СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

СПРАВОЧНИК

В ДВУХ ТОМАХ

ТОМ 2

Редакционный совет:
Б. Н. ВАРДАШКИН (председатель),
В. В. ДАНИЛЕВСКИЙ, А. А. ШАТИЛОВ

Под редакцией
Б. Н. ВАРДАШКИНА и В. В. ДАНИЛЕВСКОГО

Библиотека

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1984

ББК 34.448
С77
УДК 621.9.06-229(035)

Авторы

В. Д. Бирюков, В. П. Близнюк, В. А. Блюмберг, В. В. Данилевский, А. П. Егоров, О. Я. Константинов, Ю. П. Кузнецов, Ю. Н. Кузнецов, Н. К. Моисеева, А. И. Попов, А. В. Проскуряков, А. Г. Ракович, Ю. А. Старостинецкий, Б. И. Черпаков, А. А. Шатилов, А. С. Шац, Н. П. Шилов

Рецензент *Э. Г. Грановский*

С77 **Станочные** приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред. совет: Б. Н. Вардашкин (пред.) и др. — М.: Машиностроение, 1984 — Т. 2 / Под ред. Б. Н. Вардашкина, В. В. Данилевского. 1984. 656 с., ил.

В пер.: 3 р. 10 к.

Приведены сведения по стандартизации и унификации станочных приспособлений, методики их конструирования, в том числе с использованием ЭВМ; примеры приспособлений шести стандартизированных групп с учетом технологических возможностей и рациональных областей применения; методики экономических расчетов станочных приспособлений; рекомендации по изготовлению и эксплуатации.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий.

С $\frac{2703000000\text{-}158}{038(01)\text{-}84}$ 158-84

ББК 34.448
6П4.6.08

© Издательство «Машиностроение», 1984 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение *(В. В. Данилевский)* . . . 7
Перечень государственных стандартов на станочные приспособления, их детали и сборочные единицы 8

Глава 1. **Технико-экономические расчеты при проектировании, выборе и применении станочных приспособлений** *(А. В. Проскуряков, Н. К. Моисеева)* 10

Основные предпосылки эффективности и принципы определения экономичности применения приспособлений 10
Определение годовых затрат . . . 13
Определение годовой экономии . . 18
Функционально-экономический анализ и методика его применения при конструировании станочных приспособлений. 21
Справочные данные и номограммы 51

Глава 2. **Проектирование станочных приспособлений** *(А. Г. Ракович)* 57

Традиционное и автоматизированное проектирование 57
Общие положения и терминология автоматизированного проектирования 63
Методика подготовки входной информации 65
Информационная база автоматизированного проектирования 74
Автоматизация синтеза конструкций 87
Автоматизация получения конструкторской документации 104
Технологическое проектирование на ЭВМ 111
Построение и экономическая оценка САПР приспособлений 115

Глава 3. **Универсальные безналадочные приспособления (УБП)** *(О. Я. Константинов, Ю. И. Кузнецов, Ю. Н. Кузнецов, А. А. Шатилов)* 119

Центры и полуцентры 119
Поводковые устройства 119
Оправки 119
Токарные патроны общего назначения 165
Магнитные патроны и планшайбы 172
Цанговые приспособления 175
Плиты магнитные и электромагнитные 199
Столы 205
Стойки 229
Тиски 235
Кондукторы 266
Люнеты 293
Делительные головки 300

Глава 4. **Универсально-сборные приспособления (УСП)** *(А. С. Шац, А. И. Егоров)* 305

Конструктивные элементы деталей и сборочных единиц 305
Основные детали и сборочные единицы 305
Технологические возможности . . 340

Глава 5. **Сборно-разборные приспособления (СРП)** *(А. С. Шац, А. И. Попов, В. Д. Бирюков, Н. П. Шилов)* 344

Базовые сборочные единицы . . . 344
Установочные детали и сборочные единицы 352
Прижимные сборочные единицы 357
Переходные детали 367
Сборочные единицы для токарных и других работ 367

Глава 6. **Специализированные переналаживаемые приспособления** *(В. А. Блюмберг, В. П. Близнюк)* 378
Приспособления для обработки деталей типа тел вращения 378

Приспособления для обработки деталей типа плит, планок и клиньев 435
Приспособления для обработки деталей типа рычагов, шатунов, кронштейнов и фасонных крышек 454
Приспособления для обработки деталей арматуры, корпусных и других деталей 483
Приспособления узкоотраслевого назначения, применяемые для обработки лопаток турбин 498

Глава 7. **Неразборные специальные приспособления (НСП)** *(А. А. Шатилов)* 506

Патроны для токарных полуавтоматов и автоматов 508
Патроны мембранные и их расчеты 515
Гидропластмассовые приспособления и их расчеты 527

Глава 8. **Приспособления автоматических линий (АЛ) и агрегатных станков (АС)** *(Б. И Черпаков, Ю А. Старостинецкий)* 538

Особенности установки деталей в приспособлениях 543
Приспособления АЛ и АС 565
Приспособления-спутники 591
Устройства для направления режущего инструмента 610
Системы смазки приспособлений и устройств направления режущего инструмента 621
Требования к точности изготовления приспособлений 625
Особенности наладки и эксплуатации приспособлений 635

Глава 9. **Требования безопасности к станочным приспособлениям** *(А. А. Шатилов)* 642
Список литературы. 647
Предметный указатель. 649

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее эффективным средством сокращения трудовых и материальных затрат на технологическую подготовку производства (ТПП) и повышения уровня оснащенности производства являются комплексная унификация и стандартизация СП с последующей специализацией производства.

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) регламентирует следующие требования к станочным приспособлениям: высокий уровень унификации, стандартизации и агрегатирования; возможность многократного применения при смене объектов изготовления; соответствие условиям эксплуатации (характер организации технологического процесса, тип производства и др.); создание типов конструкции, обеспечивающих минимальные сроки и затраты на оснащение производства в период ТПП (в том числе с применением средств вычислительной техники).

Для реализации указанных выше требований создан комплекс государственных стандартов на СП, предусматривающий широкую стандартизацию конструктивных элементов, максимальную переналадку и многократное их применение при смене объектов производства. Нормативно-техническая документация такого комплекса состоит из двух взаимоувязанных групп.

К первой группе относятся государственные стандарты на правила выбора, проектирования, изготовления и эксплуатации СП; методические материалы по унификации и стандартизации; государственные стандарты на терминологию СП; классификаторы СП и входящих в их состав конструктивных элементов.

Ко второй группе относятся государственные стандарты на собственно СП, детали и сборочные единицы, а также средства механизации и автоматизации приспособлений.

Переход от стандартизации отдельных конструкций к стандартизации целевых комплексов СП наряду с унификацией конструктивных элементов включает вопросы выбора и применения СП, номенклатуру конструкций, составляющих комплексы, и в целом систему приспособлений.

Для обеспечения возможности многократного применения СП при смене объекта производства эти виды приспособлений подразделяются на две группы: с одноразовым применением компоновок и конструктивных элементов, входящих в состав компоновок, и с многократным применением компоновок или конструктивных элементов.

Для указанных групп установлены три вида приспособлений: специальные (одноцелевые, непереналаживаемые); специализированные (узкоцелевые, ограниченно переналаживаемые); универсальные (многоцелевые, широкопереналаживаемые). Принадлежность к виду определяется числом изделий (деталеопераций), изготовляемых (оснащаемых) посредством данного приспособления. Это позволяет не только определить номенклатуру подлежащих стандартизации приспособлений, но и на основе унификации сократить их в десятки раз, создав предпосылки для развития специализированного производства.

ПЕРЕЧЕНЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ НА СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИХ ДЕТАЛИ И СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ

1. Стандарты на универсальные безналадочные приспособления (УБП)

Наименование ГОСТа	№ ГОСТа
Кондукторы скальчатые. Конструкция и основные размеры	16888—71* 16895—71* 18237—72*
Тиски станочные винтовые самоцентрирующие Конструкция и основные размеры	21167—75* 21168—75*
Тиски станочные с ручным и механизированным приводами. Основные размеры	14904—80
Плиты прямоугольные электромагнитные	17519—81
Плиты прямоугольные магнитные	16528—81
Патроны магнитные. Технические условия	24568—81
Патроны четырехкулачковые с независимым перемещением кулачков. Основные и присоединительные размеры	3890—72*
Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры	2675—80*
Патроны поводковые для резьбовых концов шпинделей. Конструкция и размеры	2572—72*
Патроны самоцентрирующие двухкулачковые. Основные размеры	14903—60*
Патроны токарные поводковые. Конструкция и размеры	2571—71*
Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые. Основные размеры	24351—80
Патроны мембранные для шлифования отверстия в зубчатых колесах. Конструкция и основные размеры	16157—70*
Столы поворотные круглые с ручным и механизированным приводами	16936—71*
Столы угловые прямоугольные двухкоординатные. Конструкция и основные размеры	21572—76*
Столы угловые прямоугольные. Конструкция и основные размеры	21166—75*
Столы с пневматическим зажимом неподвижные круглые. Конструкция и основные размеры	20217—74* 20218—74*
Стойки делительные. Основные размеры	16203—70*
Головки делительные универсальные. Основные размеры	8615—80
Головки делительные универсальные. Нормы точности	986—80
Центры поводковые. Конструкция и размеры. Технические требования	18257—72*
Центры вращающиеся станочные	8742—75*

2. Стандарты на универсально-сборные приспособления (УСП)

Наименование ГОСТа	№ ГОСТа
Приспособления универсально-сборные (УСП). Детали и сборочные единицы с пазами 8 мм. Технические требования	14364—69 14607—70
Приспособления универсально-сборные (УСП). Детали и сборочные единицы с пазами 12 мм	15185—70 15465—70
Приспособления универсально-сборные (УСП). Детали и сборочные единицы с пазами 16 мм	15636—70 15761—70
Универсально-сборные круглые накладные кондукторы. Детали и сборочные единицы	15549—70 15577—70
Универсально-сборные приспособления (УСП). Пневмозажимы	22374—77 22681—77

3. Стандарт на сборно-разборные приспособления

Наименование ГОСТа	№ ГОСТа
Приспособления сборно-разборные. Типы и основные размеры. Технические требования	21676—76*÷ ÷21690—76*

4. Стандарты на детали и сборочные единицы станочных приспособлений общего назначения (сборники стандартов)

Наименование ГОСТа	№ ГОСТа
Приспособления станочные. Кулачки эксцентриковые. Конструкция и размеры	12189—66*
Приспособления станочные. Шайбы резьбовые. Конструкция и размеры	12219—66*
Вилки с резьбовым хвостовиком. Конструкция и размеры	4738—67*
Винты с буртиком. Конструкция и размеры	12458—67*
Ручки со штифтовым креплением. Конструкция и размеры	12486—67*
Прихваты передвижные плоские для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	12937—67*
Упоры планочные для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	1555—67*
Опоры ступенчатые для прихватов станочных приспособлений. Конструкция и размеры	1557—67*
Подпорки винтовые для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	1559—67*
Распорки винтовые для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	1560—67*
Болты к пазам станочным обработанным Конструкция и размеры	13152—67*
Пружины сжатия для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	13165—67*
Опоры регулируемые для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	4084—68*
Опоры регулируемые с круглой головкой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	4086—68*
Ушки для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	4739—68*
Пластины опорные для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	4743—68*
Щупы плоские для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	8825—68*
Щупы цилиндрические для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	8826—68*
Винты нажимные с цилиндрическим концом и шестигранным углублением «под ключ» для станочных приспособлений Конструкция и размеры	9051—68*
Опоры для эксцентрики и нажимные винты для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	9053—6 *
Кулачки эксцентриковые круглые для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	9061—68*
Гайки с рукояткой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	13426—68*
Рукоятки подвижные для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	13447—68*
Плиты круглые низкие для станочных приспособлений (заготовки). Конструкция и размеры	4074—66*
Швеллеры с ребрами для станочных приспособлений. Конструкция и размеры	4079—66*
Фланцы переходные для станочных приспособлений (заготовки). Конструкция и размеры	4082—66*
Корпусы квадратные для станочных приспособлений (заготовки). Конструкция и размеры	4585—66*
Стойки делительных устройств для станочных приспособлений (заготовки) Конструкция и размеры	4590—66*
Гайки крыльчатые. Конструкция и размеры	3385—66*
Шайбы быстросъемные. Конструкция и размеры	4087—6 *
Гайки фасонные Конструкция и размеры	4088—6 *
Шайбы подвесные. Конструкция и размеры	4089—6 *
Прихваты поворотные. Конструкция и размеры	4734—6 *
Прихваты поворотные Конструкция и размеры	4736—66*
Гайки шестигранные с буртиком. Конструкция и размеры	8918—66*
Рукоятки с шаровой ручкой Конструкция и размеры	8924—6 *
Болты Г-образные. Конструкция и размеры	9047—6 *
Винты запорные. Конструкция и размеры	9049—6 *
Винты ступенчатые Конструкция и размеры	9052—66*
Прихваты двусторонние шарнирные. Конструкция и размеры	9057—66*
Шайбы откидные. Конструкция и размеры	9059—66*
Болты откидные. Конструкция и размеры	14724—69*
Крючки. Конструкция и размеры	14743—6 *
Опоры плоские. Конструкция и размеры	16896—71*
Пальцы установочные цилиндрические срезанные. Конструкция и размеры	16901—71*
Винты установочные с цилиндрической головкой. Конструкция и размеры	17773—72*
Рукоятки неподвижные. Конструкция и размеры	17779—72*
Ножки высокие. Конструкция и размеры	12204—7 *

ГЛАВА 1

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, ВЫБОРЕ И ПРИМЕНЕНИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Одним из важных этапов работы конструктора станочных приспособлений являются технико-экономические обоснования выбираемой им системы технологического оснащения оборудования и определение эффективности конкретной конструкции станочного приспособления.

В систему ГОСТов ЕСТПП включены ГОСТы по типажу, разработке и выбору средств технологического оснащения. К ним относятся: ГОСТ 14.301—73 — «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения», ГОСТ 14.305—73 — «Правила выбора технологической оснастки» (со справочными приложениями № 1 — «Определение рентабельности применения систем оснастки», и № 2 — «График и показатели, используемые при технико-экономическом обосновании и выборе технологической оснастки»). Государственным комитетом СССР по стандартам утверждена также методика «Унификация и стандартизация станочных приспособлений» *.

В расчетах эффективности применения системы или комплекта приспособлений рекомендуется использовать методику выбора варианта по минимуму приведенных затрат, так как капитальные вложения в комплекте приспособлений (комплекса оснащения) составляют значительную величину, которая для разных систем приспособлений различна. При определении эффективности одного отдельно взятого приспособления следует использовать метод расчета по фактическим годовым затратам на оснащение без учета величины отдачи капитальных вложений, так как эти затраты для одного приспособления незначительны.

Станочные приспособления стоимостью более 50 р., а также сроком службы свыше одного года, следует относить к основным производственным фондам.

Примеры трудоемкости проектирования и изготовления приспособлений даны в табл. 1. В табл. 2 приводятся данные о потребном числе приспособлений, используемых при изготовлении некоторых металлорежущих станков.

Удельный вес технологической оснастки, в том числе приспособлений в общей структуре основных фондов машиностроительных предприятий, непрерывно повышается.

Проектирование и изготовление комплекта специальной оснастки занимают в крупносерийном и массовом производствах до 70—80 % общей трудоемкости технологической подготовки производства. В целом затраты на технологическую оснастку составляют в себестоимости машиностроительной продукции до 10—15 %.

Степень оснащенности машиностроительного производства приспособлениями и совершенство конструкции последних оказывают непосредственное влияние на качество и трудоемкость изготовления производимой продукции. В случаях, когда замена старого оборудования более производительным нерентабельна или невозможна, применение соответствующих приспособлений может сыграть решающую роль в повышении производительности труда.

* Издательство стандартов, М.: 1976. 100 с.

1. Средняя трудоемкость проектирования и изготовления одного приспособления (нормо-ч)

Вид работ	Группа сложности приспособлений*				
	I	II	III	IV	V
Конструирование	4,0	7,0	10,0	18,0	35,0
Деталирование	4,0	7,0	10,0	18,0	30,0
Контроль чертежей	2,8	4,0	6,0	9,0	18,0
Сверка калек	0,7	1,0	1,5	3,0	5,0
Копирование	4,0	7,0	12,0	18,0	35,0
Изготовление	20,0	60,0	120,0	200,0	300,0

* Группа сложности приспособлений определяется по табл. 28.

2. Состав технологической оснастки (шт.), применяемой для изготовления некоторых металлорежущих станков

Группы технологической оснастки	Токарно-револьверный станок 1Н318	Токарно-винторезный станок ДТ-10М	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат 5350А
Станочные приспособления	714	260	287
Оправки для крепления деталей	331	400	217
Универсально-сборные приспособления	52	300	63
Приспособления для сборки	6	3	23
Приспособления для контроля	19	25	31

С ростом коэффициента оснащенности оборудования приспособлениями резко снижается трудоемкость операций механической обработки.

Коэффициент оснащенности приспособлениями есть отношение числа наименований применяемых оригинальных приспособлений или модификаций переналаживаемых приспособлений любых видов к числу наименований оригинальных деталей в машине.

Рентабельные размеры оснащенности производственного процесса тесно связаны с количеством выпускаемой продукции. В табл. 3 приведены средние коэффициенты технологической оснащенности, характерные для различных типов производств.

Коэффициент оснащенности может характеризовать уровень технологии только при одинаковом составе оборудования, так как высокая степень специализации оборудования существенно сокращает потребность в технологической оснастке.

Для экономического анализа применения станочных приспособлений важны их структура и конструкция. Основными элементами конструкции, определяющими структуру, являются следующие: установочные детали для установки обрабатываемой детали; зажимные детали или механизмы для закрепления обрабатывае-

3. Средние коэффициенты технологической оснащенности в машиностроении для различных типов производства

Показатели	Единичное	Мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное
Общий коэффициент оснащенности	0,1—0,17	0,22—0,37	0,55—1,1	1,35—3,6
В том числе.				
станочными приспособлениями	0,03—0,05	0,05—0,07	0,15—0,3	0,4—1,2
режущим инструментом	0,04—0,05	0,08—0,13	0,15—0,25	0,3—0,6
измерительным инструментом	0,03—0,05	0 07—0,12	0,15—0,3	0,3—1,0
штампами и пресс-формами	—	До 0,02	0,05—0,1	0,2—0,5

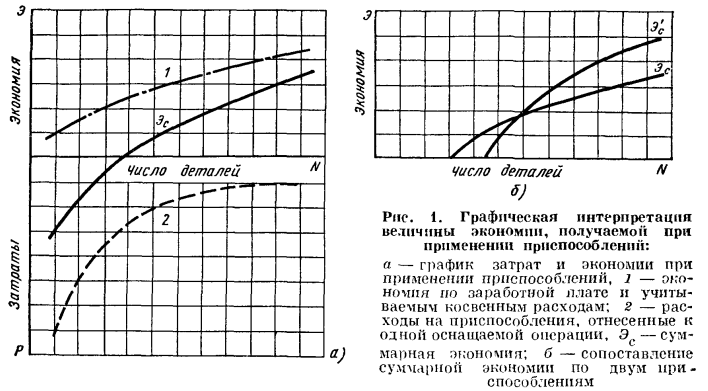


Рис. 1. Графическая интерпретация величины экономии, получаемой при применении приспособлений:

а — график затрат и экономии при применении приспособлений, *1* — экономия по заработной плате и учитываемым косвенным расходам; *2* — расходы на приспособления, отнесенные к одной оснащаемой операции, $Э_с$ — суммарная экономия; *б* — сопоставление суммарной экономии по двум приспособлениям

мой детали; силовой привод, при наличии которого зажимные устройства осуществляют передачу усилия на деталь, являясь промежуточными звеньями; детали для направления и установки инструмента на требуемый размер; механизмы для изменения позиции обрабатываемой детали относительно станка или инструмента; корпусные детали, объединяющие все остальные сборочные единицы и детали приспособления или часть их в единое целое.

В связи с усложнением конструкций приспособлений, повышением точности их исполнения и неуклонным ростом технологической оснащенности производственных процессов затраты на оснастку в себестоимости продукции возрастают. Для сокращения стоимости приспособлений могут быть рекомендованы в первую очередь унификация и стандартизация приспособлений.

ГОСТ 14.305—73 регламентирует следующие системы станочных приспособлений: универсально-безналадочные приспособления (УБП); универсально-сборные приспособления (УСП); универсально-наладочные приспособления (УНП); сборно-разборные приспособления (СРП); специализированные наладочные приспособления (СНП); неразборные специальные приспособления (НСП).

Выбор наиболее экономичной системы приспособлений должен основываться на технико-экономических расчетах.

Годовые затраты на приспособления зависят от их конструкции, стоимости и особенностей эксплуатации.

Экономия от применения приспособлений достигается за счет снижения трудоемкости операций и зависит от совершенства приспособления — наличия или отсутствия быстродействующих зажимных устройств, удобства установки деталей и др. Метод расчета экономии от снижения трудоемкости операций может быть принят одинаковым для всех систем приспособлений.

Сравнить экономичность двух приспособлений, из которых одно обеспечивает бо́льшую производительность, т. е. позволяет обработать бо́льшее число деталей N, но требует бо́льших затрат, чем другое, можно сопоставлением двух кривых суммарной экономии: $Э_с$ и $Э'_с$ (рис. 1, *б*), которые могут быть получены путем наложения кривой затрат *2* и кривой экономии *1* (рис. 1, *а*).

Эффективность внедрения любого вида техники определяется, как известно, величиной срока окупаемости, в течение которого дополнительные капитальные затраты будут компенсированы экономией от снижения себестоимости изготовляемой продукции. Этот срок должен быть определен для каждого из сравниваемых приспособлений. Чем меньше срок окупаемости, тем более рентабельным является приспособление.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ЗАТРАТ

Для оценки эффективности использования приспособлений необходимо прежде всего определить величину годовых затрат, связанных с применением одного приспособления и годовых приведенных затрат на комплект данной системы приспособлений.

Методы расчета годовых затрат на специальные, универсальные и различные системы стандартизованных приспособлений отличаются друг от друга. Расчетные зависимости должны учитывать, что специальное приспособление участвует в обработке детали одного наименования, универсальное приспособление используется для неограниченной номенклатуры деталей, а унифицированное (стандартизованное), образующее различные модификации, применяется для обработки определенной группы деталей. Отсутствие необходимости в проектировании, а в случае централизованного производства и в изготовлении стандартных элементов универсальных приспособлений также отражается на характере расчетных зависимостей, служащих для определения годовых затрат на эти приспособления.

Годовые затраты являются функцией от цены (при использовании покупного приспособления) или от затрат на изготовление (себестоимости) приспособления собственного производства.

Годовые затраты $P_{\text{НСП}}$ на одно **неразборное специальное приспособление** можно определить по формуле

$$P_{\text{НСП}} = S_{\text{НСП}} (k_{\text{а. НСП}} + k_{\text{э. НСП}}), \quad (1)$$

где $S_{\text{НСП}}$ — себестоимость изготовления (или цена) неразборного специального приспособления, руб.; $k_{\text{а. НСП}}$ — коэффициент амортизации специальных приспособлений, равный отношению $1 : T$ [T — срок эксплуатации приспособления, зависящий от его износа или (чаще) от времени нахождения изделия в производстве]; $k_{\text{э. НСП}}$ — коэффициент затрат на эксплуатацию специального приспособления (отношение суммы годовых эксплуатационных расходов к его себестоимости в металле).

Себестоимость изготовления неразборного специального приспособления

$$S_{\text{НСП}} = S_{\text{м. НСП}} (1 + k_{\text{п. НСП}}), \quad (2)$$

где $S_{\text{м. НСП}}$ — себестоимость изготовления приспособления в металле по имеющимся чертежам (в дальнейшем условно называемая себестоимостью в металле), руб.; $k_{\text{п. НСП}}$ — коэффициент затрат на проектирование специального приспособления (отношение расходов на проектирование и наладку приспособления к его себестоимости в металле).

В формуле (2) затраты на проектирование приспособлений учитываются отдельно от затрат на их изготовление, что позволяет находить удельный вес затрат на проектирование в общих затратах на создание различных приспособлений.

Затраты на проектирование, детализирование, копирование и размножение чертежей и наладку приспособлений относятся обычно к расходам на освоение и списываются на первые образцы нового изделия, или раскладываются на себестоимость машины в течение первых лет ее производства. Иным образом — в форме амортизационных отчислений, зависящих от балансовой стоимости оснастки, — погашаются затраты на изготовление заводом приспособлений инвентарного значения (т. е. только стоимостью более 50 р. или служащих больше года).

Себестоимость специального приспособления в металле устанавливается одним из следующих способов: по фактическим затратам инструментального цеха завода; определением расхода материала и нормированием работ по изготовлению приспособлений на основании чертежей на ос-

настку; по укрупненным нормативным данным.

Первые два способа применяются, когда специальная оснастка изготовлена или находится в стадии изготовления, они дают достаточную для ориентировочных расчетов точность. При этом себестоимость изготовления специального приспособления в металле определяется по формуле

$$S_{\text{м СП}} = GS_{\text{м}} + t_{\text{шт}} l_{\text{т}} (1 + k_{\text{ц}}), \quad (3)$$

где G — масса деталей, входящих в приспособление, кг; $S_{\text{м}}$ — средняя стоимость 1 кг материала, руб.; $t_{\text{шт}}$ — трудоемкость изготовления приспособления, нормо-ч; $l_{\text{т}}$ — средняя тарифная часовая ставка рабочего (исходя из разряда работы), руб.; $k_{\text{ц}}$ — коэффициент косвенных расходов цехов, изготовляющих инструмент и оснастку.

Третий способ применим для предварительной оценки затрат на оснастку, в частности, когда путем сопоставления требуется выбрать рациональный вариант оснащения. Стоимость приспособления в этом случае может быть укрупненно определена по таблицам и графикам, примеры которых приведены в настоящей главе.

Кроме себестоимости (или цены) специального приспособления должны быть установлены коэффициенты затрат на проектирование $k_{\text{п.НСП}}$ и эксплуатацию $k_{\text{э. НСП}}$, а также срок эксплуатации приспособления T, а через него — коэффициент амортизации $k_{\text{а. НСП}}$.

В приводимых далее примерах затраты на проектирование и создание технической документации по специальным приспособлениям приняты равными 30 % стоимости их в металле, т. е. коэффициент проектирования $k_{\text{п. НСП}}$ составляет 0,3. Коэффициент эксплуатации $k_{\text{э. СП}}$, учитывающий годовые затраты на эксплуатацию приспособлений (хранение, ремонт и уход), принят равным 0,2 стоимости приспособления.

Срок эксплуатации приспособлений T зависит от качества изготовления, условий эксплуатации и хранения, интенсивности использования и характера загрузки приспособлений. Все эти факторы определяют физический износ приспособлений, срок которого практически колеблется в пределах 1—5 лет. Однако во многих случаях снятие изделия с производства делает специальное приспособление непригодным для дальнейшего использования задолго до его физического износа. Поэтому коэффициент амортизации специальных приспособлений иногда устанавливают не на основе срока службы приспособления, а исходя из установленных сроков списания затрат на оснастку. Поскольку многими ведомственными инструкциями предусматривается списывать оснастку за срок не более двух лет, коэффициент амортизации в этих случаях должен быть принят равным 0,5.

Таким образом, если принять, как указано выше, $k_{\text{п.НСП}} = 0{,}3$; $k_{\text{э НСП}} = 0{,}2$ и $k_{\text{а.НСП}} = 0{,}5$, то годовые затраты на неразборное специальное приспособление $P_{\text{НСП}}$, себестоимость изготовления которого в металле $S_{\text{м. СП}} = 150$ р., и, следовательно, $S_{\text{НСП}} = 150\ (1 + 0{,}3) = 195$ р. будут $P_{\text{НСП}} = 195\ (0{,}5 + 0{,}2) = 136{,}5$ р.

Для того чтобы сохранить общность решения для всех случаев и оттенить значение величины срока службы приспособления при замене специальных приспособлений унифицированными, в дальнейших расчетах коэффициент амортизации принят переменным, зависящим от числа лет эксплуатации приспособления.

При определении годовых затрат на **универсальное безналадочное приспособление** (УБП) следует учитывать, что срок эксплуатации универсальных приспособлений T может быть установлен заранее на основании опыта работы с подобными приспособлениями. Он зависит только от их физического износа, на которое влияют условия эксплуатации приспособления и главным образом его загрузка. При известном T может быть также заранее вычислен и коэффициент (норма) амортизации универсальных приспособлений $k_{\text{а. УБП}}$.

Тогда годовые затраты на универсальные приспособления составят

$$P_{\text{УБП}} = S_{\text{УБП}} (k_{\text{а. УБП}} + k_{\text{э. УБП}}), \quad (4)$$

где $S_{\text{УБП}}$ — цена универсального приспособления; $k_{\text{э. УБП}}$ — коэффициент затрат на эксплуатацию универсального безналадочного приспособления.

Универсальные приспособления применяются для широкой номенклатуры деталей. В расчете на одну i-ю деталеоперацию затраты можно определить по формуле

$$P_{\text{УБП}_i} = \frac{S_{\text{УБП}} (k_{\text{а. УБП}} + k_{\text{э. УБП}})}{\sum_{i=1}^{m} N_i t_{\text{к}_i}} t_{\text{к}_i}, \quad (5)$$

где $t_{\text{к}_i}$ — штучно-калькуляционное время на i-ю деталеоперацию, мин; $\sum_{1}^{m} N_i t_{\text{к}_i}$ — годовой фонд времени загрузки данного приспособления, мин; N_i — годовой объем выпуска деталей i-го наименования; m — число деталеопераций, обрабатываемых с помощью данного приспособления в течение года.

Сборно-разборные приспособления (СРП) создаются в виде компоновок длительного пользования и требуют известной дообработки стандартизованных корпусных деталей и сборочных единиц. СРП используются как специальная оснастка и только после снятия изделия с производства перекомпоновываются для оснащения новой машины. В связи с этим срок службы сборно-разборного приспособления зависит от износа его элементов, а не от длительности нахождения изделия в производстве, и коэффициент амортизации может быть выбран постоянным.

Проектирование приспособления заключается в компоновке готовых элементов, а следовательно, значительно упрощается техническая документация на оснастку.

Годовые затраты $P_{\text{СРП}}$ на одно сборно-разборное приспособление определяют по формуле

$$P_{\text{СРП}} = S_{\text{СРП}} (k_{\text{а. СРП}} + k_{\text{э. СРП}}), \quad (6)$$

где $S_{\text{СРП}}$ — цена (или себестоимость при собственном изготовлении) стандартизованных и специальных деталей и сборочных единиц, из которых компонуется приспособление, включая затраты на дообработку этих деталей и сборочных единиц, проектирование и сборку компоновки;

$$S_{\text{СРП}} = S_{\text{м. СРП}} (1 + k_{\text{п. СРП}}), \quad (6')$$

где $S_{\text{м. СРП}}$ — себестоимость деталей, из которых компонуется приспособление; $k_{\text{п. СРП}}$ — коэффициент затрат на проектирование разборного приспособления; $k_{\text{а. СРП}}$, $k_{\text{э. СРП}}$ — соответственно норма амортизации и коэффициент годовых затрат на эксплуатацию сборно-разборного приспособления.

Сборно-разборные приспособления допускают в среднем трехкратную перекомпоновку, а затем из-за повторной дообработки и разделки корпусных элементов становятся непригодными к дальнейшему использованию. Если считать, что смена изделий на производстве происходит каждые два года, то срок их амортизации не превышает шести лет, а с учетом более быстрого износа направляющих и крепежных элементов принимается равным пяти годам.

Особенности **универсально-сборных приспособлений** (УСП) заключаются в возможности многократной, в том числе повторной, сборки компоновок приспособлений из комплекта деталей УСП.

Годовые затраты $P_{\text{УСП}}$ на создание и эксплуатацию одной компоновки универсально-сборного приспособления (УСП) при условии многократной сборки этой компоновки в течение года можно подсчитать по формуле

$$P_{\text{УСП}} = S_{\text{с}} : M_{\text{к}} + S_v g, \quad (7)$$

где $M_{\text{к}}$ — число оригинальных (неповторяющихся) компоновок УСП, собираемых в течение года, включая одновременно требующиеся дублеры; g — повторяемость (кратность) сборки одной и той же компоновки в те-

чение года, равная числу запускаемых в течение года партий деталей одного наименования, т. е. $g = N/n$ (n — средний размер партии); S_c, S_v — постоянные и переменные затраты, зависящие от конкретных условий производства.

При неизменных размерах выпуска изделий и объема комплекта УСП затраты S_c и S_v достаточно стабильны для каждого завода. При этом величина S_c учитывает весь комплекс постоянных затрат (не зависящих от числа собираемых компоновок), т. е. амортизационные отчисления за комплект деталей УСП, годовую заработную плату конструкторской группы УСП с начислениями и косвенными расходами, а также годовые затраты на специальные детали и на употребляемые при сборке УСП вспомогательные материалы и инструмент, погашение затрат на убыль элементов УСП.

Последние виды затрат составляют относительно небольшую величину, поэтому

$$S_c = S_{\text{УСП}} k_{\text{а. УСП}} + L_{\text{к}} (1 + k_{\text{к}}), \quad (8)$$

где $S_{\text{УСП}}$ — цена (или себестоимость) заводского комплекта деталей УСП и организационно-технической оснастки; $k_{\text{а. УСП}}$ — коэффициент амортизации комплекта деталей УСП и организационно-технической оснастки, который может быть принят равным 0,1 исходя из десятилетнего срока службы комплекта оснастки; $L_{\text{к}}$ — годовой фонд заработной платы конструкторской группы УСП; $k_{\text{к}}$ — коэффициент косвенных расходов, относящихся к конструкторской группе.

Величина S_v учитывает средние затраты на однократную сборку и отладку на рабочем месте одной компоновки УСП с соответствующими косвенными расходами и определяется по формуле

$$S_v = l_{\text{т}} t_{\text{сб}} (1 + k_{\text{сб}}), \quad (9)$$

где $l_{\text{т}}$ — часовая тарифная ставка слесаря-сборщика компоновок, руб.; $t_{\text{сб}}$ — время сборки, компоновки и отладки ее на рабочем месте; $k_{\text{сб}}$ — коэффициент косвенных расходов, относящихся к группе сборщиков УСП.

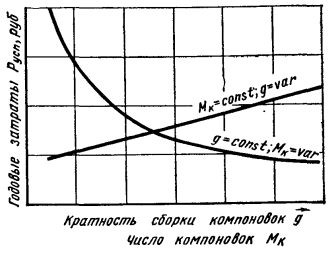


Рис. 2. Зависимость величины годовых затрат на одну компоновку УСП от числа собираемых компоновок $M_{\text{К}}$ (g = const) и числа g запускаемых партий деталей ($M_{\text{К}}$ = const)

Пример. При $S_{\text{УСП}} = 200\,000$р; $k_{\text{а.УСП}} = 0{,}1$; $L_{\text{к}} = 3600$ р.; $k_{\text{К}} = 0{,}5$; $l_{\text{т}} = 0{,}7$ р./ч; $t_{\text{сб}} = 3$ ч; $k_{\text{сб}} = 0{,}8$; $M_{\text{К}} = 5000$ компоновок/год и $g = 6$ получим $S_c = 25\,400$ р /год и $S_v = 3{,}8$ р./компоновку. Тогда по формуле (7)

$$P_{\text{УСП}} = \frac{25\,400}{5000} + 3{,}8 \cdot 6 = 27{,}9 \text{ р./компоновку.}$$

Из формулы (7) следует, что годовые затраты на одну компоновку $P_{\text{УСП}}$ зависят в основном от переменных $M_{\text{К}}$ и g (рис. 2). Так как величина $M_{\text{К}}$ зависит от числа оснащаемых деталеопераций, а величина g соответствует числу запускаемых в год партий деталей, значения g и $M_{\text{К}}$ характеризуют объем выпуска и широту номенклатуры выпускаемых заводом изделий.

Годовые затраты на одно **универсально-наладочное приспособление** (УНП), имеющее m сменных наладок, складываются из затрат на универсальную часть УП и затрат на m сменных наладок (Н). При последовательной установке сменных наладок образуется ряд модификаций УНП, с помощью которых можно выполнить m деталеопераций. Соответственно затраты, приходящиеся на оснащение одной деталеоперации (на одну модификацию УНП), будут в m раз меньше, чем затраты на весь ряд модификаций.

Коэффициент затрат на проектирование для УНП можно принять равным нулю, так как завод не затрачивает средств на проектирование стандартизованных сборочных единиц. Коэффициент амортизации УНП будет зависеть только от физического износа приспособления, тогда как для сменных наладок, как и для специальных приспособлений он зависит и от времени, в течение которого данные изделия выпускаются заводом. Так, если изделие снимается с производства раньше, чем приспособление износилось, то время эксплуатации последнего будет равно сроку нахождения T изделий в производстве. При использовании УНП это отразится на увеличении коэффициента амортизации сменной наладки, равного $1 : T$.

Годовые затраты на одно универсально-наладочное приспособление

$$P_{\text{УНП}} = \frac{S_{\text{м. УП}}}{m} (k_{\text{а. УП}} + k_{\text{э. УП}}) + [S_{\text{м. Н}} (1 + k_{\text{п. Н}})] (k_{\text{а. Н}} + k_{\text{э. Н}}), \quad (10)$$

где $S_{\text{ч. УП}}$ — себестоимость УП в металле; m — число сменных наладок, изготовленных для данного УП; $k_{\text{а. УП}}$, $k_{\text{э. УП}}$ — соответственно коэффициенты амортизации и затрат на эксплуатацию универсальной части приспособления; $S_{\text{м. Н}}$ — средняя себестоимость изготовления одной сменной наладки в металле; $k_{\text{Н Н}}$, $k_{\text{а. Н}}$, $k_{\text{э. Н}}$ — соответственно коэффициенты затрат на проектирование, амортизацию и эксплуатацию специальных сменных наладок; $S_{\text{м. Н}} (1 + k_{\text{п. Н}})$ — полная себестоимость сменной наладки, включая затраты на проектирование.

Значение коэффициентов, используемых в формуле (10), можно выбрать на основе следующих соображений.

Коэффициент амортизации определяют исходя из пятилетнего срока службы универсальной части приспособления до физического износа, т. е. $k_{\text{а. УП}} = 0{,}2$; срок списания затрат на специальные наладки, как и на прочую специальную оснастку, два года, т. е. коэффициент амортизации сменных наладок $k_{\text{а. Н}} = 0{,}5$; коэффициенты эксплуатации УП $k_{\text{э. УП}}$ и сменных наладок $k_{\text{э. Н}}$ по аналогии со специальными приспособлениями можно принять равными 0,2. Затраты на проектирование сменных наладок, учитывая их небольшие металло- и трудоемкость, относительно себестоимости изготовления наладок в металле велики, поэтому коэффициент проектирования $k_{\text{п. Н}}$ может быть принят равным 0,5.

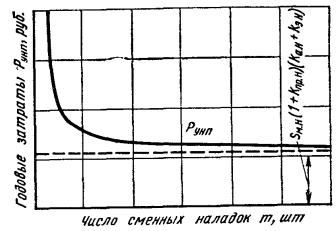


Рис. 3. Изменение величины годовых затрат на одно УНП в зависимости от числа сменных наладок, приходящихся на универсальную базовую часть

Тогда

$$P_{\text{УНП}} = 0{,}4 S_{\text{м. УП}} : m + 1{,}05 S_{\text{м. Н}}. \quad (11)$$

Пример. При $S_{\text{УП}} = 200$ р.; $m = 10$ и $S_{\text{м.Н}} = 20$ р.

$$P_{\text{УНП}} = \frac{0{,}4 \cdot 200}{10} + 1{,}05 \cdot 20 = 29 \text{ р.}$$

На основании формулы (11) можно построить кривую зависимости затрат $P_{\text{УНП}}$ от числа наладок m (рис. 3). Из графика видно, что величина годовых затрат, приходящихся на одно УП, изменяется по гиперболе и асимптотически приближается с увеличением числа наладок к величине затрат на одну наладку.

Для сопоставления вариантов обработки деталей с помощью различных **систем приспособлений** (например, СНП и УСП) или для определения экономичности оснащения технологического процесса по сравнению с работой без применения приспособлений, целесообразно рассчитывать годовые приведенные затраты $R_{\text{П}}$

на сопоставляемые комплекты приспособлений.

Тогда для специальных неразборных приспособлений

$$R_{\text{п. НСП}}=\sum_{1}^{M_{\text{к}}} S_{\text{НСП}_i}(k_{\text{а. НСП}}+ +k_{\text{э. НСП}}+E_{\text{н}}), \quad (12)$$

где $R_{\text{п. НСП}}$ — годовые приведенные затраты на комплект специальных приспособлений; $\sum_{1}^{M_{\text{к}}} S_{\text{НСП}_i}$ — затраты на изготовление комплекта из $M_{\text{к}}$ специальных приспособлений; $E_{\text{н}}=0{,}15$ — нормативный коэффициент сравнительной эффективности (от первоначальных затрат на изготовление комплекта приспособлений).

Годовые приведенные затраты на комплекты из $M_{\text{к}}$ универсально-безналадочных приспособлений ($R_{\text{п. УБП}}$) или такого же числа сборно-разборных ($R_{\text{п. СРП}}$), универсально-сборных ($R_{\text{п. УСП}}$) и универсально-наладочных ($R_{\text{п. УНП}}$) соответственно равны:

$$R_{\text{п. УБП}}=\sum_{1}^{M_{\text{к}}} S_{\text{УБП}_i}(k_{\text{а. УБП}}+ +k_{\text{э. УБП}}+E_{\text{н}}); \quad (13)$$

$$R_{\text{п. СРП}}=\sum_{1}^{M_{\text{к}}} S_{\text{СРП}_i}(k_{\text{а. СРП}}+ +k_{\text{э. СРП}}+E_{\text{н}}); \quad (14)$$

$$R_{\text{п. УСП}}=S_{\text{УСП}}(k_{\text{а. УСП}}+E_{\text{н}})+ +L_{\text{к}}(1+k_{\text{к}})+l_{\text{т}}t_{\text{сб}}(1+k_{\text{сб}})M_{\text{к}}; \quad (15)$$

$$R_{\text{п. УНП}}=\sum_{1}^{\frac{M_{\text{к}}}{m}}[S_{\text{м. УП}}(k_{\text{а. УП}}+ +k_{\text{э. УП}}+E_{\text{н}})+m[S_{\text{м. Н}}(1+k_{\text{п. Н}})]\times \times(k_{\text{а. Н}}+k_{\text{э. Н}}+E_{\text{н}})]; \quad (16)$$

В формуле (16) учитывается та особенность системы УНП, что число универсальных частей приспособлений (УП) в m раз меньше, чем общее число потребных приспособлений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ЭКОНОМИИ

Как отмечалось выше, экономия при применении приспособлении возникает главным образом от сокращения времени обработки на станке, т. е. от снижения трудоемкости.

Снижение трудоемкости $\Delta t_{\text{к}}$ на одну операцию

$$\Delta t_{\text{к}}=t_{\text{к}_1}-t_{\text{к}_2}, \quad (17)$$

где $t_{\text{к}_1}$ и $t_{\text{к}_2}$ — штучно-калькуляционное время соответственно до и после оснащения.

Среднюю величину снижения трудоемкости $\Delta t_{\text{к ср}}$ при сопоставлении всех m_0 операций технологического процесса, не оснащенного и полностью оснащенного с помощью $M_{\text{к}}$ приспособлений, можно подсчитать по формуле

$$\Delta t_{\text{к ср}}=\frac{\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_1}-\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_2}}{M_{\text{к}}}, \quad (18)$$

где $\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_1}$ — трудоемкость изготовления детали до оснащения технологического процесса; $\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_2}$ — трудоемкость после оснащения.

Экономия на прямой заработной плате в связи с применением приспособлений

$$\Delta l=\frac{\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_1} l_{\text{т}_1}-\sum_{1}^{m_0} t_{\text{к}_2} l_{\text{т}_2}}{M_{\text{к}}}, \quad (19)$$

где $l_{\text{т}_1}$ и $l_{\text{т}_2}$ — тарифные ставки на данной операции до и после оснащения технологического процесса, р./мин.

Экономия на заработной плате для одного приспособления при обработке одной детали с учетом некоторой доли косвенных расходов H (% от прямой заработной платы)

$$э=(1+0{,}01H)\,\Delta l, \quad (20)$$

а при изготовлении N изделий (например, при выпуске N шт./год)

$$Э_{\text{г}}=эN. \quad (21)$$

Доля косвенных расходов, которую следует принимать при расчетах по формуле (20), должна учитывать только затраты на содержание оборудования в процентах от заработной платы основных рабочих, ее можно при укрупненных расчетах принимать 50—80 %.

Применение высокопроизводительного, в особенности автоматизированного, оборудования резко сокращает трудоемкость операций, и учет всех косвенных расходов в процентном отношении к прямой заработной плате может привести к большим неточностям.

Если в сравниваемых вариантах использовалось различное оборудование (например, при работе без приспособления — координатно-расточный станок или агрегатный, а при работе с приспособлением — сверлильный), то, очевидно, должны быть учтены разные затраты на единицу времени работы станков, т. е. применен учет косвенных расходов, связанных с работой оборудования, методом машино-(станко-)часов, что значительно повышает точность расчета экономии от применения приспособлений.

При использовании этого метода расходы, связанные с работой оборудования за год, делятся на сумму произведений числа станков в каждой технологически однотипной группе на фактические годовые фонды времени работы каждой группы. Полученная в результате величина соответствует затратам на один машино-час работы базового (эталонного) станка в данном цехе. Машино-коэффициентом станка называется величина, показывающая, во сколько раз затраты на его эксплуатацию больше или меньше затрат на эксплуатацию за тот же период времени базового (эталонного) станка; машино-коэффициент последнего принимается за единицу. Себестоимость машино-ч работы каждого из остальных станков получается умножением величины себестоимости машино-ч базового станка на машино-коэффициент данного станка.

При использовании приспособлений экономию на заработной плате и затратах на эксплуатацию оборудования можно определить по формуле

$$э=\Delta t_{\text{к}}\left(l_{\text{т}}+\frac{S_{\text{м. ч}}}{60}\right), \quad (22)$$

где $S_{\text{м. ч}}$ — расходы на машино-час работы оснащаемого приспособлением станка.

В свою очередь

$$S_{\text{м. ч}}=S_{\text{м. чб}}k_{\text{м}}, \quad (23)$$

где $S_{\text{м. чб}}$ — затраты на машино-час базового станка; $k_{\text{м}}$ — машино-коэффициент данного станка.

Не следует, однако, забывать об условности любых нормативных данных, касающихся затрат на эксплуатацию оборудования, инструмент и оснастку. Для каждого завода эти затраты специфичны и при точных расчетах должны определяться непосредственным суммированием соответствующих видов издержек. Фактические затраты будут отличаться от нормативных, но для сопоставления и выбора оснастки пригодны нормативные данные, так как здесь для расчета принята общая база, пусть даже несколько отличающаяся от фактических данных.

Проектируемое приспособление должно быть экономичным в тех производственных условиях, для которых оно предназначено. Определяющим в большинстве случаев является объем выпуска и, следовательно, число обрабатываемых деталей.

В разных производственных условиях будет меняться как величина годовых затрат (она меняется, в частности, для всех разновидностей унифицированных приспособлений), так и получаемая экономия.

Суммарная годовая экономия $Э_{\text{г}}$ от применения приспособлений рассчитывается по формуле (21), а суммарный экономический эффект $Э_{\text{с}}$ по формуле

$$Э_{\text{с}}=Э_{\text{г}}-P. \quad (24)$$

Выгоднее будет то из сравниваемых приспособлений, которое обеспечивает больший эффект:

$$Э_{\text{г}_1}-P_1 \gtrless Э_{\text{г}_2}-P_2. \quad (25)$$

Годовая экономия прямо пропорциональна числу обрабатываемых в приспособлениях деталей.

Годовые затраты на унифицированные приспособления меняются в зависимости от объема производства (см. рис. 2 и 3).

Эффективность применения сопоставляемых приспособлений, например неразборного специального (НСП) и стандартизованного (СТ), относящегося к системам УСП, СРП, СНП, определяется после рассмотрения следующих неравенств:

$$(t_{\text{о.п}}-t_{\text{СТ}})\left(l_{\text{т}}+\frac{S_{\text{м.ч}}}{60}\right)\geqslant P_{\text{СТ}}; \quad (26)$$

$$(t_{\text{СТ}}-t_{\text{НСП}})\left(l_{\text{т}}+\frac{S_{\text{м.ч}}}{60}\right)\leqslant \leqslant P_{\text{НСП}}-P_{\text{СТ}}; \quad (27)$$

$$(t_{\text{СТ 1}}-t_{\text{СТ 2}})\left(l_{\text{т}}+\frac{S_{\text{м.ч}}}{60}\right)\geqslant \geqslant P_{\text{СТ}_2}-P_{\text{СТ}_1}, \quad (28)$$

где $t_{\text{о. п}}$ — штучное время при обработке детали без приспособления, мин; $t_{\text{НСП}}$, $t_{\text{СГ}}$, $t_{\text{СТ}_1}$, $t_{\text{СТ}_2}$ — штучное время соответственно при обработке деталей в сравниваемых неразборном специальном и различных видах стандартных приспособлений, мин; $l_{\text{т}}$ — тарифная ставка станочника, р./мин; $S_{\text{м.ч}}$ — себестоимость одного машино-часа при выполнении данной операции, р./ч; P — (с соответствующими индексами) годовые затраты на приспособления.

Неравенство (26) применяют для определения целесообразности использования унифицированного приспособления по сравнению с обработкой без приспособления, неравенство (27) — при расчете целесообразности использования приспособления одной из стандартизованных систем по сравнению с неразборным специальным, неравенство (28) — при выявлении целесообразности применения более дорогого, но вместе с тем более эффективного по снижению трудоемкости обработки варианта стандартизованного приспособления.

Срок окупаемости приспособления

$$T_{\text{ок}}=\Delta K : Э_{\text{с}}, \quad (29)$$

где ΔK — дополнительные первоначальные затраты, связанные с применением приспособления; $Э_{\text{с}}$ — суммарная экономия от использования одного приспособления в течение года.

Так как объем выпуска изделий не является неизменным в разные календарные периоды времени, например в течение двух смежных лет, более точным является подсчет не срока, а объема выпуска. Сопоставление двух различных по эффективности и требующимся затратам приспособлений сводится к известной формуле

$$N_{\text{к}}=\frac{P_2-P_1}{Э_2-Э_1}, \quad (30)$$

где $N_{\text{к}}$ — критический объем выпуска, соответствующий равенству экономической эффективности обоих приспособлений; P_1 и $Э_1$ — соответственно затраты и экономия, относящиеся к дешевому приспособлению; P_2 и $Э_2$ — соответственно затраты и экономия, относящиеся к дорогому приспособлению.

При размере выпуска, большем $N_{\text{к}}$, более дорогое приспособление окажется выгоднее дешевого. Объем выпуска $N_{\text{к}}$ соответствует пересечению кривых на рис. 1.

Экономическая оправданность (рентабельность) применения приспособления выражается зависимостью

$$P\leqslant эN, \quad (31)$$

где P — годовые затраты на эксплуатацию одного приспособления, зависящие от стоимости приспособления, руб.

Для ориентировочного определения целесообразности применения той или иной системы приспособлений можно использовать в качестве критерия коэффициент загрузки приспособления $k_{\text{з}}$.

Число оригинальных компоновок УСП $M_{\text{к}}$, создаваемых в течение какого-либо календарного периода (например, одного года), находится в обратной зависимости от загрузки приспособлений обработкой деталей одного наименования. В обратной зависимости от загрузки находится также и число сменных наладок m, создаваемых для УНП.

Таким образом, при малом $k_{\text{з}}$ приспособления обработкой деталей одного наименования для полноценного использования комплекта УСП следует создавать больше разнообразных компоновок, а для лучшего использования универсальной (базовой) части УНП — большее число сменных наладок.

Коэффициент загрузки приспособления

$$k_{\text{з}}=\frac{N_{\text{оп}}t_{\text{к}}}{F_{\text{п}}}, \quad (32)$$

где $N_{\text{оп}}$ — число повторений операций, соответствующее числу обрабатываемых деталей одного наименования в течение календарного периода времени (месяца, года); $F_{\text{п}}$ — располагаемый фонд времени работы приспособления в указанный период времени; $t_{\text{к}}$ — штучно-калькуляционное время.

На основе указанных соображений справочное приложение к ГОСТ 14.305—73 рекомендует определять эффективность применения систем приспособлений в зависимости от их загрузки, т. е. от $k_{\text{з}}$. Графическая интерпретация этой зависимости дана на рис. 4.

При расчетах за единицу затрат приняты затраты на неразборное специальное приспособление (НСП). Данные по всем остальным системам приведены в долях затрат на НСП. При этом принято предположение,

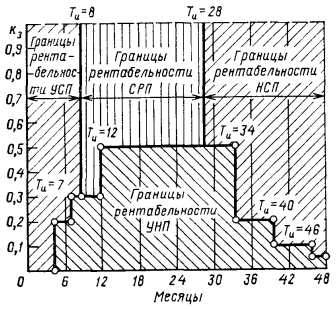


Рис. 4. Границы рентабельности применения различных систем приспособлений в зависимости от коэффициента загрузки $k_{\text{з}}$:
$T_{\text{и}}$ — период производства изделий, месяцы

что сокращение операционного времени одинаково при применении любого из сопоставляемых приспособлений. Это предположение верно лишь в редких случаях. Неразборные специальные и универсально-наладочные приспособления гораздо чаще снабжаются быстродействующими зажимами и силовыми приводами, чем, например, УСП. Не все системы допускают успешную реализацию принципов многоместности и многоинструментности при обработке деталей.

Необходимым моментом обоснованности выбора приспособления является учет его эксплуатационных свойств и, в частности, достигаемого эффекта сокращения времени на обработку деталей. Нельзя, кроме того, забывать о необходимости быстрого и экономичного оснащения вновь осваиваемых машин. В этом плане преимущества унифицированной оснастки выявляются полностью.

Выбор системы оснащения для нового изделия зависит и от того, какими приспособлениями (УСП, УНП, СРП или НСП) пользовался завод ранее и на какую серийность осваиваемых машин он может рассчитывать в дальнейшем. Если завод располагает комплектом деталей УСП или в перспективе рассчитывает на изготовление изделия малыми сериями, то более целесообразным может оказаться оснащение производства УСП. В противном случае (при наличии готовых УП или при перспективах возрастания серийности) следует остановиться на системе УНП предпочтительно с силовыми приводами.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И МЕТОДИКА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Оснастка одного и того же назначения может быть спроектирована даже при одинаковых точностных параметрах на базе различных конструктивно-технологических решений. Каждое решение приводит к созданию приспособлений различных по слож-

ности и эффективности в эксплуатации, а также по стоимости его реализации.

В практике конструирования оснастки существует ряд методов, позволяющих снизить затраты на проектирование и изготовление (например, стандартизация и унификация). Однако обоснованный выбор конструкции станочного приспособления, оптимальной для существующих условий производства и эксплуатации, должен осуществляться с учетом всего многообразия факторов, влияющих на создаваемую конструкцию. Факторы, определяемые производственными особенностями, в которых будет эксплуатироваться оснастка, подразделяются на следующие: конструктивные, зависящие от размеров, конфигурации и точности обрабатываемых деталей; технологические, включающие метод обработки заготовки, характер ее перемещения (движения), вид станка, характеристику инструмента, режимы обработки; организационные, связанные с особенностями организации процесса, типом производства, возможностями обеспечения гибкости при смене объектов производства; эксплуатационные, определяемые в первую очередь сохранением необходимой точности в процессе работы, ремонтопригодностью и транспортабельностью приспособления.

Результирующая перечисленных факторов — экономическая характеристика приспособления, определяющая его рентабельность. Прогрессивным методом комплексной оценки конструкции как с технической, так и с экономической точек зрения является **функционально-экономический анализ (ФЭА)**, часто именуемый функционально-стоимостным (ФСА). Он позволяет найти вариант, обеспечивающий оптимальное сочетание технико-экономических параметров объекта.

Такой вид анализа осуществляется с целью получения высоких конечных народнохозяйственных результатов, ускорения реализации научно-технических достижений, рационального использования ресурсов, усиления режима экономии и устранения потерь в народном хозяйстве.

ФЭА представляет собой *инженерную программу снижения затрат* на изготовление и эксплуатацию объекта, например оснастки. Принципы ФЭА распространяются как на сферу разработок и основного производства изделий, так и на обеспечивающие (вспомогательные) производства, в том числе на проектирование и изготовление станочных приспособлений, входящих в систему станок — приспособление — инструмент.

В отличие от традиционных методов снижения себестоимости оснастки, ориентированных в основном на отдельные элементы, ФЭА нацелен на учет функционирования объекта в целом при определении его оптимальной стоимости и качества. Опыт использования этого метода за рубежом показывает, что эффект, получаемый от применения ФЭА, примерно в 10 раз (а иногда и в 30 раз) превышает затраты, связанные с его проведением, при этом может быть обеспечено значительное снижение себестоимости изделия (например, для конструкции корпуса и крышки переключателя на 70 %).

Анализу с помощью ФЭА подвергают универсальную и унифицируемую оснастку, а также те сложные конструкции приспособлений, представляющие системы с приводами различных типов для условий массового производства, элементы которых могут повторяться.

Теоретические предпосылки этого метода основаны на том, что в себестоимости любого объекта, кроме минимальных издержек, абсолютно необходимых для выполнения заданных функций, имеются, как правило, дополнительные издержки, в том числе связанные с излишним усложнением функциональной и принципиальной схем, а также вызванные нерациональным выбором функциональных элементов изделия.

Задача ФЭА — выявить причины излишних затрат и ликвидировать их, по возможности, путем поиска лучших вариантов, а также предотвратить принятие неэффективных технических решений. Для этого объект проектирования рассматривается не в своей конкретной форме, а как совокупность функций. Каждая из них анализируется с позиции возможных принципов и способов исполнения с помощью совокупности специальных приемов. Оценка вариантов построения объекта производится по критерию интегрального качества исходя из степени и качества выполнения функций, а также затрат, связанных с их реализацией.

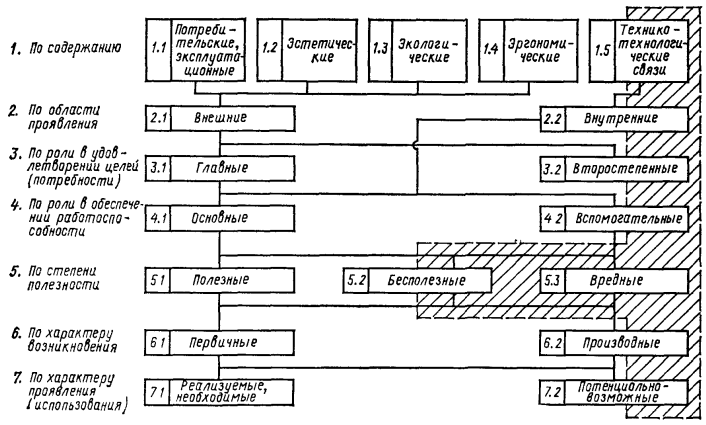


Рис. 5. Классификация функций объекта

Основные понятия ФЭА. *Функция* — проявление и (или) сохранение свойств какого-либо объекта в данной системе отношений (например: передавать усилие, регулировать поток, предохранять от удара и др.).

Каждый объект (приспособление) выполняет несколько видов функций, классификация которых представлена на рис. 5.

По содержанию различают следующие функции: *потребительские* (эксплуатационные), делающие возможным использование объекта в сфере потребления в соответствии с его назначением; *эстетические*, заключающиеся в способности изделия приносить потребителю определенную степень удовольствия и удовлетворять потребность человека в прекрасном; *эргономические*, выражающие степень приспособления (соответствия) изделия к физическим и психическим особенностям организма человека; *экологические* — целью которых является сохранение окружающей среды; *технико-технологические* — функции взаимных связей и зависимостей между составляющими объекта, обусловленные технической или технологической концепцией решения (определяют удобство изготовления и использования).

По области проявления функции делят на внешние и внутренние.

Внешние (общеобъектные) функции отражают функциональные отношения между объектом (или его составляющими) и сферой применения. В зависимости от роли в удовлетворении потребностей их разделяют на главные и второстепенные функции. *Главная* функция определяет назначение, сущность и смысл существования объекта в целом. *Второстепенная* функция не влияет на работоспособность объекта, отражает побочные цели его создания, обеспечивает спрос. *Внутренние* (внутриобъектные) функции — отражают действия и взаимосвязи внутри объекта и обусловлены принципом построения, особенностями исполнения.

По роли в обеспечении работоспособности объекта среди внутренних функций выделяют основные и вспомогательные. *Основные* функции обеспечивают работоспособность объекта, создают необходимые условия для осуществления главной функции. Различают следующие основные функции: приема, ввода (вещества, энергии, информации); передачи, преобразования, хранения; выдачи (отдачи) результатов. *Вспомогательные* функции способствуют реализации основных функций. Различают следующие вспомогательные функции: соединительные, изолирующие, фиксирующие, направляющие, гарантирующие и др.

По степени полезности все функции разделяют на полезные, бесполезные и вредные. *Полезные* — внешние и внутренние функции, отражающие функционально-необходимые, потребительские свойства и определяющие работоспособность объекта. *Бесполезные* — излишние функции, не снижающие работоспособность объекта, но создающие избыточность и удорожающие объект. *Вредные* — функции, отрицательно влияющие на работоспособность объекта и его потребительную стоимость, удорожающие объект.

По характеру возникновения функции могут быть первичными и производными. *Первичные* — функции, преднамеренно заложенные конструктором и технологом (соответствуют целям проектирования). *Производные* функции возникают как результат осуществления первичных функций или взаимодействия элементов, реализующих их. По характеру проявления различают реализуемые и потенциально возможные функции. *Реализуемые* — функции, реально проявляющиеся и обеспечивающие необходимую полезность объекта в соответствии с заданными требованиями. *Потенциально возможные* функции способствуют расширению сферы применения объекта, создают предпосылки увеличения полезности изделия в соответствии с изменяющимися условиями эксплуатации.

При формулировании функций рекомендуется соблюдать следующие правила. Каждая функция, по возможности, должна состоять из двух слов: глагол + существительное (желательно использовать существительные, обозначающие понятия, имеющие размерность). При формулировании функций необходимо абстрагироваться от конкретного технического решения, следует перечислить не только реализуемые, но и все возможные функции существующего объекта.

Материальный носитель функции — отдельный конструктивный, технологический или другой элемент либо их совокупность, участвующие в реализации функции.

Функциональная модель объекта — описание его на языке выполняемых функций и их отношений — представляется графом или матрицей связей. При этом на первом (верхнем) уровне располагаются главные и второстепенные функции, на втором — основные функции объекта, на третьем и последующих — вспомогательные функции объекта в целом и его составляющих.

Структурно-элементная модель — условное изображение объекта (как правило, в виде графа), отражающее состав и соподчиненность его материальных составляющих (носителей функций).

Совмещенная (функционально-структурная) модель — графическое или матричное изображение изделия, получаемое наложением структурно-элементной модели на функциональную (например, матрица вида «структурные единицы объекта — функции»).

Следует различать следующие затраты на функции:

производственные — затраты на создание (изготовление) материальных носителей функции.

эксплуатационные — затраты на применение (эксплуатацию) носителя функции в сфере потребления.

функционально необходимые — минимально возможные затраты на реализацию комплекса функций объекта при соблюдении заданных требований потребителей (параметров качества) в условиях производства и применения (эксплуатации изделия), организационно-технический уровень которых соответствует уровню сложности

4. Стоимостная оценка вариантов решения при проведении ФЭА

Показатель	Формула	Условные обозначения
Функционально необходимые затраты (производственные)	$S_{\text{ф. н}} = \sum_{l=1}^{m} S_l + S_{\text{тс}}$ (33), $l = 1 \dots m$	$S_{\text{ф. н}}$ — функционально необходимые затраты; S_l — затраты по l-й основной функции; $S_{\text{тс}}$ — затраты на связи; m — число основных функций
Затраты по основной функции	$S_l = \sum_{j=1}^{p} S_{jl}$ (34), $j = 1 \dots p$	S_{jl} — затраты по j-й вспомогательной функции, обеспечивающей l-ю основную; P — число вспомогательных функций, участвующих в обеспечении l-й основной
Затраты по обеспечению вспомогательной функции	$S_{jl} = \sum_{i=1}^{H} (S_{\text{м}\,jli} + S_{L\,jli}) + S_{\text{об}\,jl}$ (35), $i = 1 \dots H$	$S_{\text{м}\,jli}$ — затраты на материалы на i-й операции, обеспечивающей j-ю вспомогательную функцию для l-й основной; $S_{L\,jli}$ — затраты на заработную плату; $S_{\text{об}\,jl}$ — затраты, связанные с эксплуатацией оборудования при реализации j-й вспомогательной функции; H — операции техпроцесса
Затраты на материалы	$S_{\text{м}\,jli} = \sum_{f=1}^{Q} c_f m_{fjli}$ (36), $f = 1 \dots Q$	c_f — цена единицы f-го вида материала; m_{fjli} — норма расхода f-го вида материала на i-й операции процесса по j-й вспомогательной функции; Q — виды материалов
Затраты на заработную плату рабочих	$S_{L\,jli} = l_{\text{ч}\,i} t_{\text{ш}\,jli} \cdot \left(1 + \frac{k_{\text{д}}}{100}\right) \times \left(1 + \frac{k_{\text{с. с}}}{100}\right)$ (37)	$l_{\text{ч}\,i}$ — часовая тарифная ставка на i-й операции, $t_{\text{ш}\,jli}$ — трудоемкость i-й операции; $k_{\text{д}}$, $k_{\text{с. с}}$ — соответственно доли дополнительной зарплаты и отчислений на социальное страхование, (%) от основной зарплаты
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, участвующего в изготовлении элементов j-й вспомогательной функции (определяется по методу машино-коэффициентов-часов)	$S_{\text{об}\,jl} = \sum_{i=1}^{W} S_{\text{м-ч. б}} \times k_{\text{м}\,i} t_{\text{м}\,jli}$ (38), $i = 1 \dots W$	$S_{\text{м-ч. б}}$ — затраты на машино-час работы оборудования, принятого за базу, $k_{\text{м}\,i}$ — машино-коэффициент для оборудования на i-й операции; $t_{\text{м}\,li}$ — норма машинного времени на i-й операции; W — машинные операции процесса
Себестоимость оснастки S, р./шт	$S = S_{\text{ф. н}} + S_{\text{к}}$ (39)	$S_{\text{к}}$ — косвенные расходы, не связанные с работой оборудования

Продолжение табл. 4

Показатель	Формула	Условные обозначения
Критерий выбора варианта	$1/k_{\Sigma v} = \frac{S_{\text{ф. н}} + E_{\text{н}} k_{\text{уд } v}}{P_{\text{ком}_v}} \to \min$ (40) либо $k_{\Sigma v} = \frac{P_{\text{ком } v}}{S_{\text{ф. н}} + E_{\text{н}} k_{\text{уд } v}} \to \max$ (41)	$k_{\Sigma v}$ — показатель интегрального качества; $k_{\text{уд } v}$ — удельные дополнительные капитальные затраты по v-му варианту (р./шт); $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности (0,15); $P_{\text{ком } v}$ — комплексный показатель качества варианта

Примечание. В случае изменения не только прямых, но и косвенных затрат по вариантам вместо $S_{\text{ф. н}}$ используются S и $S_{\text{тс}}$.

спроектированного объекта (методика расчета приведена в табл. 4).

Функционально-стоимостная диаграмма — совмещенная диаграмма для оценки соответствия значимости функций (в удовлетворении требований потребителей) и затрат на их реализацию — позволяет выявить бесполезные и вредные функции. Верхняя часть диаграммы отражает распределение функций по значимости, нижняя — по затратам.

Формы и направления применения функционально-экономического анализа (ФЭА) при создании оснастки. Методы и приемы ФЭА в силу своей универсальности могут быть применены при создании различных видов оснащения.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике существуют три формы ФЭА. Первая получила название *творческой* и используется на стадии проектирования объектов. Основное назначение этой формы — предотвратить появление неэффективных решений, бесполезных и вредных функций.

Работы, предусмотренные творческой формой ФЭА, объединяются в несколько этапов. В состав ФЭА при разработке новой оснастки (творческая форма) входят следующие этапы:

1. Подготовительно-информационный — подготовка, сбор и систематизация информации по объектам-аналогам, изучение патентной информации, тенденции спроса, предложений изобретателей. Формулирование целей и задач проектирования, построение «дерева целей», определение требований к характеристикам оснастки и их значимости, выявление противоречий, формулирование ограничений и идеального конечного результата, а также определение лимитных цен.

2. Аналитический — формулирование внешних функций (главных и второстепенных), выбор принципа реализации главной функции, формулирование основных (внутренних) функций (ввода, преобразования, выдачи), построение укрупненной функциональной модели, определение значимости функций, установление предельно-допустимых затрат по функциям.

3. Творческий — поиск идей по реализации основных функций, оценка идей с помощью положительно-отрицательных таблиц, формулирование вспомогательных функций (соединительных, изолирующих, крепежно-фиксирующих, гарантирующих надежность, долговечность, точность и др.), поиск идей по реализации вспомогательных функций, построение морфологических карт вариантов, определение состава материальных носителей функций по вариантам, синтез технических решений, построение укрупненной структурной модели объекта.

4. Исследовательский — качественная оценка степени исполнения функций по вариантам, укрупненная оценка производственных и эксплуатационных затрат на функции по вариантам, определение соотношений полученных значений затрат по функциям, с предельно-допустимыми, комплексная технико-экономическая оценка вариантов, определение условий внедрения вариантов.

5. Рекомендательный — обсуждение и окончательный выбор варианта построения объекта и оформление рекомендаций по его внедрению.

Вторая форма ФЭА — *корректирующая* — предназначена для отработки ранее созданных конструкций, в том числе на технологичность. Цель действий, выполняемых в соответствии с этой методикой, — привлечь внимание конструкторов и технологов к таким функциональным частям объекта, в которых имеются диспропорции между значимостью выполняемых функций и затратами на их осуществление, а затем обеспечить эффективный поиск вариантов, повышающих (сохраняющих) степень полезности объекта при уменьшении затрат на его производство и эксплуатацию.

Этапы проведения ФЭА при совершенствовании ранее выпущенной оснастки (корректирующая форма) следующие:

1. Подготовительный — выбор объекта, определение задач ФЭА, составление рабочего плана.

2. Информационный — подготовка и сбор информации об объекте и его аналогах, составление структурной модели объекта, определение условий изготовления и применения.

3. Аналитический — формулирование функций объекта и его элементов, построение функциональной модели, оценка значимости функций экспертным путем, построение совмещенной модели, определение затрат по функциям, построение функционально-стоимостной диаграммы, определение направлений совершенствования.

4. Творческий — поиск идей и вариантов решений, обеспечивающих ликвидацию вредных и бесполезных функций (совмещение полезных) и удешевление объекта.

5. Исследовательский — оценка, обсуждение и отбор рациональных вариантов.

6. Рекомендательный — оформление рекомендаций и плана внедрения.

Третья форма ФЭА — *инверсная* — применяется для систематизации процесса поиска сфер применения уже спроектированных объектов и обеспечивает выбор наиболее эффективной (с технических и экономических позиций) производственной системы, в которой предполагается использование объекта. Методика такой формы ФЭА включает следующие этапы: подготовительно-информационный; функциональное описание объекта применения; функциональное описание систем-потребителей; упорядочение комплекса функций и составление обобщенного функционального описания «объект-системы»; оценка и выбор наилучшего варианта использования объекта.

Для станочных приспособлений наиболее эффективно использование ФЭА для обеспечения технико-экономического оптимума при проектировании сложной оснастки и ее массового использования, унификации приспособлений и разработки оптимального комплекта оснастки (с минимальной стоимостью при соблюдении заданных требований к качеству), определения наиболее целесообразных сфер применения спроектированной оснастки.

Для первого случая используется творческая форма ФЭА, для второго — корректирующая и инверсная, а для третьего — инверсная.

Методы и приемы, применяемые при проведении функционально-экономического анализа станочной оснастки. *Методы поиска и формирования технических решений:*

1. Метод поэлементной отработки конструкторских решений (разработан Ю. М. Соболевым) предусматривает выделение основных и вспомогательных элементов конструкции, исходя из их функционального назначения, и нахождение более экономичных способов их осуществления.

2. Метод систематизированного анализа функций предусматривает упорядочение и построение диаграммы функций, позволяет проверить правильность формулировки и группировки функций с помощью системы логических тестов.

3. Мозговой штурм (коллективная

5. Возможные приемы преодоления типичных технических противоречий (фрагмент таблицы)

Какие характеристики нужно улучшить в соответствии с заданием	Какие характеристики ухудшаются при решении задачи известным способом							
	1	2	3	4	5	6	7	8 и т. д.
	Масса	Длина	Поверхность	Объем	Скорость	Ускорение	Сила	Напряжение
Масса	—	15, 8, 29, 34	29, 30, 8, 34	29, 34, 6, 9	2, 8, 12, 15	34, 3, 16	8, 9, 31, 12	30, 29, 2, 8
Длина	8, 14, 25, 29	—	4, 14, 15, 17	7, 17, 14	13, 14, 34	18, 35, 34	17, 10, 9	1, 8, 9, 35
Поверхность	2, 14, 29, 30	14, 15, 35	—	7, 14, 17	29, 30, 34	15, 18, 34	19, 16, 30	9, 15, 35
Объем	2, 14, 29, 8	1, 7, 4	1, 7, 34, 17	—	28, 18, 34	15, 34, 35	18, 15, 35	6, 35
Скорость	8, 31, 13	18, 13, 14	29, 30, 34	7, 29, 34	—	15, 34, 2	13, 23, 15, 19	6, 25, 35
Ускорение	8, 4, 29, 28	18, 35, 34	15, 18, 34	15, 34, 35	15, 34, 18	—	35, 34, 18	21, 9, 13
Сила	18, 35, 20, 12	17, 19, 9, 15	19, 16, 10, 15	18, 15, 10, 35	13, 28, 15, 12	35, 34, 10	—	35, 21, 11
Напряжение или давление и т. д.	19, 9, 8	35, 25, 9	9, 15, 35	6, 35, 9	6, 25, 35	21, 9, 13	24, 35, 12	—

Примечание. На пересечении строки и столбца указаны номера приемов устранения противоречий, содержание их раскрыто в табл. 6.

6. Перечень и содержание основных приемов устранения технических противоречий

№ приема	Наименование	Содержание
1	Деление	Разделить объект на независимые части
2	Выделение	Выделить из объекта особенность (деталь), которая мешает, или, наоборот, является единственно необходимой
3	Локальное качество	Перейти от однородной структуры к неоднородной. Каждая часть должна находиться в условиях, которые ей больше соответствуют
4	Асимметрия	Перейти от симметрии к асимметрии
5	Объединение	Соединить однородные предметы или предназначенные для однородных операций
6	Универсальность	Один предмет выполняет несколько функций
7	«Матрешка»	Вложение одного предмета в другой
8	Антивес	Компенсировать силу тяжести предмета путем соединения его с другими, способными переносить тяжести; Обеспечить самоходность предмета, используя аэро-, гидродинамические силы или электромагнитные
9	Исходное напряжение	Заранее осуществить в предмете изменения, которые будут затем противостоять нежелательным
10	Начальная реализация	Заранее разместить предметы, чтобы функционирование началось с наиболее удобного места
11	Заранее подложенная подушка	Компенсация малой надежности заблаговременной подготовкой аварийных средств
12	Эквипотенциальность	Изменение условий функционирования предмета, чтобы не возникла потребность в его подъеме и опускании
13	Противоположное действие	1. Вместо действий, продиктованных в задании, реализовать противоположные (вместо охлаждения — нагрев, и т. д.); 2. Сделать подвижные части неподвижными; 3. Перевернуть предмет
14	Сфероидальность	Перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских к сферическим, от кубических к шарообразным

Продолжение табл. 6

№ приема	Наименование	Содержание
15	Динамичность	Параметры должны изменяться так, чтобы быть оптимальными в любой фазе процесса
16	Частичное решение	Стремиться не к полному, а к частичному решению задачи
17	Перейти в иное измерение	1. Вместо перемещения вдоль прямой перейти к перемещению по плоскости; 2. Многоуровневое размещение вместо одноуровневого; 3. При небольшом числе предметов изменить их взаимное положение в пространстве
18	Изменение среды	1. Изменить окружение предмета; 2. Изменить предметы, прилегающие непосредственно к рассматриваемому
19	Импульсивное функционирование	Перейти от непрерывного к пульсирующему действию
20	Непрерывность функционирования	1. Все части предмета должны быть под нагрузкой; 2. Устранить ненужные обходные переходы; 3. Перейти от возвратно-поступательного к вращательному движению
21	Пересекок	Проходить опасные и вредные стадии процесса на большой скорости
22	Преобразовать «вредное в выгодное»	Использовать вредные факторы для получения дополнительного эффекта
23	«Клин-клином»	Устранить один вредный фактор с помощью другого
24	«Перегнуть палку»	Усилить вредный фактор в такой степени, что он перестанет быть вредным
25	Самообслуживание	1. Дополнительно к основным выполняются вспомогательные и ремонтные операции; 2. Использовать отходы (энергии, материалов) для выполнения вспомогательных операций
26	Копирование	Использовать вместо самого предмета упрощенную, дешевую копию (модель)
27	Дешевая долговечность	Изменить предмет, сделать его для одноразового использования
28	Заменить механическую систему	На электрическую, оптическую, акустическую, обонятельную
29	Использовать пневматику и гидравлику	Вместо твердых конструкций использовать газовые и жидкие (воздушную подушку, гидравлические устройства и др.)
30	Использовать эластичные поверхности и тонкие пленки	Вместо жестких конструкций — покрытия (заслоны) из эластичных материалов
31	Использовать магниты и электромагниты	Применить магнитные и электромагнитные силы
32	Изменить цвет	Или сделать цвет эластичным
33	Однородность	Изготовить предметы, работающие совместно с данным, из одного материала
34	Отвержение или преобразование деталей	Деталь, выполнившая свое назначение и ставшая излишней, должна быть отброшена, а не сохраняться в качестве лома
35	Изменение физико-технической структуры объекта	Изменение состояния, концентрации, эластичности, раздробленности, плотности, давления

генерация идей) — метод активизации творческого мышления — используется для получения большого числа оригинальных идей за короткий период времени. Процедура мозгового штурма проводится по специальным правилам, продолжительность одного сеанса 40—60 мин.

4. Морфологический анализ — метод систематического поиска способов решения проблемы путем составления углубленной многоаспектной классификации характеристик проблемы и комбинирования их значений для формирования новых вариантов (см. табл. 5 и 8).

5. Алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ) используют при поиске оригинальных технических решений, ориентируя разработ-

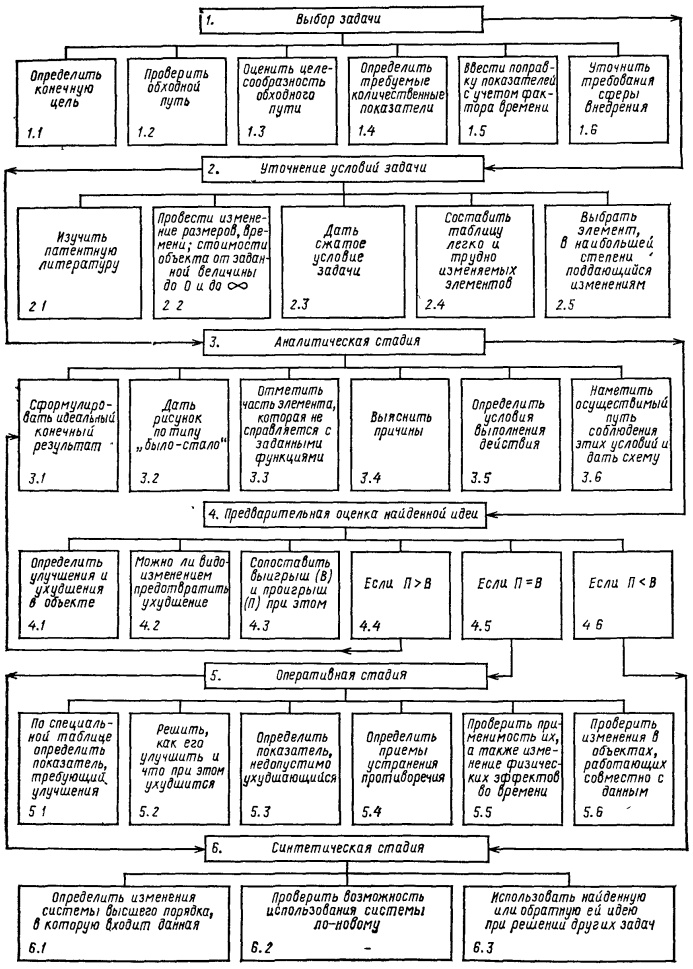


Рис. 6. Укрупненная блок-схема АРИЗ-71

чиков на максимальное приближение к идеальному конечному результату. АРИЗ предусматривает эвристическую алгоритмизацию поиска решений на основе выявления противоречий, возникающих в объектах и их составных частях, и использования стандартных процедур и таблиц для устранения этих противоречий (табл. 5). Перечень и содержание основных приемов устранения противоречий приведен в табл. 6. Один из первых алгоритмов решения изобретательских задач (АРИЗ-71) приведен на рис. 6.

Используемая в настоящее время модификация этого алгоритма, именуемая АРИЗ-82, состоит из семи основных частей: анализ ситуации, построение модели задачи, анализ физического противоречия, анализ модели задачи, анализ способа устранения физического противоречия, анализ полученного ответа, анализ хода решения.

Названный алгоритм предусматривает использование следующих основных положений:

переход от данной модели задачи технической системы к идеальной системе путем формулировки идеального конечного результата (ИКР);

переход от технического противоречия (ТП) к физическому противоречию (ФП);

использование вепольных преобразований (ВП) для устранения ФП. Вепольный анализ изучает свойства веполей; веполь — модель технической системы, включающая взаимодействующие вещества — инструмент и изделие, а также поле — энергию воздействия. Вепольные формулы, подобно химическим, отражают вещественно-полевой состав и структуру технической системы;

применение системы операторов, в концентрированном виде отражающих информацию о наиболее эффективных способах преодоления ТП и ФП (списки типовых приемов, таблицы их использования, таблицы и указатель применения физических эффектов).

Эффективность АРИЗ подтверждается многочисленными примерами.

Методы качественной и стоимостной оценки вариантов.

1. Метод расстановки приоритетов * служит для многокритериального, качественного анализа на основе экспертизы вариантов построения объектов. Предусматривает попарное сопоставление объектов по принципу «лучше», «хуже», «равно» и специальный алгоритм обработки полученных данных (методика расчета приведена в табл. 7).

2. Метод расчета себестоимости изделий по удельным показателям — укрупненная оценка затрат, основанная на предположении, что себестоимость меняется пропорционально изменению определяющего технико-эксплуатационного параметра изделия. Себестоимость проектируемого изделия определяется произведением удельных затрат, приходящихся на единицу параметра изделия аналога, и значения этого параметра для нового изделия.

3. Метод элементо-коэффициентов (разработан Л. И. Гамрат-Куреком) предназначен для укрупненной оценки себестоимости и приведенных затрат на стадии проектирования, учитывает сложность реализации главных элементов кинематической и электрической схем изделия путем введения соответствующих элементо-коэффициентов.

4. Метод экспертных оценок используется для укрупненной оценки себестоимости, основан на присвоении основным технико-эксплуатационным характеристикам проектируемого изделия балльных оценок (относительно наилучших достигнутых или перспективных значений параметров) и умножения их на ценностной множитель, полученный делением себестоимости ранее изготовленного аналогичного изделия на соответствующую ему сумму баллов.

5. Метод структурной аналогии служит для укрупненной оценки себестоимости, исходит из предположения о неизменности структуры затрат на базовое и новое изделия. Себестоимость определяется с учетом неизменности соотношения преобладающих элементов затрат (материальных или трудовых).

---

* Разработан В. А. Блюмбергом, В. Ф. Глущенко.

7. Оценка качества исполнения функций по методу расстановки приоритетов

Продолжение табл. 7

№ этапа	Содержание	Формулы (пример)	Условные обозначения
1	Определение числа сравниваемых вариантов x	$x_1, x_2, \ldots, x_j \ldots x_n$	n — число вариантов
2	Определение критериев отбора $\{k_r\}$	$k_1, k_2, \ldots, k_r \ldots k_m$	m — число критериев
3	Составление систем сравнения вариантов по r-му критерию	Например, при $x_j = 1, \ldots, 4$ по критерию k_1 $x_1 < x_2 \mid x_2 > x_3 \mid x_3 < x_4$ $x_1 = x_3$ $x_1 < x_4$	$<$ знак «хуже» $>$ знак «лучше» $=$ знак равно
4	Построение матрицы смежности a_{ij} по r-му критерию	Например, i | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 x_1 | $=$ | $<$ | $=$ | $<$ x_2 | $>$ | $=$ | $>$ | $<$ x_3 | $=$ | $<$ | $=$ | $<$ x_4 | $>$ | $>$ | $>$ | $=$	
5	Выбор системы количественных соотношений	a_{ij} { 0,5 при $<$; 1,5 при $>$; 1 при $=$	
6	Введение в матрицу смежности выбранных количественных соотношений	j i | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 x_1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 x_2 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,5 x_3 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 x_4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1	
7	Суммирование по строкам матрицы $\sum_{i=1}^{n} a_{ijr}$ и запись результатов в специальную графу	$\sum_{j=1}^{n} a_{ijr}$ Например, j i | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | Σa_{ijr} x_1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 3 x_2 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 4,5 x_3 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 3 x_4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 | 5,5	a_{ijr} — численное значение преимущества i-го варианта перед j-м по r-му критерию
8	Определение абсолютного приоритета вариантов друг перед другом по r-му критерию $\left(P_{ir}^{\text{абс}}\right)$ и запись в следующую специальную графу	$P_{ir}^{\text{абс}} = A \times B$ Например (см. этап 7) $I_{1r}^{\text{абс}} = 1{,}3 + 0{,}5\ 4{,}5 + 1{,}3 + 0{,}5\ 5{,}5 = 11$ $P_{r}^{\text{абс}} = 4{,}5\ 3 + 1\ 4{,}5 + 1{,}5\ 3 + 0{,}5\ 5{,}5 = 16{,}25$ и т. д	$A = x_{i1}, x_{i2} \ldots x_{in}$ $B = \begin{vmatrix} \sum_{1}^{m} a_{1j} \\ \sum_{1}^{m} a_{2j} \\ \sum_{1}^{m} a_{nj} \end{vmatrix}$
9	Определение относительного (нормированного) приоритета вариантов $\left(P_{ir}^{\text{отн}}\right)$ по r-му критерию и запись в следующую специальную графу	$P_{ir}^{\text{отн}} = \frac{P_{ir}^{\text{абс}}}{\sum_{i=1}^{n} I_{ir}^{\text{абс}}}$ Например, $I_{1r}^{\text{отн}} = \frac{11}{59,5} = 0{,}185$, $I_{2r}^{\text{отн}} = \frac{16{,}25}{59,5} = 0{,}273$ и т. д	$\sum_{i=1}^{n} P_{ir}^{\text{отн}} = 1$
10	Сопоставление всех вариантов по оставшимся нерассмотренным критериям $(k_2, k_3, \ldots, k_m)$	Выполняется в соответствии с этапами 4—8	
11	Получение системы для сравнения критериев между собой	Выполняется аналогично этапу 3, в качестве объектов сравнения выступают сами критерии	
12	Построение матрицы смежности для критериев $(k = 1 \ldots m)$	Выполняется аналогично этапам 4—5	
13	Расчет абсолютных $\left(P_j^{\text{абс}}\right)$ и относительных $\left(P_j^{\text{отн}}\right)$ приоритетов критериев друг перед другом	Выполняется аналогично этапам 6—9	
14	Определение комплексных приоритетов $P_{i\text{ комп}}$ вариантов	$I_{i\text{ комп}} = \sum_{j=1}^{m} P_j^{\text{отн}} I_{ij}^{\text{отн}}$ (43) Условие выбора $P_{i\text{ комп}} \to \max$	$P_{i\text{ комп}}$ — комплексный приоритет i-го варианта перед всеми сравниваемыми по совокупности критериев

8. Значимость и величина параметров, определяющих конструкцию

Значимость параметра, баллы	Параметр	Величина параметра					
0,5	Усилие, развиваемое приводом, Н	150	300	500	700	—	—
0,2	Масса, кг	45	51	59	73	85	—
0,15	Наибольшее перемещение губок, мм	3	10	15	20	—	—
	Габаритные размеры, мм:						
0,05	высота	130	155	160	170	200	210
0,05	ширина	120	145	160	200	212	—
0,05	длина	120	125	130	150	160	—

6. Метод оценки себестоимости с помощью математико-статистического аппарата (регрессивного, корреляционного, факторного и т. д. анализа) основан на использовании заранее установленных (обработкой статистических данных) математических зависимостей себестоимости от различных характеристик изделия. Затраты на изготовление нового изделия определяют подстановкой значений параметров проектируемого изделия в формулу математической модели.

Особенности этапов выполнения ФЭА при создании станочных приспособлений. Проектирование оснастки на основе функционального подхода проводится в соответствии с алгоритмом творческой формы ФЭА. Совершенствование ранее созданных конструкций выполняется по алгоритму корректирующей формы ФЭА. Рассмотрим особенности ее этапов.

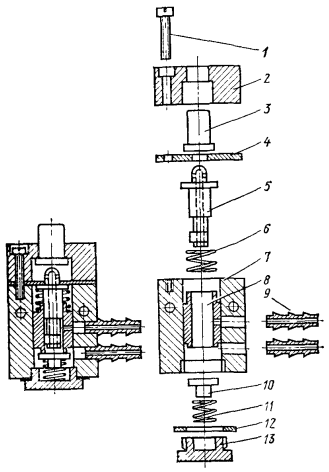


Рис. 7. Составные элементы вентиля

На *первых двух этапах определяется система параметров*, характеризующих приспособление (например, усилие зажима, кратность использования, условия эксплуатации и др.). Анализируются детали, для которых оно предназначено. По каждому параметру, на основе изучения технической документации по прошлым разработкам, ТУ, научно-технической информации определяется диапазон значений (при этом могут быть использованы результаты предварительного прогнозного анализа тенденций изменения отдельных параметров, выполненного методом экстраполяции).

С помощью экспертной оценки устанавливается взаимная значимость выделенных параметров исходя из основного назначения приспособления и требований технологического процесса. Полученные результаты заносятся в таблицу, аналогичную табл. 8, составленной по статистическим данным для некоторых приспособлений типа тисков.

Реально возможные сочетания параметров принимаются как отправные для последующей проработки.

Анализ каждого параметра дает возможность представить характер проектирования приспособления, найти его конструктивные особенности (например, величину усилия зажима, которая определяет возможные типы среды привода).

9. Функции, выполняемые элементами вентиля (см. рис. 7)

№ поз.	Элемент конструкции	Выполняемая функция	Индекс функции
1	Винт цилиндра	Направляет плиту и закрывает пластину, крепит ее	$f_{1.1}$
2	Направляющая плита	Дает направление для нажимного плунжера Удерживает плунжер Обеспечивает прикрепление к корпусу	$f_{2.1}$ $f_{2.2}$ $f_{2.3}$
3	Плунжер	Передает усилие включения	$f_{3.1}$
4	Закрывающая пластина	Ограничивает длину цилиндра (ход)	$f_{4.1}$
5	Вентиль	Открывает и закрывает, регулирует давление Обеспечивает удаление воздуха Гарантирует уплотнение Гарантирует движение по цилиндру Воспринимает давление пружины Определяет длину цилиндра (ход)	$f_{5.1}$ $f_{5.2}$ $f_{5.3}$ $f_{5.4}$ $f_{5.5}$ $f_{5.6}$
6	Пружина вентиля (клапан)	Дает возможность для удаления воздуха	$f_{6.1}$
7	Корпус	Воспринимает движение вентиля Удерживает штуцеры Запирает винт Дает возможность общего закрепления Создает опору для направляющей плиты Передает давление	$f_{7.1}$ $f_{7.2}$ $f_{7.3}$ $f_{7.4}$ $f_{7.5}$ $f_{7.6}$
8	Направляющая для вентиля	Направляет вентиль Гарантирует уплотнение Передает давление Воспринимает давление Ограничивает движение пружины Ограничивает давление цилиндра	$f_{8.1}$ $f_{8.2}$ $f_{8.3}$ $f_{8.4}$ $f_{8.5}$ $f_{8.6}$
9	Штуцеры	Гарантируют уплотнение Обеспечивают возможность надевания шлангов под давлением Передают давление	$f_{9.1}$ $f_{9.2}$ $f_{9.3}$
10	Резиновая втулка (пробка)	Обеспечивает уплотнение	$f_{10.1}$
11	Нажимная пружина резиновой втулки	Поджимает втулку Направляет втулку	$f_{11.1}$ $f_{11.2}$
12	Прокладка	Уплотняет корпус	$f_{12.1}$
13	Заглушка	Запирает корпус Воспринимает усилие пружины Поджимает пружину	$f_{13.1}$ $f_{13.2}$ $f_{13.3}$

Зная значимость каждого параметра, конструктор может определить основные направления разработки, нуждающиеся в оптимизации.

Третий этап — аналитический — предусматривает установление основных и вспомогательных функций анализируемого приспособления, элементов, выполняющих эти функции; оценку затрат и значимости функций. Очень часто (и это весьма важно) вспомогательные функции выполняются в виде самостоятельного конструктивного элемента или их совокупности. Вслед за установлением функций изделия проводится углубленный анализ элементов, реализующих функцию, и их отдельных поверхностей. Исключение ненужных функций позволяет сократить число лишних элементов, усложняющих и удорожающих конструкцию.

На рис. 7 представлены общий вид и составные элементы одной из сбо-

10. Функциональная структура (модель) изделия

Индекс основной функции	Содержание основной функции	Вспомогательные функции, обеспечивающие основные				
F_1	Перекрытие сжатого воздуха (открывать, закрывать)	$f_{4.1}$ $f_{5.7}$ $f_{6.1}$ $f_{8.2}$ $f_{9.2}$ $f_{14.1}$	$f_{5.1}$ $f_{5.4}$ $f_{7.1}$ $f_{8.3}$ $f_{10.1}$ $f_{13.2}$	$f_{5.5}$ $f_{5.2}$ $f_{7.6}$ $f_{8.4}$ $f_{11.1}$ $f_{13.3}$	$f_{5.6}$ $f_{5.3}$ $f_{8.1}$ $f_{8.5}$ $f_{11.2}$	$f_{8.6}$ $f_{12.1}$
F_2	Обеспечение возможности включения	$f_{5.1}$	$f_{2.2}$	$f_{3.1}$	$f_{7.5}$	
F_3	Обеспечение подключения шлангов под давлением	$f_{7.2}$	$f_{9.1}$	$f_{9.3}$		
F_4	Обеспечение закрепления вентиля	$f_{1.1}$	$f_{7.3}$	$f_{7.4}$		

рочных единиц пневматического привода — вентиля. Анализируя функции вентиля, можно выделить четыре основных (см. табл. 10).

Каждая из этих функций осуществляется с помощью ряда вспомогательных, которые выполняются совокупностью самостоятельных элементов или отдельных поверхностей деталей. Перечень функций и элементов, реализующих их, дан в табл. 9.

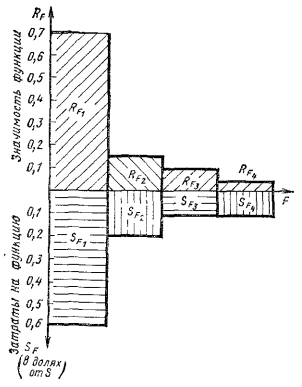


Рис. 8. Функционально-стоимостная диаграмма вентиля

Распределение вспомогательных функций по принадлежности к основным приведено в табл. 10.

На основе функциональной модели (ФМ), а также состава элементов конструкции и выполняемых ими функций может быть построена совмещенная модель (чаще всего представляемая матрицей элементы — функции). Построение таких моделей облегчает определение стоимостных характеристик функций и выявление излишних, удорожающих объект.

Затраты на обеспечение вспомогательных функций приспособлений подсчитываются по формулам, приведенным в табл. 4. Результаты заносят в таблицу, аналогичную табл. 11. Например, для вентиля подсчет функционально необходимых затрат может быть выполнен по конструктивно самостоятельным элементам, приведенным в табл. 9.

Учитывая функциональную структуру объекта (табл. 10), можно определить функционально необходимые затраты на осуществление основных функций. Так, для рассматриваемого вентиля $S_{F_1} = 12$; $S_{F_2} = 4$; $S_{F_3} = 2$; $S_{F_4} = 2$; $S_{общ} = 20$ (затраты приведены в условных единицах).

Исходя из требований, предъявляемых к вентилю, можно экспертным путем оценить значимость R_{F_i} каждой функции для потребителя.

11. Распределение затрат по функциям вентиля (рис. 7)

№ поз.	Элемент конструкции	Индекс выполняемой функции	Расходы на реализацию функций, условные единицы	Суммарные затраты на конструктивный элемент, условные единицы
1	Винт цилиндра	$f_{1.1}$	0,80	0,80
2	Направляющая плита	$f_{2.1}$ $f_{2.2}$ $f_{2.3}$	0,50 0,50 0,50	1,50
3	Нажимная кнопка	$f_{4.1}$	1,00	1,00
4	Закрывающая пластина	$f_{4.1}$	0,12	0,12
5	Вентиль	$f_{5.1}$ $f_{5.2}$ $f_{5.3}$ $f_{5.4}$ $f_{5.5}$ $f_{5.6}$ $f_{5.7}$	1,20 0,48 0,60 0,48 0,72 0,12 0,12	3,72
6	Пружина вентиля (клапана)	$f_{6.1}$	0,60	0,60
7	Корпус	$f_{7.1}$ $f_{7.2}$ $f_{7.3}$ $f_{7.4}$ $f_{7.5}$ $f_{7.6}$	0,60 0,60 0,36 2,00 0,60 0,48	4,64
8	Направляющая для вентиля	$f_{8.1}$ $f_{8.2}$ $f_{8.3}$ $f_{8.4}$ $f_{8.5}$ $f_{8.6}$	0,72 0,48 0,48 0,06 0,06 0,72	2,52
9	Штуцеры	$f_{9.1}$ $f_{9.2}$ $f_{9.3}$	0,80 0,48 0,60	1,88
10	Резиновая втулка (пробка)	$f_{10.1}$	0,72	0,72
11	Нажимная пружина резиновой втулки	$f_{11.1}$ $f_{11.2}$	0,72 0,48	1,20
12	Прокладка	$f_{12.1}$	0,48	0,48
13	Заглушка	$f_{13.1-13.2}$	0,70	0,70

Например: $R_{F_1} = 0{,}7$; $R_{F_2} = 0{,}15$; $R_{F_3} = 0{,}1$; $R_{F_4} = 0{,}05$. Совместное рассмотрение значимости и затрат на функции удобно выполнять с помощью функционально-стоимостной диаграммы (рис. 8). Функции, по которым затраты превышают значимость, нуждаются, в первую очередь, в усовершенствовании.

Такой подробный анализ может быть выполнен по отношению к ранее спроектированной конструкции для ее улучшения.

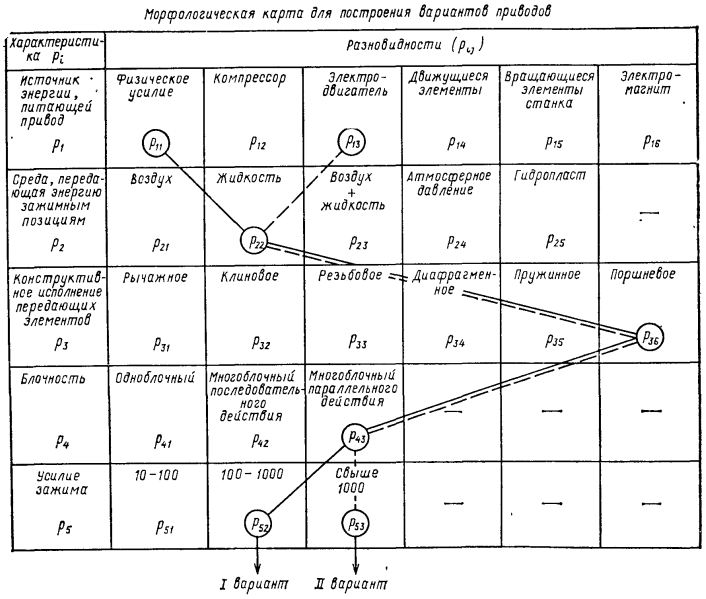
При создании новой конструкции на третьем этапе ограничиваются определением основных и вспомогательных функции будущего приспособления и построением ФМ с последующим рассмотрением всех возможных вариантов реализации функций на четвертом этапе.

Четвертый этап — творческий — связан непосредственно с конструированием и поиском лучших вариантов исполнения функции. Так как каждая функция имеет определенное число независимых свойств и исполнений, их можно свести в морфологическую матрицу (карту). В построении ее принимают участие наиболее квалифицированные специалисты.

Рассмотрим построение морфологической карты на примере приводов

Таблица 12

Морфологическая карта для построения вариантов приводов



станочных приспособлений. Функциональное назначение привода состоит в облегчении процесса зажима заготовок при обработке на металлорежущих станках. Предположим, что цель проведения морфологического анализа заключается в нахождении возможных (существующих и несуществующих) вариантов приводов. Границы исследуемого множества можно очертить, представив структурную схему создания и функционирования привода.

Анализ существующих приводов позволяет выделить их основные признаки, а также установить иерархию элементов и отношений между ними. Важнейшими среди них являются элементы, служащие для передачи усилия зажима (энергоносители), конструкция которых во многом определяется типом рабочей среды [жидкая (масло), газообразная (воздух), гидропласт и д. р.)].

Признаками системы «привод», кроме типа рабочей среды, могут служить усилие зажима, конструктивное исполнение силового и передающего механизмов, блочность, степень универсальности. Тогда, представив возможные характеристики (признаки) и их разновидности в виде матрицы (табл. 12), можно получить двумерную модель системы. Наложение на нее внешних ограничений, например типа производства и других, позволяет перейти к трехмерной модели.

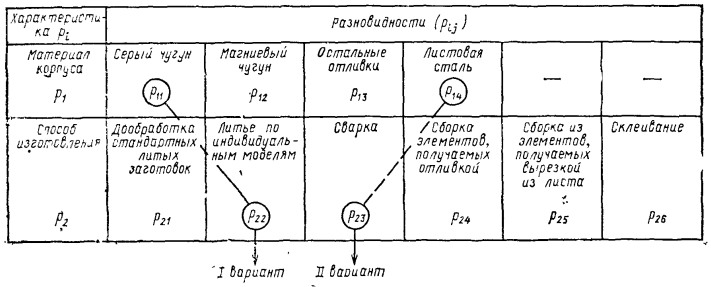
Цепочка элементов матрицы, составленная из сочетаний элементов по одному из каждого ряда, моделирует определенный вариант привода. Кроме морфологического анализа для поиска вариантов могут быть использованы метод мозгового штурма (в ос-

13. Разновидности критериев и ограничений при проектировании фрезерного приспособления

№	Критерий	Ограничения	Выход (результат)
1, 2	Считаются заранее заданными (альтернатив нет)	Условия внешней среды	—
3	Ориентация (заготовка — инструмент)	Связь детали с другими деталями; связь обрабатываемой поверхности с другими поверхностями детали	Положение заготовки в приспособлении
4	Минимальное удаление обрабатываемого участка от основной базовой поверхности, максимальная площадь базы	На точность; на параллельность	Положение заготовки в пространстве
5	Простота траектории перемещения детали (инструмента); минимум пути; минимум размера корпуса; минимум съемных элементов	Расположение базового участка; габариты корпуса; масса заготовки	Число степеней свободы перемещения заготовки в пространстве
6	Направление зажимного усилия в сторону фиксационных точек; расположение точек приложения усилий зажима и фиксационных усилий на одной оси; наилучшее прилегание заготовки к фиксационным точкам	Производственные условия	Чертеж схемы зажима и баз
7	Габариты приспособления; металлоемкость; стоимость	Число зажимных и фиксационных точек	Тип привода
8	Простота формы; удобство расположения; соответствие схемам установки и зажима	Требования производства; наличие унифицированных элементов	Конструкция зажимных и конфигурация фиксирующих элементов
9	Максимальный уровень механизации	Серийность изготовления	Конструкция фиксирующих элементов
10	Минимум занимаемой площади; минимум высоты, минимум массы		Расположение привода и его составляющих
11	Необходимая прочность, жесткость, виброустойчивость; минимальные габариты; минимальные материалоемкость и себестоимость	Степень интенсивности использования, условия эксплуатации (тип станка, число одновременно обрабатываемых заготовок)	Конструкция корпуса
12	Удобство расположения; удобство и безопасность управления	Размещение шлангов; передвижение элементов системы СПИД; движение рук оператора	Станочное приспособление в комплексе с приводом

Таблица 14

Фрагмент морфологической карты вариантов изготовления корпусов



15. Варианты исполнения корпусов

Вариант	Преимущества	Недостатки
I	Уменьшение объема обработки Высокие прочность и жесткость Возможность длительного использования	Необходимость создания литьевой модели Громоздкость Высокая стоимость Увеличение длительности цикла изготовления
II	Компактность Снижение материалоемкости Возможность выполнения каналов для воздуха и жидкости	Снижение жесткости Уменьшение прочности

новном при проектировании новой специальной оснастки) и элементы АРИЗ.

На пятом этапе — исследовательском, чтобы оценить все реально возможные варианты конструктивно-технологического исполнения приспособления и его сборочных единиц, рекомендуется использовать экспертные методы, составлять положительно-отрицательные таблицы по каждому из вариантов и определять на основе выбранных критериев коэффициенты обобщенного качества и затраты, необходимые для осуществления вариантов.

В табл. 13 приведены некоторые критерии, ограничивающие условия и результаты каждого из основных этапов проектирования для фрезерного гидравлического приспособления (1.2 — анализ заготовки и технологического процесса; 3—6 — определение конструктивных, фиксационных, установочных и зажимных баз; 7 — выбор среды энергоносителя; 8 — определение положения элементов, контактирующих с заготовкой; 9 — разработка механизма фиксации; 10 — определение положения привода; 11, 12 — проектирование корпуса и соединение силовых агрегатов.

С учетом того, что многообразие конструктивных решений приспособлений дополняется множеством технологических вариантов их реализации, положительно-отрицательные таблицы составляются как для вариантов конструкции, так и для технологического способа изготовления элементов приспособления. В значительной мере это положение относится к корпусам приспособлений,

16. Значения коэффициентов $k_р$, $k_п$, $k_н$ для оценки универсальности приспособлений ($k_з$)

Особенности конструкций, связанные с регулированием губок	$k_р$	Особенности конструкций, связанные с поворачиваемостью тисков	$k_п$
Нерегулируемые губки	0,7	Неповоротные	0,8
Регулирование неподвижной губки перестановкой	0,8	Поворотные на 180°	0,9
Регулирование неподвижной губки с помощью рейки	0,85	Поворотные на 360°	1
Регулирование неподвижной губки путем перестановки с помощью винта	0,9	Особенности конструкции, связанные с возможностью работы с наладками	$k_н$
Регулирование подвижной губки с помощью винта, неподвижной — перестановкой	1	Безналадочные	0,7
		Наладочные	1

В рассмотренном выше примере привода корпус может быть изготовлен из различных материалов несколькими способами, разновидности которых наглядно могут быть представлены в виде фрагмента морфологической карты (табл. 14).

Зная основные критерии оценки качества корпусов приспособлений и их экономические характеристики, можно составить положительно-отрицательную таблицу для каждого реального варианта (табл. 15). Те из вариантов, которые удовлетворяют требованиям технического задания на проектирование приспособления, подвергаются дальнейшей проработке.

По предварительной оценке (см. табл. 15), с учетом накладываемых ограничений (например, для мелкосерийного производства), лучшим из двух сравниваемых можно считать вариант II.

На шестом этапе — рекомендательном — осуществляется окончательный выбор варианта исполнения приспособления с помощью показателя интегрального качества ($k_{\Sigma v}$ или $1/k_{\Sigma i}$), учитывающего как качественные, так и стоимостные характеристики приспособления [формулы (40), (41), табл. 4].

В ряде случаев для упрощения расчетов знаменатель выражения (40) может быть заменен интегральным коэффициентом $k_с$, учитывающим качество приспособлений по ряду показателей, предложенных А. М. Мурашовым. Тогда

$$k_с = k_1 k_2 k_3, \qquad (44)$$

где k_1 — коэффициент, учитывающий зависимость массы конструкции m от усилия Q, развиваемого приводом; рассчитывается по формуле $k_1 = Q/C_1 m$, (для тисков $C_1 = 50$; для патронов, кулачков $C_1 = 60$; для приводов $C_1 = 100$); k_2 — коэффициент длины хода губок, определяется как отношение хода губок LC_2 к массе приспособления m (для тисков $C_2 = 5$; для патронов $C_2 = 5$; для приводов $C_2 = 1{,}5$); k_3 — коэффициент универсальности, отражающий способность конструкции к переналадке.

Для приспособлений типа тисков

$$k_з = k_р k_п k_н, \qquad (45)$$

где $k_р$ — коэффициент, учитывающий способ регулирования; $k_п$ — коэффициент, отражающий возможность поворота рабочей поверхности тисков; $k_н$ — коэффициент, учитывающий возможности работы с наладками.

Варианты оценок, составляющих $k_з$ для приспособлений типа тисков, приведены в табл. 16.

Оценив укрупненно качество сравниваемых вариантов приспособлений по табл. 16 и подставив значения коэффициентов в формулу (40), можно окончательно выбрать вариант, например, по минимуму показателя $1/k_{\Sigma v}$.

Пример. Для тисков пневматических, наладочных, поворотных на 360° с усилием

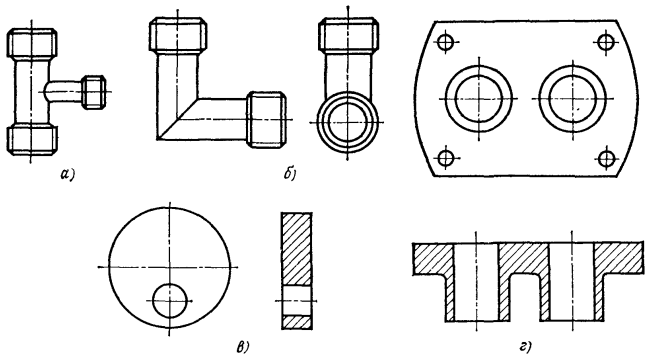


Рис. 9. Виды деталей, обрабатываемые в анализируемых приспособлениях:
а — тройник; *б* — угольник; *в* — деталь с эксцентричным отверстием; *г* — корпус с параллельными отверстиями

$Q = 300$ Н, массой $m = 73$ кг, ходом губок $L = 15$ мм (подвижная губка регулируется с помощью винта, неподвижная — переставной) коэффициент k_c определяется через k_1, k_2, k_3: $k_1 = 0.822$; $k_2 = 1{,}03$, $k_3 = 1$, т. е. $k_c = 0.846$.

С учетом степени сложности реализации основных функций приспособления ориентировочная себестоимость одного приспособления $S_1 = 125$ р.

Затраты на условную единицу качества: $1/k_{\Sigma_1} = 125/0{,}846 \approx 147{,}7$ р.

Для другого варианта тисков при тех же конструктивных особенностях, но при $m = 44.6$ кг и $Q = 150$ Н имеем $k_c = 0{,}9$, а себестоимость одного приспособления $S_2 = 80$ р. При этом $1/k_{\Sigma_2} = 80/0.9 = 88$ р./единица.

Очевидно, при необходимости выбора из двух вариантов предпочтение должно быть отдано второму, имеющему меньшие затраты на условную единицу качества (при условии, что капитальные затраты остаются неизменными по вариантам).

Проверка правильности выбора дополняется построением и анализом функционально-стоимостной диаграммы, аналогичной приведенной на рис. 8. Для того чтобы ее построить, используют экспертные данные по определению значимости (относительной важности) функций для приспособления в целом величины затрат, приходящихся на материальные носители, реализующие каждую функцию. Функционально-стоимостная диаграмма для вентиля, приведенная на рис. 8, иллюстрирует примерное соответствие между затратами и значимостью функций, что является подтверждением правильности выбора решений в этом случае.

Использование ФЭА при унификации станочной оснастки. В состав работ по проведению ФЭА при решении вопросов унификации приспособлений входят следующие: постановка задачи и сбор информации по совокупности объектов унификации, определение системы параметров в зависимости от требований систем-потребителей; выделение основных функций: формулирование и анализ вспомогательных функций; построение функциональной и совмещенной модели; определение функционального набора для унифицированной структуры; выявление всех способов выполнения функций унифицированной структуры изделий; определение затрат на реализацию вспомогательных функций; определение затрат на реализацию основных функций. выбор оптимального варианта конструктивно-технологического исполнения унифицированного решения.

Рассмотрим порядок проведения работ по унификации с помощью ФЭА на примере приспособлений для токарной обработки деталей, изображенных на рис. 9.

1. *Постановка задачи, определение системы параметров.* Исходными данными для проведения унификации являются результаты тщательного анализа существующих на предприятии приспособлений для токарных операций. Задача заключается в том, чтобы из всей информации о приспособлениях выбрать те, которые выполняют тождественные функции и должны быть подвергнуты унификации с учетом их конструктивных возможностей и масштабов использования.

Положим, что в результате анализа выбраны с целью унификации три приспособления (рис. 10, табл. 18—20): первое — для обточки угольников и тройников (*а*); второе — для получения эксцентриков (*б*); третье — для сверления двух параллельных отверстий в крышках для масляного насоса вакуумной установки (*в*). Задача: сконструировать приспособление, заменяющее эти три, но при сохранении качества исполнения функций и минимальных затратах на изготовление.

Система параметров, характеризующая приспособления-аналоги, представлена в табл. 17.

17. Значимость и величина параметров, определяющих конструкцию по приспособлениям, взятым за аналоги

Значимость параметра, баллы	Параметр	Величина параметра		
		а	*б*	*в*
	Габаритные размеры обрабатываемых деталей, мм:			
0,8	диаметр	30	120	—
0,8	высота	70	—	60
0,8	ширина	—	50	80
	Габаритные размеры приспособления, мм:			
0,9	диаметр	250	250	250
0,5	высота	80	100	90
0,2	Масса, кг	3	3,2	3,15

Анализ каждого параметра дает возможность представить характер проектирования унифицированного приспособления, найти его конструктивные особенности.

2. *Определение главных, второстепенных и основных функций* в приспособлениях, взятых за аналоги (рис. 10).

Приспособление для обработки угольников и тройников представлено на рис. 10, *а*.

Анализируя это приспособление, можно выделить следующие внешние функции:

главные F_1 — обеспечить требуемое положение детали относительно режущего инструмента с заданной точностью (при обточке поверхностей) и F_2 — однозначно координировать приспособление относительно станка, второстепенная F_3 — обеспечить безопасность и удобство работы.

Главные функции удовлетворяются следующими основными (внутренними): F'_{11} — позиционировать детали; F'_{12} — зажать деталь; F'_{13} — регулировать зону установки и зажима с учетом разных размеров деталей; F'_{14} — регулировать зону установки и зажима с учетом разной конфигурации деталей; F'_{15} — гарантировать заданную точность установки.

Индекс основной функции состоит из двух частей: номер главной функции, которую она реализует, и собственный порядковый номер.

Функция F'_{12} может быть представлена дифференцированно (она является комплексной рабочей функцией для приспособления): F_{121} — подать энергию зажима; F_{122} — передать зажимное усилие; F_{123} — регулировать зажимное усилие; F_{124} — зафиксировать силовое замыкание.

Приспособление для получения эксцентричных отверстий (рис. 10, *б*) предназначено для выполнения тех же главных и второстепенных функций (при обработке единичных отверстий).

В состав основных функций входят следующие: F''_{11} — позиционировать деталь в пространстве; F''_{12} — зажать деталь; F''_{13} — гарантировать заданную точность установки; F''_{14} — изменять ориентацию детали в пространстве; F''_{15} — измерять эксцентриситет;

Приспособление для обточки двух параллельных отверстий (рис. 10, *в*) выполняет главные и второстепенные функции, аналогичные предыдущим (в условиях многопозиционной обточки отверстий).

Основные функции, реализующие

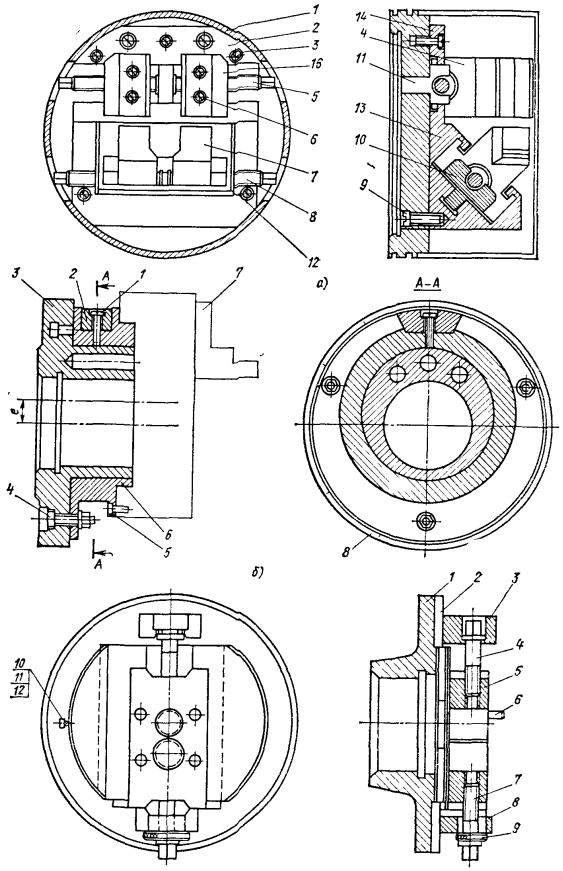


Рис. 10. Виды анализируемых приспособлений

18. Функции элементов приспособления для обточки угольников и тройников (рис. 10, *а*)

№ поз.	Элемент конструкции	Выполняемая вспомогательная функция	Индекс функции
1	Кожух	Гарантирует безопасность работы	$f_{1.1}$
2	Основание	Обеспечивает крепление приспособления к шпинделю станка	$f_{2.1}$
3	Винт М5×15 (3 шт)	Крепят планку к основанию	$f_{3.1}$
4	Кулачок (2 шт)	Позиционируют базовые поверхности детали в заданном положении и зажимают их	$f_{4.1}$
5	Индивидуальный винт 1	Перемещает кулачок в пространстве Передает усилие кулачку	$f_{5.1}$ $f_{5.2}$
6	Винт М5×45 (4 шт)	Обеспечивает замену сменных кулачков	$f_{6.1}$
7	Губка (2 шт)	Зажимает обрабатываемую деталь	$f_{7.1}$
8	Индивидуальный винт 2	Перемещает губки в пространстве Передает усилие губкам	$f_{8.1}$ $f_{8.2}$
9	Винт М8×20 (3 шт)	Крепят колодку к основанию	$f_{9.1}$
10	Вилка 1	Гарантирует точность перемещения индивидуального винта *1*	$f_{10.1}$
11	Вилка 2	Гарантирует точность перемещения индивидуального винта *2*	$f_{11.1}$
12	Крышка	Уменьшает вибрацию индивидуального винта *1*	$f_{12.1}$
13	Колодка	Обеспечивает перемещение губок в строго определенном направлении	$f_{13.1}$
14	Планка	Обеспечивает перемещение кулачков в строго определенном направлении	$f_{14.1}$
15	Сменный кулачок (2 шт)	Позволяет обрабатывать детали разной конфигурации	$f_{15.1}$

19. Функции элементов приспособления для обточки эксцентричных отверстий (рис. 10, *б*)

№ поз.	Элемент конструкции	Выполняемая вспомогательная функция	Индекс функции
1	Винт М5×75	Крепит груз к муфте	$f_{1.1}$
2	Груз	Уменьшает разбаланс приспособления	$f_{2.1}$
3	Планшайба	Обеспечивает крепление приспособления к шпинделю станка Создает эксцентриситет (направляет муфту)	$f_{3.1}$ $f_{3.2}$

Продолжение табл. 19

№ поз.	Элемент конструкции	Выполняемая вспомогательная функция	Индекс функции
4	Болт	Обеспечивает жесткое соединение муфты и планшайбы Обеспечивает окружное перемещение муфты по направляющему пазу планшайбы	$f_{4.1}$ $f_{4.2}$
5	Винт М3×15 (4 шт.)	Крепит 3-кулачковый патрон к приспособлению	$f_{5.1}$
6	Муфта	Изменяет ориентацию собственной оси в пространстве	$f_{6.1}$
7	Шкала	Определяет величину эксцентриситета	$f_{7.1}$
8	3-кулачковый патрон	Зажимает деталь	$f_{8.1}$

20. Функции элементов приспособления для обработки двух параллельных отверстий (рис. 10, *в*)

№ поз.	Элемент конструкции	Выполняемая вспомогательная функция	Индекс функции
1	Планшайба-диск	Обеспечивает крепление приспособления к шпинделю станка	$f_{1.1}$
2	Диск	Обеспечивает перемещение колодок в радиальном направлении	$f_{2.1}$
3	Упор	Фиксирует болт в определенном положении	$f_{3.1}$
4	Болт	Передает усилие колодке Перемещает колодку в радиальном направлении	$f_{4.1}$ $f_{4.2}$
5	Колодка (2 шт)	Обеспечивает обработку деталей разных типоразмеров	$f_{5.1}$
6	Палец	Позиционирует деталь	$f_{6.1}$
7	Винт упорный	Передает усилие нижней колодке Перемещает нижнюю колодку в радиальном направлении	$f_{7.1}$ $f_{7.2}$
8	Упор	Обеспечивает упор для фиксирующей гайки	$f_{8.1}$
9	Фиксирующая гайка	Стопорит упорный винт	$f_{9.1}$
10	Винт М5×75	Зажимает колодки в определенном положении Обеспечивает жесткость конструкции	$f_{10.1}$ $f_{10.2}$
11	Гайка М5 (2 шт)	Прижимает обрабатываемую деталь к колодкам	$f_{11.1}$
12	Шайба Ø 5 (2 шт)	Увеличивает износостойкость гайки М5	$f_{12.1}$

Примечание. Степень детализации функций элементов может быть более глубокой, что определяется целями анализа.

Таблица 21

Морфологическая карта вариантов реализации унифицированного приспособления

Функция	Разновидности реализаций (по аналогам)		
Позиционировать деталь в пространстве и закреплять ее в приспособлении (F_{11}, F_{12})	а) 1 - кулачки 2 - индивидуальный винт 1 3 - губки 4 - индивидуальный винт 2	б) 3-х кулачковый патрон	в) 1 - болт 2 - палец 3 - винт упорный 4 - винт М5×75 5 - гайка М5 6 - шайба Ø5
Крепить приспособление к шпинделю станка (F_2)	а) Основание	б) 1 - планшайба 2 - винт М3×15	в) 1 - винт М5×75 2 - диск
Обеспечить минимум погрешности установки детали в приспособлении (F_{13})	а) 1 - крышка 2 - вилка 1 3 - вилка 2 4 - винт М5×15 5 - винт М8×20	б) болт	в) 1 - винт М5×75 2 - диск
Изменять ориентацию детали в пространстве (F_{14}'')		б) 1 - планшайба 2 - болт 3 - муфта	в) 1 - упор 2 - болт 3 - колодки 4 - винт упорный 5 - фиксирующая гайка
Измерять эксцентриситет (F_{15}'')		б) шкала	
Обрабатывать детали различных типоразмеров (F_{14}')	а) 1 - индивидуальный винт 1 2 - индивидуальный винт 2 3 - колодка 4 - планка		
Обрабатывать детали различной конфигурации (F_{15}')	а) 1 - винт М5×45 2 - сменные кулачки		
Гарантировать безопасность работы (F_3)	а) кожух		

22. Положительно-отрицательная матрица сравнения вариантов
(см. табл. 21)

Основная функция	Вариант реализации	Достоинства	Недостатки
F_{11}; F_{12}	*а*	Возможность обработки деталей Ø 5–40 мм, усилие зажима 1—10 Н; удобство обслуживания	Недостаточная жесткость, большая масса
	б	Высокая точность, удобство обслуживания	Большая масса, большие габариты, недостаточная жесткость, сложность изготовления
	в	Жесткость зажима детали, точная ориентация корпуса в пространстве, простота изготовления	Большая длительность установки детали
F_{13}	*а*	Малая погрешность установки детали, высокая жесткость конструкции, простота изготовления	Большое число элементов, сложность обслуживания
	б	Простота изготовления, малая масса	Недостаточное уменьшение погрешности установки, малая виброустойчивость
	в	Большая жесткость конструкции, простота реализации, минимальные погрешности установки	Длительность наладки приспособления, недостаточная виброустойчивость
F_{14}	*а*	Удобство в эксплуатации, простота изготовления	Большая масса конструкции, недостаточная жесткость
	б	Свободный ход колодок 0—50 мм, простота изготовления, удобство обслуживания	Недостаточная виброустойчивость
F_2	*а*	Возможно крепление к различным типам станков, простота изготовления	Применение (обязательно) переходной планшайбы, малая жесткость крепления присоединения
	б	Достаточная жесткость конструкции, удобство обслуживания	Большая масса, сложность изготовления
	в	Непосредственное крепление к шпинделю станка, простота изготовления, удобство обслуживания	Большая масса

главную: F'''_{11} — позиционировать деталь в пространстве; F'''_{12} — зажать деталь; F'''_{13} — гарантировать заданную точность установки; F'''_{14} — изменять ориентацию в пространстве.

Каждое из трех перечисленных приспособлений выполняет кроме рассмотренной главной функции F_1 — обеспечить требуемое положение детали относительно режущего инструмента с заданной точностью еще одну главную функцию F_2 — однозначно координировать приспособление относительно станка. Последняя функция является внешней и подразумевает выполнение двух внутренних: F_{21} — обеспечить жесткость связи приспособление—станок (т. е. виброустойчивость); F_{22} — обеспечить жесткость самого приспособления.

3. *Анализ элементов приспособлений для выделения вспомогательных функций.* На этом этапе рассматриваемые приспособления дифференцируются на элементы (материальные носители функций).

Каждый элемент тщательно анализируют с точки зрения выполняемых функций. Основной вопрос, задаваемый при выполнении этого этапа: «Что делает данный элемент? Зачем он введен в конструкцию?» (В качестве элементов рассматриваются не только детали, но и отдельные поверхности, поля допусков и др.). Результаты анализа сводят в таблицу, аналогичную табл. 18—20.

Индекс вспомогательной функции содержит порядковый номер анализируемого элемента в соответствии с графой 1 и порядковый номер выполняемой им функции.

4. *Построение обобщенной функциональной модели и совмещенных моделей* для каждого из анализируемых приспособлений. Систематизация результатов выполнения пп. 2 и 3 дает возможность построить структурно-элементные (СЭМ), функциональные (ФМ) и совмещенные (СМ) модели анализируемых приспособлений. СМ позволяют связать функции приспособления с элементами, которыми они реализуются.

5. *Определение функционального набора для унифицированного варианта* приспособления. В соответствии с заданными требованиями приспособление должно позволять: зажим деталей разных размеров и конфигурации (в заданных диапазонах); ориентацию детали в пространстве; измерение эксцентриситета; гарантировать минимальную погрешность установки детали, рациональную виброустойчивость, безопасность и удобство в работе.

При этом затраты на изготовление приспособления должны быть минимальны.

Исходя из заданных требований в состав основных функций унифицированного приспособления должны войти главные функции F_1 и F_2 и второстепенная функция F_3 (см. п. 2).

В свою очередь в составе главной функции F_1 будут участвовать основные функции, общие для трех анализируемых приспособлений (F_{11}, F_{12}, F_{13}); специфические основные функции (F''_{14}, F''_{15}, F'_{14}, F'_{15}, см. п. 2).

6. *Выявление возможных способов реализации унифицированной структуры* приспособления и оценка их обобщенного качества.

На основе морфологической карты

(табл. 21), составленной по результатам анализа исходных конструкций (см. рис. 10), можно сформировать варианты унифицированной структуры. Для нахождения варианта, оптимального для данных условий, сравним некоторые из них, наиболее полно удовлетворяющие заданным требованиям. Результаты предварительной оценки вариантов представлены в табл. 22.

Для получения количественной оценки качества вариантов возьмем следующие критерии выбора (табл. 23): 1) минимум погрешности установки детали в приспособлении (0,9); 2) минимальную массу конструкции (0,7); 3) виброустойчивость (0,4); 4) удобство обслуживания (0,8); 5) простоту изготовления (0,3).

В скобках приведены коэффициенты значимости β_r каждого критерия, полученные экспертным путем.

Значения балльной оценки (φ_{rv}) удовлетворения v-м вариантом r-го критерия ($0 \leqslant \varphi_{rv} \leqslant 10$) и обобщенной оценки качества исполнения функций по всем k критериям $\sum_{r=1}^{k} \beta_r \varphi_{rv}$ представлены в табл. 23.

Наибольшее значение этой оценки

23. Обобщенная оценка качества вариантов исполнения функций
(см. табл. 21)

Индекс функции	Вариант реализации	φ_{rv}					$\sum_{r=1}^{k} \beta_r \varphi_{rv}$
		Балльная оценка вариантов по критериям					
		1	2	3	4	5	
F_{11}; F_{12}	*а*	2	3	7	8	4	13,5
	б	1	1	3	7	1	8,7
	в	3	5	6	3	8	13,4
F_{13}	*а*	8	3	7	1	5	14,4
	б	2	5	1	1	6	8,3
	в	3	3	2	1	3	7,3
F''_{14}	*б*	2	1	2	7	7	11,0
	в	3	4	2	5	6	12,1
F_2	*а*	2	3	1	4	5	9,0
	б	4	2	8	6	1	11,3
	в	4	2	5	6	4	12,1

соответствует лучшему варианту с точки зрения качества исполнения функций.

7. *Определение затрат на реализацию вспомогательных функций* в анализируемых приспособлениях, взятых в качестве объектов для унификации.

Суммарные затраты на реализацию функций приспособления могут быть определены исходя из затрат на материальные носители, т. е. на конструктивные элементы приспособлений, которые обеспечивают эти функции. Расчет ведется по формулам (33)—(39), см. табл. 4.

В случае, если один материальный носитель (деталь) способствует реализации нескольких функций, затраты распределяются по этим функциям экспертным путем пропорционально участию элементов детали в удовлетворении этих функций.

Распределение затрат по конструктивным элементам приспособлений представлено в табл. 24—26.

24. Приспособление для обработки угольников и тройников (распределение затрат по элементам)

№ поз.	Элемент конструкции (рис. 10, *а*)	Трудоемкость, нормо-ч	Затраты на зарплату S_l, р./шт	Затраты на материалы и покупные изделия S_m, р./шт	Суммарные затраты $S_m+S_l+S_{об}$, р./шт
1	Кожух	2,5	1,5	0,048	1,79
2	Основание	10	6	0,192	7,16
3	Винт М5×15 (3 шт)	—	—	0,033	0,033
4	Кулачок (2 шт)	6	3,6	0,024	4,21
5	Индивидуальный винт *1*	3,5	2,1	0,0192	2,46
6	Винт М5×45 (4 шт)	—	—	0,044	0,044
7	Губка (2 шт)	7	4,2	0,029	4,91
8	Индивидуальный винт *2*	3,5	2,1	0,0192	2,46
9	Вилка *1*	1	0,6	0,008	0,71
10	Вилка *2*	1	0,6	0,008	0,71
11	Винт М8×20 (3 шт)	—	—	0,036	0,036
12	Крышка (2 шт)	1,0	0,6	0,005	0,7
13	Колодка	6	3,6	0,064	4,25
14	Планка	2	1,2	0,0112	1,41
15	Сменный кулачок	4	2,4	0,032	2,82

8. *Распределение затрат по функциям унифицированного приспособления.* Результаты приведены в табл. 27.

9. *Выбор оптимального варианта унифицированного решения.* В соответствии с заданными требованиями,

25. Приспособление для обточки эксцентричных отверстий (распределение затрат по элементам)

№ поз.	Элемент конструкции (рис. 10, *б*)	Трудоемкость, нормо-ч	Затраты на зарплату S_l, р./шт	Затраты на материалы и покупные изделия S_m, р./шт	Суммарные затраты $S_m+S_l+S_{об}$, р./шт
1	Винт М5×75	—	—	0,011	0,011
2	Груз	45	0,45	0,005	0,53
3	Планшайба	8,0	4,8	0,16	5,74
4	Болт	30	0,3	0,506	0,36
5	Винт М3×15 (4 шт.)	—	—	0,04	0,04
6	Муфта	5	3,0	0,136	3,62
7	Шкала	1	0,6	0,05	0,697

26. Приспособление для обработки двух параллельных отверстий (распределение затрат по элементам)

№ поз.	Элемент конструкции (рис. 10, *в*)	Трудоемкость, нормо-ч	Затраты на зарплату S_l, р./шт	Затраты на материалы и покупные изделия S_m, р./шт	Суммарные затраты $S_m+S_l+S_{об}$, р./шт
1	Планшайба-диск	8	4,8	0,192	5,77
2	Диск	2	1,2	0,04	1,43
3	Упор	1	0,6	0,01	0,71
4	Болт	30	0,3	0,0016	0,35
5	Колодка (2 шт.)	4	2,4	0,032	2,82
6	Палец (4 шт.)	1	0,6	0,0008	0,7
7	Винт упорный	40	0,4	0,008	0,47
8	Упор	1	0,6	0,0064	0,7
9	Гайка фиксирующая	30	0,3	0,0048	0,36
10	Винт М5×75	—	—	0,011	0,011
11	Гайка М5 (2 шт.)	—	—	0,016	0,016
12	Шайба ○ 5 (2 шт)	—	—	0,004	0,004

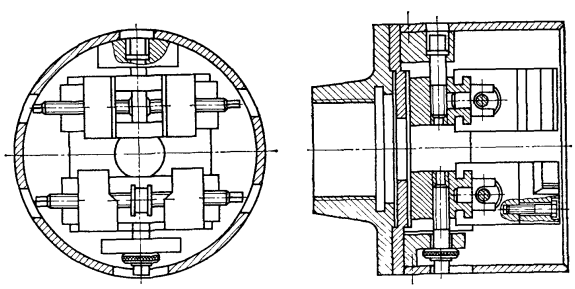


Рис. 11. Унифицированное приспособление, полученное на основе ФЭА

27. Затраты на функции по вариантам унифицированного приспособления

Индекс функции	F_{11}, F_{12}	F_{13}	F'_{14}	F'_{15}	F''_{14}	F''_{15}	F_2	F_3
Вариант реализации (см. табл 21)	*а*; *б*; *в*	*а*; *б*; *в*	*а*	*а*	*б*; *в*	*б*	*а*; *б*; *в*	*а*
Затраты р./шт	11,12; 30; 0,99	2,2; 0,1; 1,43	8,58	2,86	7,62; 4,44	0,7	7,16; 2,04; 5,77	1,79

вариантами, удовлетворяющими максимальной величине показателя обобщенного качества $\sum_{r=1}^{h} \beta_r \varphi_{r_v}$, являются следующие (см. табл. 21).

Вариант I унифицированного приспособления: F_{11} и F_{12} реализуются разновидностью *а*; F_{13} — *а*; F''_{14} — *в*; F_2 — *в*.

Вариант II: F_{11} и F_{12} — разновидностью *а*; F_{13} — *а*; F_{14} — *б*; F_2 — *в*.

Функционально необходимые затраты на одно приспособление по варианту I составляют 37,46 р./шт, по варианту II — 40,64 р./шт.

Интегральные показатели качества [см. формулу (40) и табл. 4] соответственно равны: $1/k_{\Sigma_1} = 0{,}71$ р./единица, $1/k_{\Sigma_2} = 0{,}8$ р./единица.

По критерию минимума величины $1/k_{\Sigma}$ выбираем вариант I построения унифицированного приспособления в качестве оптимального (общий вид конструкции приведен на рис. 11).

Таким образом, функционально-экономический анализ позволяет оптимизировать конструкцию приспособления, сделать ее функционально более целесообразной. Использование ФЭА при проектировании оснастки обеспечивает комплексное решение технических и экономических вопросов и способствует повышению эффективности общественного производства.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ И НОМОГРАММЫ

Для определения годовых затрат на приспособления необходимы, как указывалось выше, сведения об их стоимости. При отсутствии заводских данных можно воспользоваться ориентировочной себестоимостью, зависящей от группы сложности приспособлений. Разбивка приспособлений по группам сложности дана в табл. 28.

После определения группы сложности приспособления можно по табл. 29 найти его приблизительную себестоимость.

28. Классификация специальных приспособлений по группам сложности

Группа сложности	Типы приспособлений	Число наименований деталей
I	Мелкие приспособления с простыми корпусами, простой и средней сложности, преимущественно с простыми зажимами (различные подставки, простые оправки, сменные губки и др.)	Не более 5
II	Средние приспособления с простыми корпусами и мелкие приспособления с корпусами средней сложности, преимущественно с зажимами простой и средней сложности (патроны для инструментов, разжимные оправки и др.)	3—15
III	1. Мелкие приспособления с корпусами средней сложности, сложного или средней сложности принципа действия; с зажимами простыми и средней сложности	10—25
	2. Мелкие приспособления со сложными корпусами, средние приспособления с двух-, трехстенными корпусами или крупные приспособления с простыми корпусами, простого действия с различными зажимами	10—25
IV	1. Мелкие приспособления со сложными корпусами и средние приспособления с двух-, трехстенными корпусами; сложного или средней сложности действия, с зажимами простыми и средней сложности	20—40
	2. Крупные приспособления с корпусами средней сложности, а также средние приспособления со сложными корпусами; простого действия с различными зажимами	20—40
V	1. Средние приспособления со сложными корпусами, преимущественно с зажимами сложными и средней сложности	35—55
	2. Крупные приспособления со сложными корпусами; простого действия, с зажимами средней сложности и простыми	
	3. Крупные приспособления с двух-, трехстенными корпусами, сложного действия, с зажимами средней сложности и простыми	
VI	1. Крупные приспособления с многостенными сложными корпусами; преимущественно сложного действия, с зажимами сложными и средней сложности	Св. 50
	2. Крупные и средние приспособления с электромагнитным, пневматическим или гидравлическим действием, требующие сложных расчетов	

29. Укрупненные нормативы себестоимости специальных приспособлений

Группа сложности	Число наименований деталей	Себестоимость приспособления, руб.	Группа сложности	Число наименований деталей	Себестоимость приспособления, руб.
I	Менее 5	Не более 8,5	V	35—40	300—335
				40—45	335—360
				45—50	360—390
				50—55	390—415
II	3—5	8,5—17			
	5—10	17—30			
	10—15	30—45			
			VI	50—55	610—640
III	10—15	45—62		55—60	640—690
	15—20	62—80		60—65	690—735
	20—25	80—95		65—70	735—765
				70—75	765—810
				75—80	810—850
IV	20—25	125—145		80—85	850—880
	25—30	145—175		85—90	880—925
	30—35	175—190		90—95	925—965
	35—40	190—215			

Примеры определения годовых затрат на специальные приспособления III группы сложности даны в табл. 30.

При включении в конструкцию специального приспособления силового привода стоимость приспособления возрастает. Годовые затраты на приспособление изменяются не только за счет увеличения его стоимости, но и за счет повышения расходов на его эксплуатацию, связанных с потреблением энергии силовым приводом.

Данные, характеризующие опыт использования системы УСП в заводских условиях, приведены в табл. 31—32.

Опыт многолетней эксплуатации системы УСП на различных заводах показал большую износоустойчивость деталей сборных приспособлений.

Данные об убыли деталей по группам свидетельствуют об износе и утере главным образом недорогих

30. Годовые затраты на специальные приспособления III группы сложности

Параметр	Сверлильные кондукторы диаметром, мм		Фрезерные (типа тисков)	Токарные (однокулачковые патроны)	Другие виды приспособлений (средние значения)
	До 30	До 60			
Приспособления длительного пользования					
Себестоимость в металле, руб.	45	60	56	50	53
Масса, кг	10	20	18	22	17,6
Затраты при эксплуатации, руб.					
1 год	70	94	86	78	83
2 года	40	55	50	45	48
3 года	31	41	38	34	36
Приспособления кратковременного пользования (цеховые)					
Себестоимость в металле, руб.	25	35	30	29	30
Масса, кг	10	15	16	20	15,4
Затраты при эксплуатации в течение одного года, руб	39	55	47	45	47

31. Сводные данные по изготовлению и эксплуатации УСП на машиностроительном заводе

Показатель	В среднем	
	Всего	На одну компоновку
Число оригинальных компоновок (включая одновременно используемые дублеры), собираемых в год	4 000	—
Общее число собранных приспособлений, включая повторяющиеся	16 000	—
Среднегодовая кратность сборки одних и тех же компоновок	—	4
Затраты времени бригады слесарей на однократную сборку компоновок (в среднем), ч	—	1,2
Затраты времени на сборку и отладку (в среднем), нормо-ч	—	5
Средняя заработная плата слесарей-сборщиков компоновок, руб.	—	3
Годовой фонд заработной платы конструкторской группы УСП, руб.	6 000	—
Себестоимость комплекта деталей УСП и организационно-технической оснастки, руб.	100 000	—
Норма амортизации, %	10	—
Себестоимость специальных деталей, руб.	1 200	0,23
Расход инструмента и вспомогательных материалов, руб.	700	0,09
Число деталей комплекта УСП	21 000	—
Число базовых деталей	200	—
Убыль деталей (от числа ед.), %	10,6	—
Убыль в ценностном выражении (от себестоимости), %	3,5	—

деталей (крепежных, направляющих, прижимных). Среднегодовая убыль всех деталей в процентах от их себестоимости составила всего 3,5 %, но норма амортизации для комплекта деталей УСП и необходимой организационно-технической оснастки (стеллажей, подъемно-транспортных средств и пр.) выбрана равной 10 %, т. е. средний срок эксплуатации всех элементов УСП принят равным 10 годам, а коэффициент амортизации — 0,1. При этом имеется в виду, что отдельные элементы и узлы комплек-

32. Средние годовые затраты на одну компоновку УСП в зависимости от числа собираемых компоновок и кратности их сборки (для условий, приведенных в табл. 31)

Кратность сборки	Число собираемых компоновок					Кратность сборки	Число собираемых компоновок				
	2500	3000	3500	4000	4500		2500	3000	3500	4000	4500
1	10	8,8	8,0	7,3	6,8	9	30,0	28,8	28,8	27,3	26,8
2	12,5	11,3	10,5	9,8	9,3	10	32,5	31,3	30,5	29,8	29,3
3	15,0	13,8	13,0	12,3	11,8	12	57,5	36,3	35,5	34,8	34,3
4	17,5	16,3	13,0	12,3	11,8	15	45,0	43,8	43,0	42,3	41,8
5	20,0	18,8	18,0	17,3	16,8	20	57,5	56,3	55,5	54,8	54,3
6	22,5	21,3	20,5	19,8	19,3	25	70,0	68,8	68,0	66,3	64,8
7	25,0	23,8	23,0	22,3	21,8	50	131,5	131,3	130,5	129,8	129,3
8	27,5	26,3	25,5	24,8	24,3						

та, в том числе наиболее дорогостоящие (базовые и опорные детали), могут служить значительно дольше.

Характер изменения годовых затрат на одну компоновку УСП отражает график на рис. 12, на котором показаны также затраты при аренде компоновки УСП на прокатной базе.

Годовые затраты на компоновку УСП можно определить и по номограмме, приведенной на рис. 13.

Пользование номограммой может быть пояснено следующими примерами.

Пример 1. Пусть по отчетным данным завода $S_c = 20\,000$ р., а средние затраты на заработную плату и накладные расходы по сборке, разборке и отладке одной компоновки УСП $S_v = 1.2$ р.

Зная S_c и S_v, можно по номограмме определить средние годовые затраты на одну компоновку УСП при заданном числе

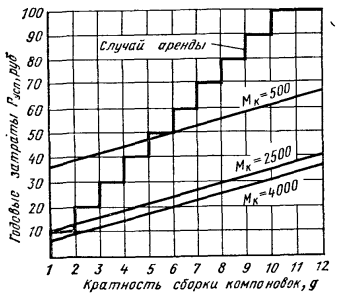


Рис. 12. Изменение величины годовых затрат на одну компоновку УСП при различном числе $M_к$ собираемых компоновок

собираемых оригинальных компоновок и различном числе запускаемых партий деталей g.

Так, при $M_к = 3000$ и $g = 4$ следует от точки $M_к = 3000$ подняться до пересечения с лучом $S_c = 20\,000$ р. Из точки их пересечения следует провести горизонтальную линию до немой шкалы D_1, найдя точку d_1. Восстановив перпендикуляр из точки $g = 4$ до точки пересечения с лучом $S_v = 1{,}2$, следует провести из этой точки горизонтальную линию до немой шкалы D_2, определив таким образом точку d_2.

После соединения точек d_1 и d_2 на шкале $P_{УСП}$ будет найден результат.

В рассматриваемом примере приведенные годовые затраты на одну компоновку оказываются по номограмме равными 11,6 р.

Пример 2. Величина $S_c = 15\,000$ р. Число компоновок, которое собирается из комплекта, $M_к = 2000$, $S_v = 2$ р., тогда при $g = 8$ годовые затраты на одну компоновку оказываются в среднем равными 23,5 р. (на номограмме решение показано пунктиром).

При использовании универсально-наладочных приспособлений следует учитывать соотношения между базовой (универсальной) частью приспособления (УП), включающей корпус, привод, зажимное устройство, и сменной наладкой, состоящей из базирующих элементов. Характерные соотношения приведены в табл. 33.

Сведения о стоимости типовых УНП даны в табл. 34. Эти данные могут служить только ориентиром, характеризующим примерные соотношения затрат на УП и сменные наладки. На предприятиях должны использоваться сведения о фактических затратах на эти элементы УНП.

Экономичность УНП характеризуется тем, что уже при двух-, трехсменных наладках годовые затраты

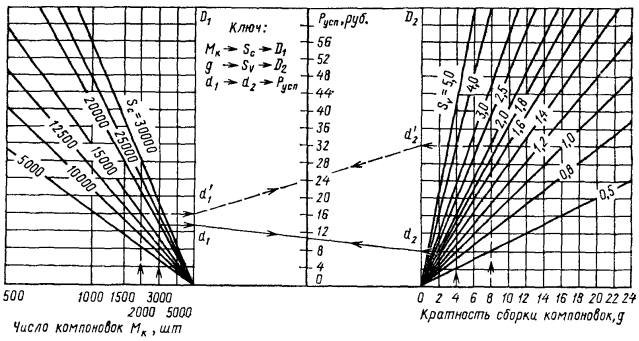


Рис. 13. Номограмма для определения средних годовых затрат на одну компоновку УСП

33. Соотношения основных узлов станочных приспособлений по числу деталей, трудоемкости и металлоемкости, %

Узлы и группы деталей	По трудоемкости	По металлоемкости	По числу деталей
Корпус	25	65	7
Привод	45	20	7
Зажимное устройство	15	8	7
Базирующие элементы	5	1	5
Крепежные детали	10	6	64

34. Ориентировочные сведения о стоимости трех типов УНП

Параметр	Кондукторы	Фрезерные тиски	Токарные патроны	Средние данные по всем приспособлениям
Цена УП приспособления, руб	180	282	250	195
Себестоимость изготовления на заводе, руб	79	72	98	79
Масса УП, кг	45	60	28	43
Средняя себестоимость соответствующей наладки, руб.	21,6	20	12,6	18
Средняя масса наладок, кг	6,5	2,25	1,8	4,4

на них становятся ниже, чем затраты на специальные приспособления.

Для определения эффективности применения приспособления можно пользоваться номограммой, приведенной на рис. 14. Ключ ее использования показан стрелками, а результатом является сопоставление получаемой экономии с годовыми затратами на приспособление.

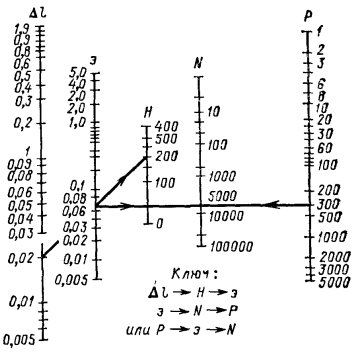


Рис. 14. Номограмма для определения эффективности применения приспособлений:
Δl — экономия на прямой заработной плате при применении приспособлений, руб; $э$ — экономия с учетом косвенных расходов; H — процент косвенных расходов; N — годовая программа, шт.; P — годовые затраты при применении приспособлений (фактические или допустимые), руб.

Номограмма применима для решения следующих задач:

расчета экономии от применения рентабельного приспособления при известных годовых затратах на него и заданных размерах выпуска деталей;

определения минимальной экономии на прямой заработной плате при применении приспособлений, если известны годовые затраты на него, размеры выпуска и уровень косвенных расходов;

расчета размеров выпуска деталей, при котором окупятся затраты на приспособление, обеспечивающее заданную экономию на прямой заработной плате;

определения максимально допустимых годовых затрат на одно приспособление.

Способ пользования номограммой можно пояснить следующим примером.

Пример. Требуется определить, какие максимальные годовые затраты на одно приспособление являются допустимыми, если приспособление обеспечивает экономию на прямой заработной плате $\Delta l = 0{,}02$ р. по каждой детали. Годовая программа $N = 5000$ деталей. Косвенные расходы, связанные с содержанием оборудования, составляют 200 %.

Прямая, соединяющая точки 0,02 на шкале Δl и 200 на H, определит величину $\ni = 0{,}06$. Прямая, соединяющая полученную точку с точкой 5000 на шкале N и продолженная до шкалы P, даст ответ на этой шкале. Допустимые годовые затраты $P = 300$ р.

Аналогичным образом с помощью номограммы решаются и остальные перечисленные выше задачи.

Таким образом, подсчет экономии от применения приспособлений основывается на определении снижения трудоемкости одной детали и образующейся экономии на прямой заработной плате.

Трудоемкости деталей при различных вариантах оснащения можно получить техническим нормированием операций.

Следует еще раз подчеркнуть, что как приведенные таблицы, так и номограмма дают укрупненные справочные данные, которые должны корректироваться на основе фактических затрат предприятий.

ГЛАВА 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

ТРАДИЦИОННОЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Традиционным методам проектирования (конструирования) приспособлений свойственны высокие стоимостные и временные затраты на проектирование, недостаточный уровень нормализации создаваемых конструкций, трудности выполнения ряда обязательных инженерных расчетов, невозможность системного решения задач конструирования, технологии изготовления и производства приспособлений и др. Указанные недостатки традиционного конструирования устраняют путем автоматизации проектирования приспособлений.

При конструировании приспособлений тщательному изучению и анализу подвергают обрабатываемую деталь, станок, на котором планируется оснащаемая операция, способ подвода режущего инструмента и охлаждающей жидкости, средства обеспечения установки детали, удаления стружки и др. Учитывают положение станочника относительно проектируемого приспособления и оборудования, размер партии деталей и планируемую производительность обработки, структуру технологической операции и режимы резания, вес заготовки, способ ее загрузки и выгрузки.

В процессе анализа обрабатываемой детали выделяют поверхности, подлежащие обработке в проектируемом приспособлении, поверхности, назначенные технологическими базами и под зажимы. Изучают геометрическую форму, размеры, координаты взаимного расположения поверхностей, а также требования точности обработки.

Методика конструирования. Наиболее общие методические указания по конструированию приспособлений приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, конструкция функциональных элементов приспособления создается постепенно по мере аналитического рассмотрения функциональных поверхностей обрабатываемой детали. При этом на стадии конструирования каждой очередной функциональной группы элементов осуществляется их увязка с решениями, полученными на более ранних стадиях.

Конструирование приспособлений должно базироваться на предшествующем опыте выполнения такого рода проектных работ.

Принципы конструирования. При конструировании приспособлений следует исходить из следующих принципов:

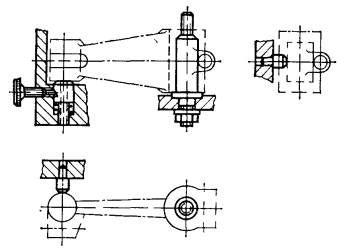
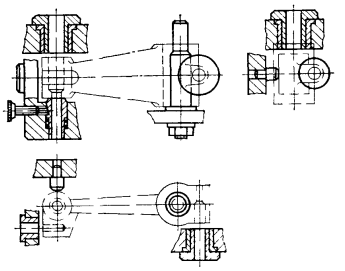
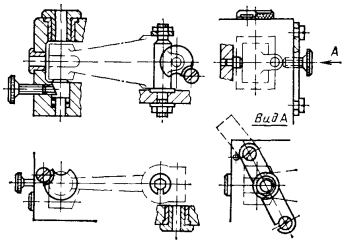
строго придерживаться предпочтительных размеров, конструкций;

последовательно соблюдать принципы агрегатирования, типизации, унификации и стандартизации в разрабатываемых конструкциях;

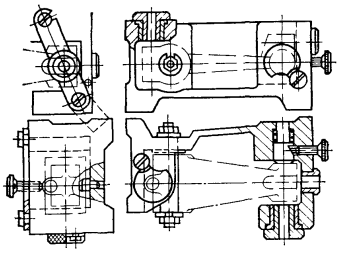
разрабатывать специальное неразборное приспособление для выполнения одной определенной деталеоперации в строго обоснованных случаях; конструировать больше специализированных переналаживаемых сборно-разборных приспособлений из стандартных узлов и деталей. Применение оригинальных узлов, деталей, заготовок должно производиться в порядке исключения, а необходимость их применения доказана;

не конструировать приспособления до тех пор, пока не осуществлен поиск аналогичных конструкции в ар-

1. Последовательность конструирования приспособлений

Этап конструирования, выполняемая работа	Эскиз
1. Конструирование установочных элементов При анализе технологических баз (установочной, направляющей, опорной) принимают решения о типах, размерах, пространственном положении и точностном исполнении установочных элементов станочного приспособления. Эти решения фиксируют на чертеже, содержащем изображение обрабатываемой детали. Конструкция установочных элементов приспособления зависит от формы, размеров, расположения и точности баз обрабатываемой детали	
2. Конструирование направляющих элементов В результате изучения обрабатываемых поверхностей детали принимают решения о конструкции элементов приспособления для направления режущего инструмента (кондукторных втулок в сверлильных приспособлениях, установов в приспособлениях для фрезерования и др.)	
3. Конструирование зажимных элементов Конструкцию зажимных элементов и устройств приспособления определяют при проектировании после анализа формы и размеров поверхностей обрабатываемой детали, назначенных технологом под зажим. При этом учитывают силовые факторы, имеющие место в процессе обработки в приспособлении, а также требования производительности и экономичности конструкции	

Продолжение табл. 1

Этап конструирования, выполняемая работа	Эскиз
4. Конструирование корпуса Осуществляют на завершающем этапе разработки приспособления. Конструкция корпуса в целом должна объединять все функциональные сборочные единицы и детали, иметь достаточную жесткость, предотвращающую потери точности обработки детали	

хивах с помощью специальных поисковых систем;

стремиться к предельной простоте конструкций приспособлений. Любое усложнение необходимо обосновать;

высокую прочность и жесткость конструкции следует достигать способами, не требующими увеличения ее массы (применение коробчатых конструкций, продольных и диагональных связей и др.);

стремиться обеспечить хорошую защиту конструкций приспособлений от загрязнения, скопления стружки, а также доступ при ремонте и осмотре;

конструировать приспособление с расчетом на безремонтную эксплуатацию при длительном сроке службы и максимальной производительности за счет правильного выбора материалов, термообработки, системы смазки и др., стремиться к удешевлению конструкций, но не в ущерб качеству (экономить дефицитные материалы применением заменителей и рациональных заготовок);

совершенствовать конструкции на базе постоянного изучения их состояний при эксплуатации, опыта конструирования отечественных и зарубежных предприятий, а также соответствующих патентных материалов.

Сущность автоматизированного проектирования заключается в следующем. В ЭВМ вводится описание обрабатываемой детали и оснащаемой станочной операции (рис. 1). С помощью комплекса программ синтеза конструкций в ЭВМ строится цифровое информационное описание проектируемого приспособления в виде соответствующих числовых массивов. Управление передается блоку составления спецификаций, результаты работы которого выдаются на печатающее устройство (ПУ) ЭВМ в форме документа, определенного стандартом ЕСКД. Затем выполняется работа по формированию программ вычерчивания, которые управляют чертежно-графическим автоматом (ЧГА) при получении сборочного и деталировочных чертежей конструкции. Процесс завершается технологической подготовкой производства приспособления и составлением программ для станков с ЧПУ. В результате на ПУ печатаются необходимые технологические документы, а на перфоратор (ПФ) выдаются программы управления станками с ЧПУ при обработке деталей приспособления.

Автоматизированное проектирование осуществляется на базе унифицированных нормализованных проектных решений, описание которых хранится в памяти ЭВМ.

В состав постоянной информации входят библиотека конструктивных элементов приспособлений (БКЭ),

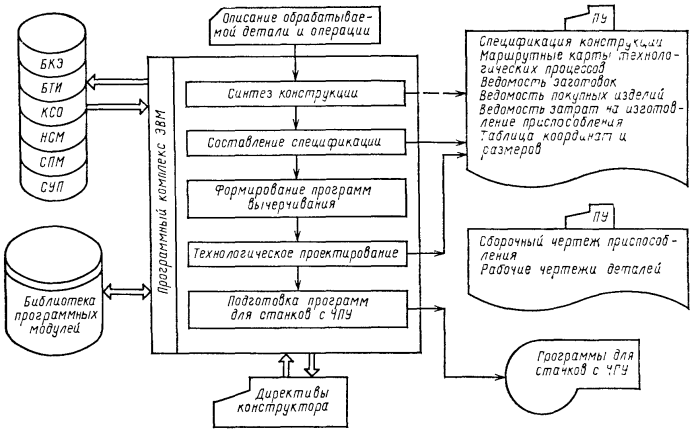


Рис. 1. Укрупненная схема автоматизированного проектирования приспособлений

библиотека типовых изображений (БТИ), каталог сведений об оборудовании (КСО), нормативно-справочные материалы (НСМ), спецификационные массивы (СПМ), сведения об условиях производства приспособлений (СУП). Доминирующую роль в автоматизированном проектировании приспособлений играет библиотека конструктивных элементов.

Особенности методики автоматизированного проектирования. Основная часть операций по разработке конструкций, их вычерчиванию, проектированию технологии их изготовления поручается программно-техническому комплексу, который образует ядро системы автоматизированного проектирования (САПР). На конструктора возлагаются функции подготовки заданий для САПР на проектирование приспособлений (входной информации) и обеспечение ответами вопросов проектирующей системы при диалоговом режиме ее работы. Таким образом, автоматизация проектирования в основном переводит процессы построения и документирования конструкций приспособлений из разряда творческих в формальные.

Автоматизация проектирования приспособлений основана на возможности построения конструкций из конечного числа заранее определенных унифицированных, типовых проектных решений — нормализованных конструктивных элементов, все множество которых можно описать и хранить в памяти ЭВМ. Алгоритмы построения базируются на технологических закономерностях конструирования приспособлений. Алгоритмы конструкторского документирования в значительной степени отражают правила начертательной геометрии, машинной графики и требования стандартов ЕСКД.

Автоматизируя процессы конструирования приспособлений, разработчику необходимо решить большое число задач, возникших вследствие кибернетизации этих процессов: разработать систему подготовки входной информации, базу данных, язык диалога конструктора с ЭВМ, решить геометрические задачи, а также задачи формализации описания объектов и процессов проектирования и др.

Характерной особенностью автоматизированного проектирования

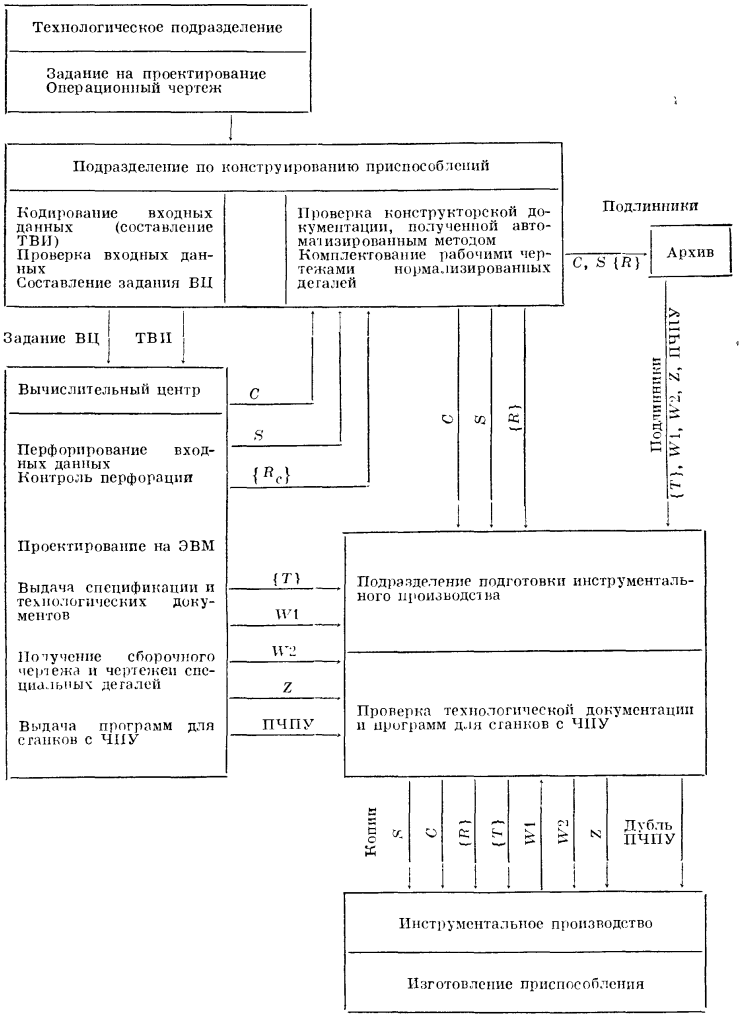


Рис. 2. Пример ная технологическая схема организации автоматизированного проектирования станочных приспособлений на промышленном предприятии

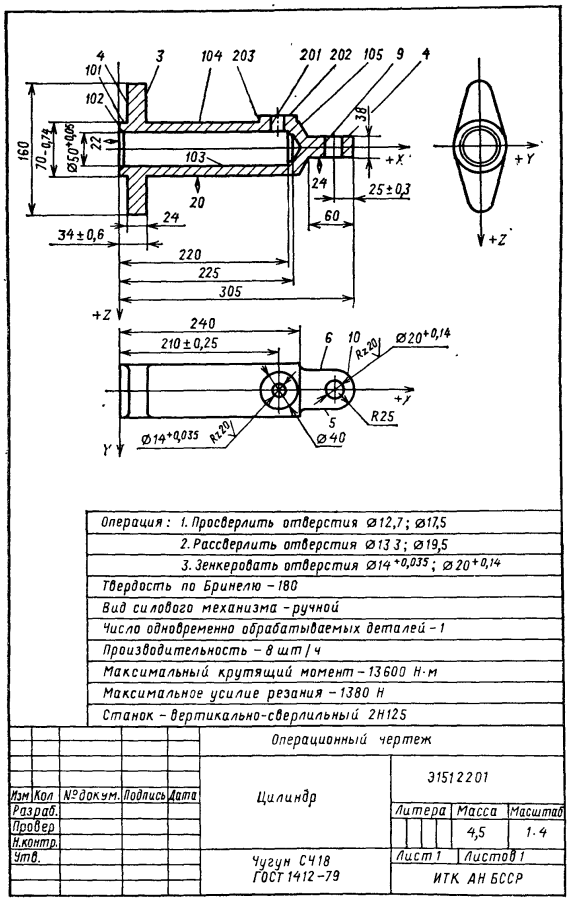


Рис. 3. Операционный чертеж обрабатываемой детали

приспособлений является комплексность выполнения всевозможных проектных функций в единой САПР: конструирование, получение чертежей и спецификаций, технологическое проектирование и получение технологических документов, подготовка и выдача программ для оборудования с ЧПУ для изготовления деталей приспособлений.

Организация автоматизированного проектирования приспособлений на заводе. Примерная схема организации показана на рис. 2.

Задание на проектирование приспособления выдается технологическим подразделением ОГТ конструкторскому подразделению по оснастке. К заданию прилагается операционный чертеж оснащаемой детали (рис. 3).

Подразделение по конструированию приспособлений кодирует информацию операционного чертежа и задания на проектирование, проверяет правильность кодирования, составляет задание на автоматизированное проектирование для вычислительного центра (ВЦ). Входные данные, содержащиеся в таблицах входной информации (ТВИ), и задание на автоматизированное проектирование приспособления передаются на ВЦ.

ВЦ осуществляет перфорацию ТВИ, контроль перфорации, реализует программы проектирования на ЭВМ (см. рис. 2). В результате ВЦ получает спецификацию C, маршрутные карты изготовления деталей приспособления $\{T\}$, ведомости заготовок $W1$, комплектующих изделий $W2$ и затрат на изготовление Z приспособления, а также программы для обработки деталей на станках с ЧПУ (ПЧПУ). Чертежным автоматом на ВЦ вычерчивают сборочный чертеж S и комплект рабочих чертежей $\{R_c\}$ специальных деталей приспособлений.

Всю конструкторскую документацию, полученную на ВЦ, вместе с ТВИ направляют подразделению по конструированию приспособлений. Технологические документы вместе с носителями программ для станков с ЧПУ передаются технологической службе (бюро) инструментального производства.

Подразделение по конструированию приспособлений производит контроль полученной на ВЦ конструкторской документации, дополняет ее копиями бланк-чертежей частично нормализованных деталей с постоянной конфигурацией и заполняет их размерами, полученными на ЭВМ. В результате образуется полный комплект рабочих чертежей деталей приспособления $\{R\}$. Копии проверенных и доукомплектованных конструкторских документов направляют технологической службе инструментального производства, а подлинники сдают в архив.

В подразделении подготовки инструментального производства осуществляют проверку технологических документов, полученных на ЭВМ, а также производят комплектование всей документации для изготовления приспособлений с дальнейшей ее передачей в цех.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задачей автоматизированного проектирования является получение с помощью электронно-вычислительной техники комплекта технических документов (см. рис. 1), необходимых и достаточных для производства приспособлений.

Метод автоматизированного проектирования приспособлений основывается на следующих положениях:

информация, содержащаяся в комплекте технических документов, получаемых на выходе из системы автоматизированного проектирования, является результатом переработки сведений об обрабатываемой заготовке и оснащаемой операции, образующих вход в систему;

сведения об обрабатываемой заготовке, как и информация, описывающая комплект технических документов на приспособления, могут быть представлены в ЭВМ;

существуют формальные правила перехода от описания обрабатываемой детали и оснащаемой операции к описанию конструкций приспособ-

лений в виде сборочных и деталировочных чертежей;

конструкцию любого приспособления можно расчленить на конечное число составляющих [конструктивных элементов (КЭ)]. Конструкция, как и любой ее элемент (деталь, сборочная единица), может быть синтезирована из конечного числа заранее определенных (нормализованных) КЭ;

свойства и характеристики конструктивных элементов (геометрия, размеры, состав, материал) могут быть описаны и представлены в виде чисел в ЭВМ;

размерные отношения, связывающие КЭ в конструкции, определяются небольшим числом параметров, общих для всех приспособлений.

Термины и определения. Автоматизация проектирования приспособлений использует терминологию, применяемую в литературе по неавтоматизированному конструированию технологической оснастки. Ряд специфических терминов и определений приведен ниже.

Автоматизация проектирования — деятельность (исследования, разработки), направленная на создание и внедрение САПР.

Автоматизированное проектирование — проектирование, при котором отдельные преобразования описаний (приспособлений или их частей) осуществляются взаимодействием человека и ЭВМ.

Алгоритм проектирования — совокупность предписаний, необходимых для выполнения проектирования.

Вспомогательная система координат — прямоугольная правая пространственная система координат, фиксированно связанная с одним из конструктивных элементов проектируемого приспособления или обрабатываемой детали.

Главная система координат (ГСК) проектируемого приспособления — прямоугольная правая пространственная система координат, положение которой определяется положением установочной, направляющей и опорной баз обрабатываемой детали.

Информационная база автоматизированного проектирования приспособлений — комплекс сведений, представленных в определенной форме, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования приспособлений.

Код — множество сигналов, сопоставленных по определенному признаку с множеством сообщений.

Кодирование — отображение дискретных сообщений сигналами в виде определенных сочетаний символов.

Конструктивный элемент — часть конструкции приспособления, которую в процессе проектирования нерационально членить на более мелкие составляющие. Конструктивный элемент может представлять сборочную единицу, деталь, поверхность или группу поверхностей.

Обрабатываемая деталь — деталь в том состоянии, которое она приобретает после выполнения оснащаемой операции.

Машинная программа — программа решения некоторой задачи, записанная в кодах конкретной ЭВМ.

Привязочная точка конструктивного элемента — начало вспомогательной системы координат этого элемента.

Программный модуль — машинная программа решения одной функциональной задачи в системе проектирования.

Проектное решение — промежуточное или конечное описание объекта проектирования, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания проектирования.

Система координат чертежа — прямоугольная правая пространственная система координат $OXYZ$, плоскость XOY которой совпадает с плоскостью чертежа, а ось OZ направлена в сторону наблюдателя. Начало ее находится в левом нижнем углу чертежного листа.

Схема базирования — совокупность поверхностей обрабатываемой детали, принятых за базы, определяемая их числом, формой и взаимным расположением.

Схема зажима — совокупность наименований (типов) зажимных элементов, обеспечивающих закрепление обрабатываемой детали в приспособлении.

Схема закрепления — совокупность поверхностей обрабатываемой детали, назначенных под ее зажим в приспособлении.

Схема установки — совокупность наименований (типов) установочных элементов, обеспечивающих базирование обрабатываемой детали в приспособлении.

Типовое изображение — фрагмент чертежа, обладающий некоторым постоянством геометрических свойств (конфигурацией, типами линий, порядком следования линий в изображении). Типовое изображение может представлять собой проекцию конструктивного элемента, часть этой проекции, отдельные символы, группу символов (надпись), размерно-координатную сетку, угловой штамп и др.

Типовое проектное решение — существующее проектное решение, используемое при проектировании.

Функциональные поверхности обрабатываемой детали — поверхности, выполняющие в процессе обработки какую-либо рабочую функцию (базовые, обрабатываемые, под зажим).

Элемент формы — конструктивный элемент, представляющий собой поверхность или группу поверхностей какой-либо детали приспособления.

Работы по автоматизации проектирования. Для создания системы автоматизированного проектирования приспособлений необходимо выполнение следующих работ:

исследование оснащаемого производства, изучение номенклатуры обрабатываемых деталей и отбор типовых их представителей;

изучение конструкций и производства применяемых на данном предприятии (отрасли) приспособлений и составление каталога их типовых представителей;

определение перечня существующих и прогнозируемых схем базирования, установки и зажима;

разработка библиотеки конструктивных элементов приспособлений;

определение условий применяемости конструктивных элементов;

определение состава, разработка правил и языка описания (подготовки) входной информации для автоматизированного проектирования приспособлений;

разработка алгоритмов и программ синтеза конструкций;

отладка и экспериментальная проверка программ синтеза;

разработка и экспериментальная проверка алгоритмов и программ составления спецификаций приспособлений;

разработка библиотеки типовых изображений и программ их черчения;

разработка алгоритмов и программ компоновки сборочных чертежей приспособлений;

экспериментальная проверка программ построения сборочных чертежей;

разработка алгоритмов и программ получения рабочих чертежей деталей;

экспериментальная проверка на ЭВМ комплекса программ получения конструкторской документации;

разработка технологических нормативно-справочных массивов и массивов сведений об условиях производства приспособлений;

разработка и программирование алгоритмов технологического проектирования, включая блок подготовки программ для станков с ЧПУ, отладка программ и экспериментальная проверка;

стыковка блоков синтеза, составления спецификации, получения чертежей и технологического проектирования приспособлений в единый комплекс, комплексная отладка системы;

опытно-промышленная проверка комплекса и его доработка по результатам проверки;

опытная эксплуатация комплекса, устранение недостатков и передача в промышленную эксплуатацию.

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Источники входной информации. Источниками входной информации для автоматизированного проектирования станочных приспособлений служат следующие документы: зада-

ние на проектирование приспособления; технологическая карта механической обработки детали на оснащаемой операции; операционный эскиз обрабатываемой детали; конструкторский чертеж детали.

Использование при описании входного задания на проектирование всех четырех документов является неудобным и может привести к ошибкам при подготовке входной информации. Поэтому целесообразно все данные для проектирования на ЭВМ сосредоточить в одном документе, который принято называть операционным чертежом обрабатываемой детали.

Обрабатываемая деталь на операционном чертеже представляется в виде, который она приобретает после выполнения оснащаемой операции. Операционный чертеж отражает одно из состояний обрабатываемой детали, взятое из множества ее состояний, определяемых технологическим процессом. Элементы детали, которые должны получить формообразование на последующих за оснащаемой операциях, на операционном чертеже не показываются.

Операционный чертеж должен давать полное представление о намечаемой операции, поэтому на нем указываются места базирования и закрепления детали при обработке. Поверхности, подлежащие на оснащаемой операции обработке, изображаются на чертеже цветным карандашом. На свободном поле операционного чертежа следует указать наименование операции, модель станка, на котором она выполняется, запланированную производительность обработки, вид силообразующего механизма, применяемого при закреплении заготовки, число деталей, обрабатываемых одновременно, и др. Операционный чертеж содержит все размеры обрабатываемой детали. Размеры, выдерживаемые на операции, анализируемые при конструировании приспособления, должны быть представлены с допусками. На чертеже необходимо указать шероховатость обрабатываемых поверхностей, технологических баз и поверхностей под зажим, твердость и материал заготовки, крутящий момент, усилия резания и др. На операционный чертеж наносится также главная система координат (ГСК). Она выбирается так, чтобы ее начало располагалось на пересечении поверхностей обрабатываемой детали, принятых за технологические базы, а координатные плоскости принадлежали базам. Поверхности обрабатываемой детали нумеруются.

Практически операционный чертеж удобно получать из синекопии рабочего чертежа обрабатываемой детали. Для этого на синекопии детали в соответствии с операционным эскизом нужно убрать все линии, изображающие поверхности, образуемые на последующих (после оснащаемой) операциях технологического процесса, после чего нанести обозначения поверхностей и надписи, о которых шла речь выше.

Чертеж, подготовленный в соответствии с перечисленными требованиями, служит единым источником исходной информации на автоматическое проектирование приспособлений. Пример операционного чертежа обрабатываемой детали представлен на рис. 3.

Методы кодирования количественной, геометрической и качественной информации. При подготовке входных данных различают количественные, качественные и геометрические параметры входной информации.

Количественные параметры (размеры, допуски, масса, усилия резания и др.) заносятся в бланк входных сведений непосредственно из чертежа. Сведения качественного и геометрического характера требуют кодирования перед их записью. Для этого служат кодировочные таблицы, в которых для различных качественных характеристик обрабатываемой детали приведены определенные числа — коды. Примером такой таблицы может служить табл. 2, где каждой технологической разновидности поверхностей обрабатываемой детали поставлен в соответствие числовой признак (код) δ. Аналогично с помощью кодировочных таблиц кодируются материал детали (МД), тип станка (СТ), вид силового механизма (СМ), шероховатость поверхности и другие качественные характеристики обрабатываемой детали и оснащаемой операции.

2. Классификация поверхностей обрабатываемой детали

Наименование поверхности	Функция поверхности	Код δ
Свободная	Не выполняет никакой функции	0
Обрабатываемая	Обрабатывается в данной операции	1
Установочная база	Лишает деталь трех степеней свободы	20
Направляющая база	Лишает деталь двух степеней свободы	21
Опорная база	Лишает деталь одной степени свободы (линейного перемещения)	22
Вспомогательно-опорная база	Лишает деталь одной степени свободы (вращения)	24
Поверхность под зажим	Воспринимает зажимные усилия	30

Кодировочные таблицы используются также при описании геометрической формы обрабатываемой детали. Обрабатываемая деталь рассматривается как множество взаимосвязанных дискретных геометрических элементов — поверхностей.

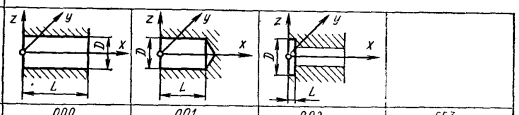
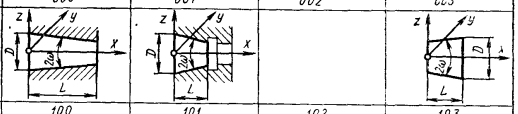
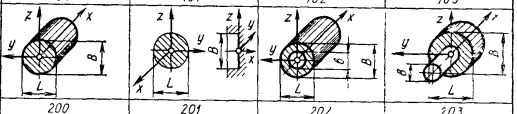
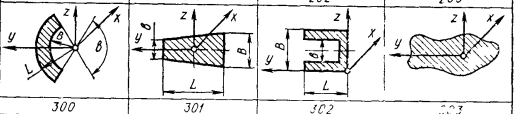
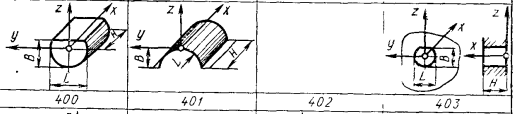
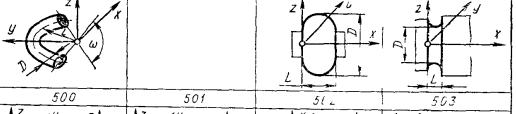
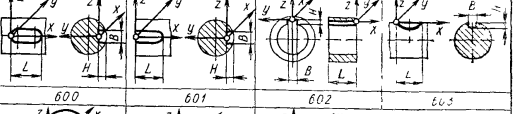
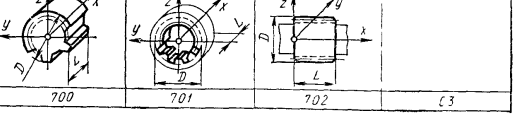
Каждой поверхности обрабатываемой детали в кодировочной таблице (табл. 3) ставится в соответствие код формы $П$, номенклатура размеров и фиксированным образом выбранная система прямоугольных координат $OXYZ$. Например, сквозная цилиндрическая внутренняя поверхность (отверстие) характеризуется кодом $П = 0$, размерами D и L и системой координат, выбранной так, как показано в табл. 3. Аналогично, наружная коническая поверхность имеет $П = 103$ и описывается размерами D, L и 2ω. Для большинства поверхностей обрабатываемых деталей число характеризующих их размеров не превышает трех. Однако существуют поверхности (например, $П = 303,308$), у которых размеры могут быть заданы параметрами, число которых больше трех. Размерная информация о таких поверхностях задается дополнительно отдельным массивом. Информационными параметрами в таких случаях являются:

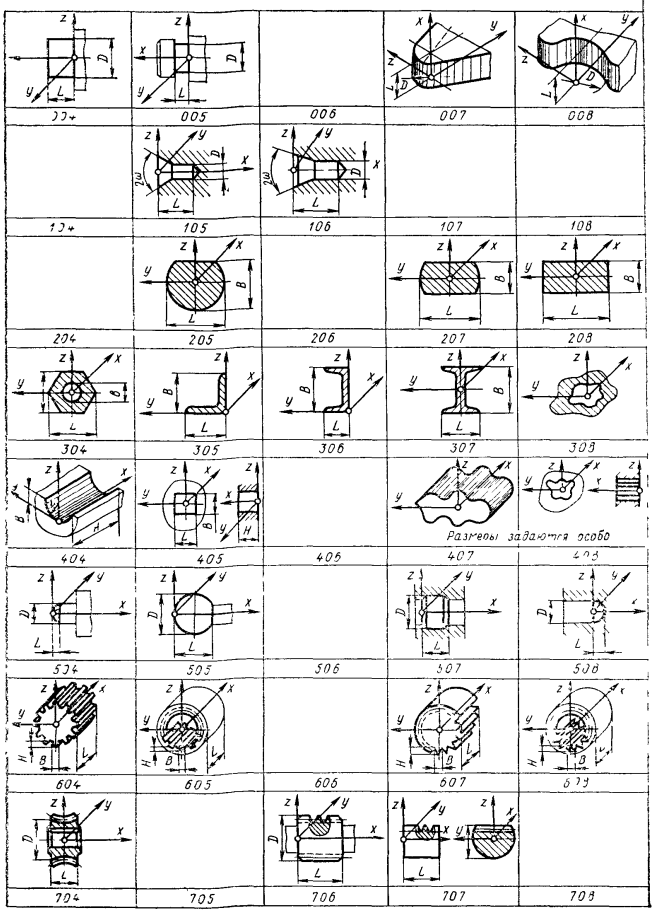
радиусы r и координаты y, z центров дуг окружностей, участвующих в построении контура, ограничивающего поверхность, включая точки, которые рассматриваются как окружности с $r = 0$. Значение радиуса окружности берется с положительным знаком, если соответствующая дуга увеличивает площадь контура, и с отрицательным, если уменьшает;

координаты ряда точек кривой, ограничивающей поверхность. Положение каждой поверхности оснащаемой детали описывается, как правило, в прямоугольной системе координат. В большинстве случаев такой системой служит ГСК обрабатываемой детали. Однако нередки случаи, когда координирующие размеры поверхностей обрабатываемой детали задаются не от технологических баз, связанных с ГСК, а от любых других элементов детали. В этих случаях положение поверхностей задается при их описании в той вспомогательной системе отсчета, которая существует на операционном чертеже (см. рис. 3). В качестве вспомогательной может служить автономная система координат любой поверхности, а также любая другая система, выбранная на конструкторской базе детали. Для указания системы отсчета применяется признак $УО$ (см. табл. 7).

Положение поверхностей (элементов) обрабатываемой детали при подготовке входной информации целесообразно задавать тремя прямоугольными координатами (X, Y, Z) их привязочной точки и тремя угловыми координатами (α, β, γ), которые принято называть углами пространственной ориентации. Углы пространственной ориентации — это углы трех последовательных поворотов системы отсчета относительно системы координат описываемого элемента до их полного совмещения. Правила и последовательность поворотов отражены в табл. 4. Например, для того чтобы определить угол α, необходимо повернуть си-

3. Кодировочная таблица поверхностей

Код К	Виды поверхностей	Разновидности			
0	Цилиндрические				
	Код П	000	001	002	003
1	Конические				
	Код П	100	101	102	103
2	Плоскости, ограниченные простым контуром				
	Код П	200	201	202	203
3	Плоскости, ограниченные фасонным контуром				
	Код П	300	301	302	303
4	Линейчатые				
	Код П	400	401	402	403
5	Фасонные				
	Код П	500	501	502	503
6	Шпоночные и шлицевые				
	Код П	600	601	602	603
7	Зубчатые				
	Код П	700	701	702	703



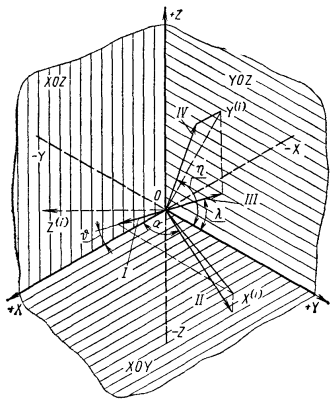


Рис. 4. Определение углов проекций координатных осей поверхностей на координатные плоскости СО:

I — проекция $OX^{(i)}$ на *XOZ*; *II* — проекция $OX^{(i)}$ на *XOY*; *III* — проекция $OY^{(i)}$ на *XOY*; *IV* — проекция $OY^{(i)}$ на *YOZ*

стему отсчета (СО) рассматриваемого элемента вокруг своей оси *OZ* до совмещения оси *OX* с проекцией *OX* оси этого элемента на координатную плоскость *XOY CO*.

4. Определение углов пространственной ориентации элементов

Поворот	Угол	Ось вращения системы отсчета	Совмещаемые элементы	
			системы отсчета	системы координат элемента
Первый	α	*OZ*	*OX*	$\text{Пр}_{xy}OX$
Второй	β	*OY*	*OX*	*OX*
Третий	γ	*OX*	*OY*	*OY*

Примечания. 1. Символом $\text{Пр}_{xy}OX$ обозначена проекция оси *OX* описываемой поверхности на координатную плоскость *XOY* системы отсчета.

2. Если $\text{Пр}_{xy}OX$ — точка, то $\alpha = 0$.

В практике записи сведений об обрабатываемой детали ориентацию поверхностей предпочтительно задавать четырьмя углами (α, ϑ, η, λ) проекций осей их автономных систем координат на координатные плоскости системы отсчета. Углы α, ϑ, η, λ либо заданы на чертеже, либо легко определяются из него. Правила определения угловых координат α, ϑ, η, λ при подготовке входной информации изложены в табл. 5. В соответствии с указанными правилами угол ϑ, например, отсчитывается в плоскости *XOZ* системы отсчета (например, ГСК) от оси *OX* этой системы до проекции оси *OX* поверхности детали на координатную плоскость *XOZ* (рис. 4).

5. Углы проекций осей координат элементов на координатные плоскости СО

Угол	Плоскость системы отсчета	Ось системы отсчета	Проекция оси системы
α	*XOY*	*OX*	Пр *OX*
ϑ	*XOZ*	*OX*	Пр *OX*
η	*YOZ*	*OY*	Пр *OY*
λ	*XOY*	*OY*	Пр *OY*

Примечания: 1. За положительный отсчет углов принят отсчет, взятый в направлении, обратном движению часовой стрелки (наблюдение осуществляется с положительного конца оси системы отсчета).

2. Если проекция какой-либо оси на координатную плоскость системы отсчета равна нулю, то и соответствующий угол равен нулю.

3. Если угол $\vartheta = \pm 90$, то его нужно отсчитывать от отрицательной полуоси *OY* системы отсчета до проекции *OX* на плоскость *YOZ* этой системы.

4. Если $\eta = \pm 90$, то его нужно отсчитывать от отрицательной полуоси *OX* в плоскости *XOZ* системы отсчета до проекции оси *OX* элемента на эту плоскость.

Если положение поверхностей обрабатываемой детали задано полярными координатами (с помощью радиус-вектора ρ и полярного угла τ), то при описании данных о положении этих поверхностей используется признак МЗ типа применяемой системы (см. табл. 7). При этом признаком *C* указывают ось координат плоской системы *XOZ*, которая принята за полярную. Признак *C* учитывает с помощью знака направление (положительное или отрицательное) осей *OX* или *OZ*, от которого произведен отсчет полярного угла.

Для упрощения анализа информации, подаваемой на вход САПР приспособлений, необходимо описывать связи между элементарными поверхностями (примыкание, расположение на поверхности, под поверхностью и др.). Для указанной цели служит признак $N_{ст}$ топологической связи между поверхностями детали.

Каноническое представление входной информации в бланке и в памяти ЭВМ. Полная система сведений об обрабатываемой детали заносится в таблицу входной информации. Она образует исчерпывающий документ, содержащий все необходимые и достаточные данные для автоматизированного конструирования приспособлений.

В зависимости от принятого в конкретной САПР языка описания задания на проектирование форма таблицы входной информации может изменяться. Иногда целесообразно применять не одну, а несколько таблиц для занесения входных данных. Ниже рассмотрим два типичных и получивших наибольшее распространение способа представления входных данных в бланке. Первый из них применяется при подготовке входной информации для автоматизированного проектирования приспособлений для деталей, содержащих сравнительно небольшое число обрабатываемых поверхностей. Второй связан с проектированием приспособлений для обработки большого числа (часто несколько сотен) отверстий в плоских деталях. Это характерно для деталей приборостроения, радиотехнической промышленности, электронного машиностроения и др.

Бланк входной информации в первом случае представляет собой таблицу, которая включает общие сведения об обрабатываемой детали и оснащаемой технологической операции, а также о совокупности различных поверхностей детали. Содержание разделов таблицы входной информации (ТВИ) дано в табл. 6 и 7. Табл. 8 отражает входные данные на

6. Общие сведения об обрабатываемой детали и оснащаемой операции

Номер параметра в нулевом разделе	Обозначение параметра	Содержание графы	Единица измерения
7	*N*	Номер обрабатываемой детали	—
8	ξ_0	Угол ориентации детали относительно рабочего	°
9	l_0	Вылет заготовки в отрицательном направлении оси *OZ* ГСК	мм
10	$L_{заг}$	Длина заготовок	мм
11	$B_{заг}$	Ширина заготовки	мм
12	$H_{заг}$	Высота заготовки	мм
13	$G_{заг}$	Масса детали	кг
14	*HB*	Твердость по Бринеллю	
15	*R*	Производительность обработки	шт/ч
16	*n*	Число одновременно обрабатываемых деталей	шт
[illegible]	СМ	Вид силового механизма	—
[illegible]	P_x	Максимальное усилие резания	Н
19	$M_{кр}$	Максимальный крутящий момент	Н·м
20	*СТ*	Тип станка	—
21	*ВП*	Вид приспособления	—
22	*МД*	Материал детали	—
23	b_0	Вылет заготовки в отрицательном направлении оси *OY* ГСК	мм
24	h_0	То же, ось *OX*	мм

7. Информация о поверхностях обрабатываемой детали

Номер столбца ТИ	Обозначение параметра	Содержание графы	Единица измерения
1	$N_{ст}$	Признак связи поверхностей детали	—
2	$NП$	Номер поверхности детали	—
3	δ	Признак технологического назначения поверхности	—
4	$П$	Разновидность поверхности	—
5	L	Длина поверхности	мм
6	D, H, b	Диаметр, высота, размер поверхности	мм
	B, S	Ширина поверхности, шаг резьбы	мм
7	m	Модуль зубчатой поверхности	мм
	ω	Угловой размер поверхности	°, ′, ″,
8	ΔL	Допуск на длину детали	мкм
9	ΔD, ΔH, Δb	Допуски на размеры поверхности	мкм
10	ΔB, $\Delta\omega$	То же	мкм, °
11	$Ч$	Шероховатость поверхности	—
12	NO	Номер системы отсчета	—
13	$МЗ$	Признак метода задания	—
14, 15, 16	X, Y, Z	Линейные координаты расположения поверхностей	мм
14	ρ	Радиус-вектор	мм
15	C	Признак отсчета полярного угла	—
16	τ	Полярный угол	°, ′, ″
17, 18, 19	Δx, Δy, Δz, $\Delta\rho$	Допуски на координаты	мкм
20, 21, 22, 23	α, ϑ, η, λ	Углы ориентации поверхности	°, ′, ″

автоматизированное конструирование сверлильного приспособления для детали, операционный чертеж которой представлен на рис. 3.

При подготовке входной информации на автоматизированное проектирование допускается некоторая аппроксимация формы свободных поверхностей обрабатываемой детали. Разрешается не описывать поверхности, данные о которых не влияют на результаты конструирования. Например, можно не описывать углубления на свободных поверхностях, фаски, галтели, мелкие выборки и др. По указанным причинам в табл. 8 не нашли отражения разделы информации о поверхностях $NП$ = = 10, 105, 202, 203 детали, представленной на рис. 3.

Во втором случае входная информация включает следующие информационные массивы: общих сведений; сведений о функциональных поверхностях обрабатываемой детали; информации о точках приложения зажимных усилий; данных об отверстиях детали.

Кодирование данных, размещаемых в первых трех информационных массивах, осуществляется по аналогии с кодированием соответствующих параметров в описанной выше системе.

Правила кодирования и структура массива информации об отверстиях детали (ИОД) разработаны с учетом полного отражения размерных цепей, заданных на операционном чертеже обрабатываемой детали, без пересчета размеров и обеспечения кодирования информации не только об отдельных отверстиях, но и о группах отверстий, что позволяет (при наличии таких групп) значительно сократить объем записей в массиве.

Структура массива ИОД представлена в табл. 9. В массив ИОД может заноситься информация как об отверстиях, подлежащих обработке, так и свободных отверстиях детали. При этом каждая строка массива может содержать сведения об отдельном отверстии, отдельной точке, принятой за конструкторскую базу, равномерной или неравномерной группе отверстий, повторяющейся группе.

Столбец NO (номер отсчета) массива ИОД (табл. 9) служит для хранения информации о базах, от которых задано положение кодируемого объекта (отверстия, группы отверстий и др.). При этом три первых

8. Входная информация для проектирования приспособления на ЭВМ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Общие сведения	Обозначение						N	$\Sigma\delta$	l_0	$L_{заг}$	$B_{заг}$	$H_{заг}$	$G_{заг}$	HB	R	n	CM	P_x	$M_{кр}$	CT	$BП$	MD	b_0	h_0
	Значение						151; 220	0	80	160	70	305	4,5	180	8	1	0	138	1360	9	0	13	35	0
Сведения о поверхностях	Обозначение						$N_{ст}$	$NП$	δ	$П$	L	D; H; b	B; m; S; ω; D	ΔL	ΔD; ΔH; ΔB	ΔB; $\Delta\omega$	$Ч$	NO	$МЗ$	X; ρ	Y; C	Z; τ	ΔX; $\Delta\rho$	ΔY	ΔZ	α	ϑ	η	λ	Резервный столбец
	Значение	1					30000	104	20	4	200	70	—	1000	—740	—	3	0	0	34	0	0	—600	0	0	0	0	0	0	0
		2					40000	101	22	202	70	50	70	500000	—740	—740	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3					105	8	24	207	60	—	30	—800	—	—600	3	0	0	275	0	19	—1500	0	—600	0	90	0	—90	0
		4					30000	104	30	4	200	70	—	1000	—740	—	3	0	0	34	0	0	—600	0	0	0	0	0	0	0
		5					202 0103	201	1	0	15	14	127138 000	—400	35000	—	5	0	0	210	0	—40	—5006 500	—2500 250	9000	0	—90	0	0	0
		6					70008	9	1	0	38	20	175194 000	—600	1400 000	—	5	10	0	0	0	0	—5000 500	—2500 250	—2500 250	0	—90	0	0	0
		7					0	4	0	303	—	7	10	20	0	60	3	0	0	12	0	0	—	—	—	0	0	0	0	0
		8					0	11	0	407	34	7	10	35	6	0	3	0	0	12	0	0	—	—	—	0	0	0	0	0
		9					0	3	0	303	—	7	10	20	0	—60	3	0	0	46	0	0	—	—	—	180	180	180	0	0
		10					10000	102	0	4	12	70	—	30	0	0	3	0	0	12	0	0	—	—	—	180	180	0	0	0
		11					1010000	103	0	1	220	50	—	—	—	—	7	0	0	0	0	0	—	—	—	0	0	0	0	0
		12					105	5	0	400	50	65	7	—	—	—	3	0	0	305	0	0	—	—	—	180	180	—90	0	0
		13					105	6	0	400	50	65	7	—	—	—	3	0	0	305	0	0	—	—	—	180	180	90	0	0
		14					105	7	0	208	60	—	36	—	—	—	3	0	0	270	0	—10	—	—	—	0	—90	0	—90	0	0
		15																												
		16																												

9. Массив информации об отверстиях детали

№ строки	*NO*	*D*	*Y*; *R*	*Z*; *γ*
1	0	0	0	0
2	001001	5	—10	10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	021021	021022	—85	105

цифры кода *NO* содержат номер строки массива ИОД, где хранится информация о базе, с которой размерно связан кодируемый объект в направлении оси *OY* ГСК; три последних цифры — соответственно в направлении оси *OZ* ГСК.

Столбец *D* массива ИОД используется для занесения одного из следующих значений: диаметра отдельного отверстия (если объект—точка, то $D = 0$, если отверстие свободное, т. е. не обрабатываемое, то значение *D* заносится со знаком минус); числа и диаметра отверстий в равномерной группе; двух триад цифр, содержащих номера начальной и конечной строк фрагмента массива ИОД, в котором записана неравномерная группа отверстий.

В столбец *Y* (или *R*) массива ИОД заносится одно из следующих значений: линейная координата *Y* привязочной точки кодируемого объекта; полярный радиус *R*, если отверстие задано в полярных координатах; линейный шаг расположения отверстий равномерной группы вдоль оси *OY* ГСК, и угловой шаг расположения отверстий в равномерной группе, заданные в полярной системе координат.

В столбце *Z* (или *γ*) массива ИОД записывается одна из следующих величин: линейная координата *Z* привязочной точки кодируемого объекта; полярный угол, если отверстие задано в полярной системе; линейный шаг расположения отверстий равномерной группы вдоль оси *OZ* ГСК; угловой размер от оси *OY* ГСК до первого отверстия группы, заданный в полярных координатах.

Система подготовки входной информации для автоматизированного проектирования станочных приспособлений имеет цель обеспечить удобство кодирования данных. Однако информационные входные массивы, построенные в соответствии с требованиями этих систем, введенные в ЭВМ, не совсем пригодны для их эксплуатации. Поэтому с помощью специальных программных средств входная информация перерабатывается и приводится к виду, удобному для использования при алгоритмизации и автоматическом проектировании. Задачей перерабатывающих программ в этом случае являются приведение координат всех поверхностей обрабатываемой детали к единой системе отсчета (ГСК), задание положения поверхностей посредством трех углов пространственной ориентации: α, β, γ (см. табл. 4), приведение данных к необходимой форме их машинного представления, перегруппировка данных с целью упрощения оперирования ими в ЭВМ и др.

После преобразования входная информация приобретает каноническую форму ее внутреннего представления, которая не зависит от условий производства.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Библиотека конструктивных элементов приспособлений и ее разработка. Автоматизированное проектирование приспособлений выполняется с использованием постоянно хранящихся в памяти ЭВМ сведений, которые образуют его информационную базу. Главной составляющей этой базы является библиотека конструктивных элементов (БКЭ).

Характеристика конструктивных элементов. Конструктивные элементы приспособлений — это пространственные материальные объекты, используемые программой в процессе автоматизированного синтеза конструкций. Это значит, что в процессе машинного построения конструкции оперируют не геометрическими элементами чертежа (линиями, точками, проекциями), а такими объектами, как деталь, сборочная единица, поверхность детали, информация о которых представляется в ЭВМ в виде соответствующих цифр — кодов.

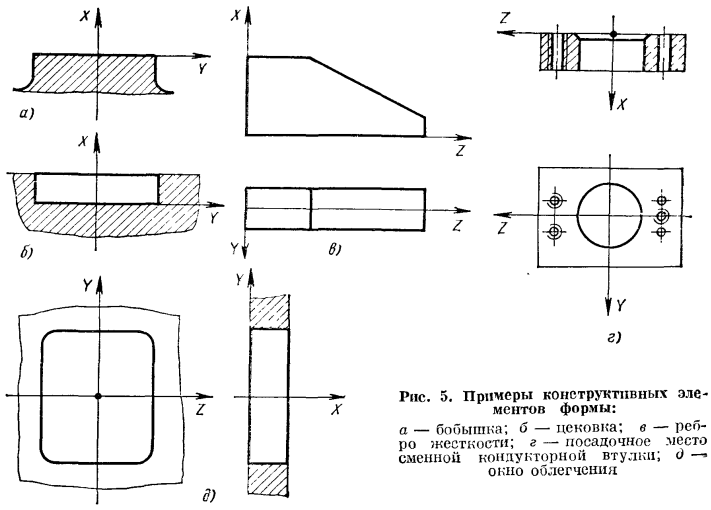


Рис. 5. Примеры конструктивных элементов формы:
а — бобышка; *б* — цековка; *в* — ребро жесткости; *г* — посадочное место сменной кондукторной втулки; *д* — окно облегчения

В работах по автоматизации проектирования приспособлений необходимо рассматривать не только детали и сборочные единицы, но и части (элементы) детали, имеющие определенное назначение (отверстия, цековки, канавки, ребра жесткости, посадочные места деталей и сборочных единиц, окна и полости для облегчения конструкции и др.). Элементы конструкции — части детали — принято называть конструктивными элементами формы, примеры которых приведены на рис. 5.

Конструктивные элементы формы детали в процессе автоматизированного синтеза конструкций используются для корректировки базовой конфигурации детали, содержащейся в библиотеке конструктивных элементов. Они служат также основой для машинного синтеза конструкции специальных деталей путем свободного проектирования.

Среди элементов формы отдельную группу составляют посадочные места конструктивных элементов (рис. 5, *г*). Посадочным местом элемента называется часть контактирующей с этим элементом базовой несущей детали. Оно обеспечивает базирование и крепление конструктивного элемента. Каждому конструктивному элементу приспособления ставится в соответствие определенное посадочное место. Исключение составляют элементы корпусов, кондукторных плит, которые обеспечивают крепление к себе других элементов приспособления, связывая их в единую жесткую систему, в то же время крепление их самих не производится.

Функциональное разделение, типизация и нормализация конструктивных элементов. По функциональному признаку конструктивные элементы разделяются на следующие классы:

установочные (пальцы, призмы, штыри, пластины, регулируемые и

подводимые опоры, установочные втулки, кольца, шайбы и др.);

зажимные (прихваты, кулачковые, плунжерные, эксцентриковые зажимы, пневмомеханизмы, гидромеханизмы, быстросменные шайбы и др.);

направления режущих инструментов (кондукторные втулки, установы);

деления и фиксации (фиксаторы, гнезда, делительные диски);

корпусные (планшайбы, угольники, переходные фланцы, кондукторные плиты, коробки, швеллеры, стойки, ребра и др.).

В ряде конкретных случаев могут быть выделены и другие классы конструктивных элементов.

Конструктивные элементы, обладающие тождественными геометрическими свойствами в трехмерном пространстве, имеют одинаковые конфигурацию, структуру и размерные цепи, объединены в один тип. Например, самостоятельный тип составляют опорные штыри с плоской головкой. В другой тип объединены опорные штыри со сферической головкой, так как по конфигурации они отличны от штырей с плоской головкой. Аналогичным образом может быть выделено несколько типов опорных призм, самоцентрирующих механизмов и др.

Конструктивные элементы одного типа в зависимости от значений их параметров разбиты на типоразмеры. Число типоразмеров в одном типе обусловливается конструктивными особенностями элементов и технологическими требованиями данного производства.

Автоматизация проектирования требует проведения работ по упорядочению конструктивных элементов, по ограничению их многообразия и номенклатуры. Необходимо установить нормы на конфигурации (типы) конструктивных элементов и их метрические характеристики. Указанные работы связаны с нормализацией и стандартизацией конструктивных элементов, которые при автоматизации проектирования приспособлений, в зависимости от степени нормализации, классифицируются на четыре группы (табл. 10).

Структура и кодирование конструктивных элементов. Для выделения конкретного конструктивного элемента из заданного множества ему сообщается формальный отличительный признак — код. Код элемента имеет вид цифрового идентификатора и определяет его функциональное назначение f, тип A и типоразмер N. Образование кода элемента иллюстрируется схемой, показанной на рис. 6.

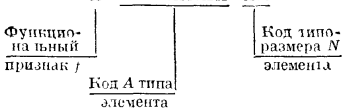


Рис. 6. Схема образования кода элемента

Таким образом, код элемента $Э$ образуется по следующей формуле:

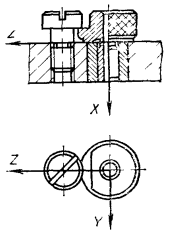
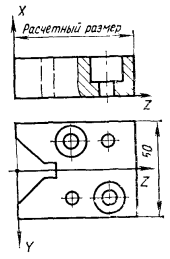
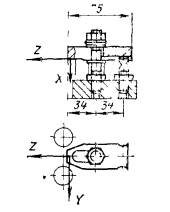
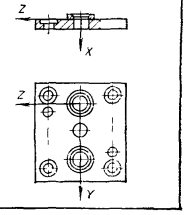
$$Э = f \cdot 10^{10} + A \cdot 10^{2} + N.$$

Код A типа элемента отражает его структуру. Анализ структур конструктивных элементов позволяет сделать вывод о различной их сложности и вложенности друг в друга. Конструктивные элементы (КЭ), которые не включают в себя других КЭ, рассматриваемых при синтезе, можно определить как элементарные (нулевого уровня вложенности). КЭ, содержащие в себе элементарные КЭ, относятся к первому уровню вложенности, а включающие в себя элементарные КЭ и (или) КЭ первого уровня, являются элементами второго уровня вложенности.

Относительно невысокая по сравнению с другими изделиями сложность приспособлений позволяет обойтись при кодировании тремя рассмотренными выше уровнями их вложенности. К конструктивным элементам 2-го уровня относятся сборочные единицы, включающие оригинальные детали произвольной формы или сложные детали, которые синтезируются из КЭ 1-го и 0-го уровней.

Для элементарных КЭ и КЭ 1-го уровня вложенности отводится по три разряда в коде A типа элемента, для КЭ 2-го уровня — два разряда.

10. Классификация КЭ по степени нормализации

Группа	Степень нормализации	Характеристика	Эскиз
1	Полностью нормализованные	Имеют определенную форму, структуру и размеры (все стандартные КЭ)	
2	Частично нормализованные с постоянной конфигурацией	Имеют неизменную форму, структуру и переменные (расчетные) размеры	
3	Частично нормализованные с переменной конфигурацией и структурой	Могут корректироваться по форме, структуре и размерам	
4	Специальные	Синтезируются алгоритмически из элементов 1-й и 2-й групп	

Общее число конструктивных элементов 1-го и 0-го уровней в системе не должно превышать 999, а второго уровня — 99.

Структура кода *А* иллюстрируется схемой, показанной на рис. 7.

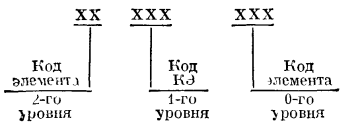


Рис. 7. Структура кода А

Код типа КЭ получает окончательное выражение в цифровой модели конструкции в результате реализации программ ее синтеза.

Графическое представление конструктивных элементов. Конструктивные элементы приспособлений графически представляются в виде совокупности чертежей типа элемента, которая в общем случае содержит сборочный чертеж типа элемента; рабочие чертежи его деталей; чертежи посадочных мест КЭ; условия применяемости и краткую характеристику КЭ; бланк чертежи деталей элемента.

В случаях, когда конструктивным элементом является отдельная деталь либо элемент формы, допускается совмещение сборочного и рабочего чертежей в один. Для конструктивных элементов, не имеющих посадочных мест, чертежи последних отсутствуют.

Оформление чертежей выполняется согласно требованиям ЕСКД. Однако автоматизация проектирования накладывает на оформление ряд дополнительных специфических требований, которые рассмотрены ниже.

Сборочный чертеж типа элемента. Для автоматизированного проектирования приспособлений необходимо, чтобы элемент на сборочном чертеже был изображен в виде конструктивно законченного узла совместно с частью несущей детали, на которой данный элемент устанавливается. На этом чертеже показываются все крепежные детали, которые входят в состав данного элемента.

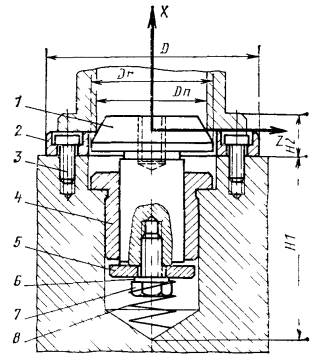
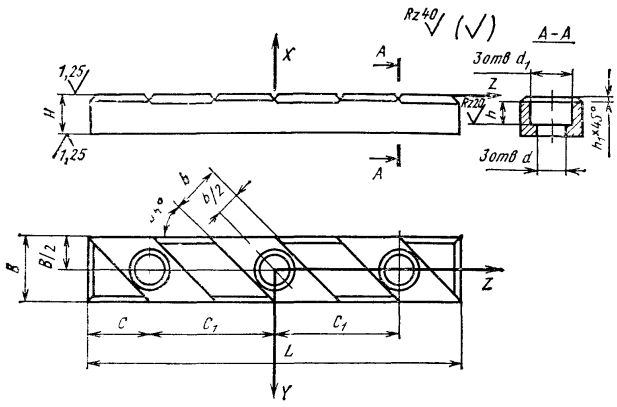


Рис. 8. Пример оформления сборочного чертежа КЭ

Сборочный чертеж должен ясно определять способ закрепления элемента на несущей детали. На сборочном чертеже проставляются размеры, характеризующие конструктивный элемент как единую систему. Данные размеры определяют габариты конструктивного элемента, экстремальные положения его движущихся частей, характеризуют вид связи сопрягаемых деталей (рис. 8). Размеры проставляются в буквенном виде. Конкретные значения размеров для типоразмера элемента заносятся в таблицу метрических характеристик.

Для размеров, подлежащих определению в процессе алгоритмического конструирования (расчетных размеров), в соответствующие графы вписываются формулы, задающие искомые размеры как функции от исходных либо вычисляемых в процессе проектирования параметров. Когда для определения расчетных размеров применяются сложные формулы или необходимо использование логических операций, в соответствующую графу таблицы метрических характеристик заносится слово «расчетный». Методика вычисления значения данного параметра излагается в краткой характеристике конструктивного элемента.



Обозначение	B	L	H	b	C	C_1	d	d_1	h	h_1
10000018401	12	60	8	9	10	20	6	10	4,5	0,8
10000018402	16	90	10	11	15	30	7	12	5	1,0
10000018403	20	120	12	14	20	40	9	14	6	1,5
10000018404	25	150	16	14	25	50	9	14	6	20
10000018405	30	80	20	18	30	60	11	17	7	2,5
10000018406	35	210	25	22	35	70	13	20	8	3

Рис. 9. Пример оформления рабочего чертежа детали КЭ

На сборочном чертеже вычерчивается правая пространственная прямоугольная система координат конструктивного элемента. Ее положение всегда фиксировано относительно данного типа КЭ. Рекомендации к выбору положения начала системы координат и направления ее осей рассмотрены ниже.

Спецификация конструктивного элемента располагается на сборочном чертеже и выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД.

Рабочие чертежи деталей и посадочных мест элемента. Рабочий чертеж детали приспособления выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД. Обозначения размеров буквенные, их значения для всех типоразмеров данного типа сводятся в таблицу метрических характеристик, располагаемую вместе с чертежом детали (рис. 9). Заполнение таблицы осуществляется так же, как и для сборочного чертежа КЭ. На рабочем чертеже вычерчивается пространственная прямоугольная система координат изображаемой детали.

Правила оформления чертежей посадочных мест конструктивного элемента такие же, как и для оформления рабочих чертежей деталей (см. рис. 5, *г*).

Условия применяемости и краткая характеристика КЭ содержат данные, описывающие область применения конструктивного элемента, а также методику определения расчетных размеров элемента, его деталей и посадочных мест.

Применяемость и краткая характеристика КЭ служат для разработки соответствующих подпрограмм выбора типа и типоразмера элемента, конструктивного оформления его деталей. Это значит, что для каждого КЭ выявляется, формализуется и записывается определенная совокупность необходимых условий, наличие которых требует применения данного элемента. Разрабатываются формулы или другие зависимости, с помощью которых могут быть определены значения всех расчетных размеров.

Сведения, содержащиеся в применяемости и краткой характеристике элемента, отражают опыт, накопленный отраслью или данным предприятием, позволяют произвести техническую и экономическую оценку использования конструктивного элемента.

Если в процессе определения применяемости конструктивных элементов выявится, что два или несколько типов элементов являются функционально тождественными (имеют одинаковую применяемость), то из них включить в библиотеку следует лишь один, конструктивно наиболее простой, самый удобный в эксплуатации и требующий минимальных затрат на изготовление. При выборе лучшего варианта КЭ могут быть использованы методы квалиметрии.

Применяемость и краткая характеристика КЭ во многом зависят от функционального назначения рассматриваемого элемента, а также от числа технологических и производственных условий, которые их определяют. Поэтому форма документа не регламентируется и может меняться от случая к случаю, удовлетворяя при этом требования ЕСКД к текстовой документации.

Пример. Составим применяемость и краткую характеристику конструктивного элемента, показанного на рис 8 Плавающий конический палец применяется для базирования деталей по цилиндрическому отверстию, изготовленному не очень точно (5—7-й класс точности), и в то же время требуется обеспечить хорошую точность (погрешность меньше 0,2 мм) расположения обрабатываемых поверхностей относительно базы.

Применяемость рассмотренного конструктивного элемента выражается следующей совокупностью условий: П=000 или 001; $15 \leqslant D_n \leqslant 75$; $5 \leqslant T \leqslant 7$; $\varepsilon_p \leqslant 0{,}2$, где П — код разновидности базовой поверхности по табл. 3; D_n — диаметр базового отверстия (см. рис. 6); T — класс точности базового отверстия; ε_p — допустимая погрешность обработки в приспособлении

Деталь *1* (см. рис. 8) конструктивного элемента имеет расчетный размер — диаметр пальца, числовое значение которого определяется следующими выражениями;

$D'_r = E(D_n + 6)$, где E — операция выделения целой части выражения;

$D_r = E^{(н)}(D'_r)$, где $E^{(н)}$ — операция приведения числа к нормализованному ряду.

Проверить условия $D_n + 4 \leqslant D_r \leqslant D_n + 8$, если оно не выполняется, то принять $D_r = D'_r$.

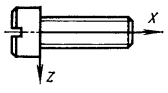
В случае, когда разработка формул и операций расчета на этапе построения библиотеки конструктивных элементов невозможна или они слишком громоздки, то их можно заменить перечислением факторов и условий, оказывающих влияние на числовое значение каждого расчетного размера.

Определение положения систем координат КЭ и его деталей. Для предоставления разработчику алгоритмов возможности определять расположение конструктивных элементов и их деталей в пространстве к ним прикрепляются правые пространственные прямоугольные системы координат $OXYZ$ с началом в фиксированной точке, называемой привязочной.

Положение начала и направление осей системы координат КЭ выбираются из условия самого простого определения положения и ориентации элемента в пространстве проектируемого приспособления, описываемом системой координат обрабатываемой детали (ГСК, см. рис. 3).

Например, для плоских установочных элементов (пластин) целесообразно располагать привязочную точку в области контакта элемента с установочной поверхностью детали, в точке симметрии площади контакта

11. Форма справочника о положениях систем координат стандартных деталей КЭ

Наименование элемента	Положение привязочной точки	Примечание
Винт ГОСТ 1491—80*		

(см. рис. 9 и 13). Для установочных цилиндрических элементов (пальцев, втулок) предпочтительнее располагать привязочную точку элемента на оси симметрии в точке пересечения оси либо поверхностью контакта с корпусом приспособления, либо опорной плоскостью обрабатываемой детали (см. рис. 8). В зажимных элементах рационально размещать привязочную точку в месте контакта элемента с соответствующей зажимной поверхностью детали (см.табл. 10 и рис. 8 и 13).

Направление координатных осей элементов следует выбирать так, чтобы оно максимально совпадало с направлением координатных осей поверхности детали, контактирующей с данным элементом (см. табл. 3). Положение привязочной точки и направление осей системы координат детали КЭ определяют из условий удобства задания ее положения в системе координат КЭ и рациональным построением ее размерной цепи.

Система координат той детали КЭ, к которой прикреплена его собственная система, должна совпадать с системой координат элемента.

Положение привязочной точки и направление осей координат для каждой детали должны быть постоянными и не зависеть от того, в состав какого элемента эта деталь входит.

Для стандартных деталей информация о положении систем координат заносится в специальную таблицу (табл. 11).

Разработка библиотеки конструктивных элементов станочных приспособлений. Цикл нормализации и подготовки конструктивных элементов для включения их в библиотеку и проектирования на ЭВМ содержит следующие этапы:

определение типа приспособлений (сверлильные, токарные, фрезерные и др.), проектирование которых предполагается осуществлять с помощью ЭВМ;

определение класса деталей, обрабатываемых с помощью данных приспособлений;

изучение технологических условий механообработки отобранного класса деталей;

отбор и изучение чертежей существующих станочных приспособлений данного типа;

исключение из множества чертежей приспособлений чертежей, включающих одинаковые типы элементов конструкции;

выделение на оставшихся чертежах элементов конструкции по функциональному признаку (удобно при этом пользоваться цветными карандашами);

рассмотрение возможности замены выделенных элементов на стандартные;

типизация (разделение по типам) элементов внутри функциональных групп;

выделение из функционально однородных групп наиболее часто встречающихся и нормализация этих элементов;

обоснование необходимости применения редко встречающихся элементов. При затруднениях в обосновании следует отказаться от включения этих элементов в библиотеку;

анализ необходимости включения, обоснование и разработка дополнительных типов элементов, конструкции которых не встречались в просматриваемых чертежах оснастки, но которые, по мнению специалистов, должны быть включены в библиотеку;

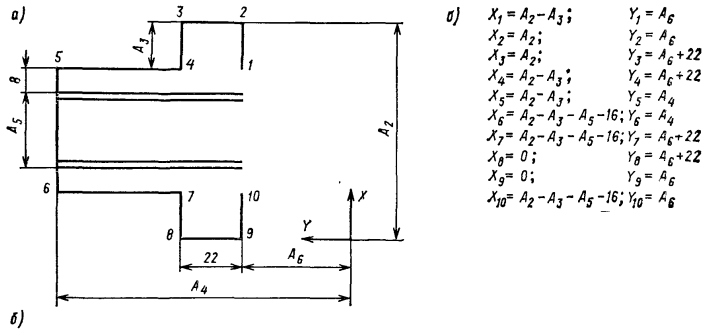


Рис. 10. Пример оформления типового изображения:
а — отражающего графику; *б* — отражающего текст; *в* — аналитическое описание ТИ (см. поз. *а*)

определение числа промежуточных типоразмеров конструктивных элементов;

кодирование конструктивных элементов и их деталей;

разработка технической документации на каждый конструктивный элемент.

Цикл нормализации и подготовки элементов следует выполнить в следующем порядке: установочные, зажимные, направляющие элементы, элементы деления и фиксации, корпусные.

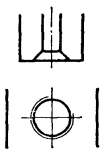
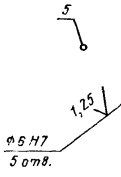
Библиотека типовых изображений и ее разработка. Библиотека типовых изображений (БТИ) — это тесно связанный с библиотекой конструктивных элементов программно-информационный комплекс, используемый для автоматизированного построения сборочных и деталировочных чертежей станочных приспособлений. БТИ содержит информацию об унифицированных элементах чертежей.

Типовые изображения и их представления. Каждый конструктивный элемент приспособлений может быть представлен на плоскости чертежа определенным числом типовых изображений (ТИ). Каждое ТИ из библиотеки обладает постоянными геометрическими свойствами (постоянство конфигурации, тип линий, порядок следования линий в изображении и др.). На базе БТИ можно скомпоновать чертежи всех приспособлений, конструируемых конкретной проектирующей системой.

Графически ТИ оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД (рис. 10). Каждое ТИ имеет автономную плоскую систему координат, положение которой строго фиксировано относительно графики ТИ, фиксированную систему простановки размеров и код, идентифицирующий все его геометрические свойства.

Аналитическое описание ТИ содержит совокупность выражений для определения координат характерных точек ТИ в его автономной системе координат. Характерными являются точки начала и концов отрезков прямых, дуг окружностей графики ТИ и др. Выражения, образующие аналитическое описание, включают в качестве переменных размеры ТИ, обозначенные буквами A_i (рис. 10, *а*). Конкретные значения размеров A_i вычисляют с помощью функций, отражающих их зависимость от размеров, изображаемых с помощью ТИ конструктивных элементов.

12. Классификация типовых изображений

Наименование групп ТИ	Особенности содержания	Примеры
Графические	Линии различной формы и вида (без символов)	
Текстовые	Символы или группы символов (надписи)	ЖК 1453-6217 СБ Лист АМг12 ГОСТ 17232—79
Текстографические	Сочетание символов с графическими элементами	

Все ТИ можно разбить на три группы (табл. 12).

Разработка состава ТИ. Состав ТИ в конкретной САПР определяется анализом чертежей типовых представителей конструкций приспособления, проектирование которых должна осуществлять эта САПР, и тщательным изучением библиотеки конструктивных элементов.

Целесообразно произвести группирование КЭ по форме и в пределах полученных групп выявить общую графику. Рациональное определение состава БТИ во многом упрощает разработку программных средств получения типовых изображений и автоматизированного построения чертежей.

Пример состава ТИ, выделенного на основе анализа графики Г-образного зажимного болта, представлен на рис. 11.

Алгоритм и программа построения ТИ. Для построения графики ТИ чертежным автоматом необходимо иметь программный модуль, который строит в памяти ЭВМ описание графики ТИ. На основе этого описания ЭВМ готовит программу, которая управляет работой чертежного автомата при вычерчивании ТИ. Программный модуль построения ТИ

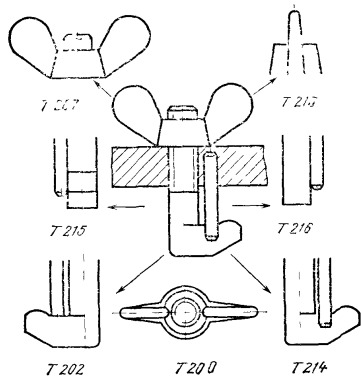


Рис. 11. Типовые изображения для Г-образного болта

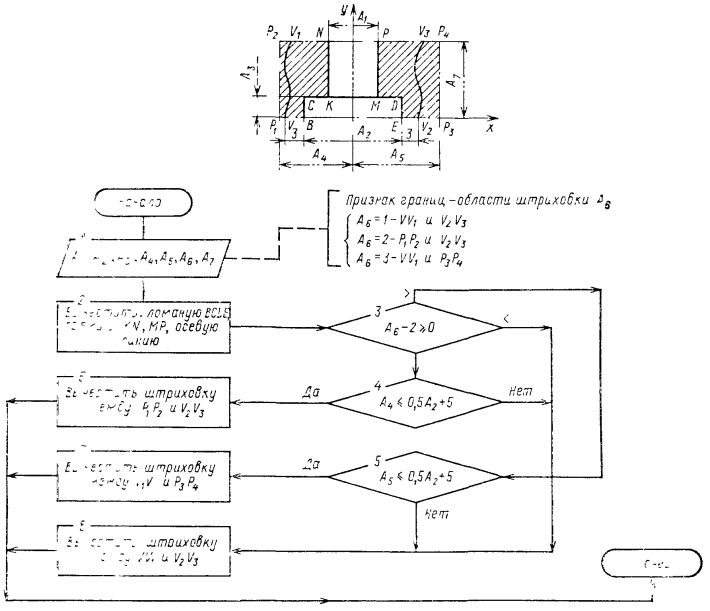


Рис. 12. Алгоритм построения одного ТИ

разрабатывается по алгоритму, который содержит графическую и текстовую информацию. Графическая информация (рис. 10, *а*) включает контуры, линии, размеры и др.

Текстовая информация содержит: указания о рациональной последовательности вычерчивания ТИ; размеры шрифта, типы линий, число знаков после занятой в вычерчиваемых размерах; логические условия, в зависимости от которых могут изменяться координаты отдельных линий, их взаимное расположение, места начертания отдельных линий и знаков; различные комментарии, указания программисту и другая, необходимая для программирования информация. Пример оформления алгоритма построения ТИ приведен на рис. 12.

Завершающим этапом создания библиотеки типовых изображений являются разработка и отладка программных модулей вычерчивания ТИ. Средством программирования операций формирования и вывода графической и текстовой информации на чертежный автомат является универсальный пакет программ машинной графики. С помощью этого пакета осуществляется преобразование описаний ТИ в виде совокупности координат характерных его точек (рис. 10, *в*) в команды чертежного автомата. Пакет имеет также средства нахождения координат опорных точек для ряда часто встречающихся фигур, например правильных многоугольников, простановки размеров, штриховки и др.

Нормативно-справочная информация включает в себя каталог сведений о металлорежущих станках

(КСО, см. рис. 1), сведения о постоянных частях наименований и обозначений деталей и сборочных единиц для построения спецификаций конструкций, таблицы допусков, посадок и классов точности, трудовые нормативы на обработку деталей и сборку приспособлений, сведения об условиях их инструментального производства.

Каталог сведений об оборудовании содержит информацию о рабочих зонах и посадочных местах станков, на которых должно устанавливаться проектируемое приспособление. Для сверлильных станков, например в КСО, необходимо отразить следующую информацию: размеры столов, ширину пазов стола, расстояния между пазами, расстояния от торца шпинделя до стола в крайнем верхнем его положении. Аналогичные сведения необходимо включить в КСО о фрезерных станках.

Для токарных станков в КСО включают такие данные: высоту центров, диаметр отверстия в шпинделе, диаметр резьбы шпинделя, диаметры и длину цилиндрического и конического участков шпинделя, угол конуса конического участка, расстояние между центрами.

Идентификатором массива, содержащего сведения об одном определенном станке, может служить обозначение его модели либо соответствующий ему код.

Автоматизация получения спецификации требует различать постоянную и переменную части обозначений и наименований деталей и сборочных единиц приспособлений. Каждый специфицируемый объект может иметь одну постоянную и несколько переменных частей обозначения и наименования. Под постоянной подразумевается та часть обозначения или наименования, которая остается без изменения у многих однотипных объектов. Переменные части представляют собой численные параметры, позволяющие выделить один конкретный объект из множества однотипных.

Ниже приведен пример содержания постоянной части наименования для стандартной детали приспособления:

Втулка 7051— — — — /— — — — ОД ГОСТ 18429—73*;

Болт 7002—0500 ГОСТ 14724—69*;

Гайка М — — 4 ГОСТ 3032—76*.

Знаком — показан пробел для занесения программой символов переменной части наименования при составлении спецификации на ЭВМ. Например, первой переменной частью приведенного наименования для втулки является значение, которое определяется по ГОСТ 18430—73* в зависимости от внутреннего диаметра и высоты втулки. Вторая переменная часть, проставляемая после наклонной черточки, представляет собой умноженный на 100 внутренний диаметр втулки. Аналогично составляются постоянные части обозначений элементов приспособлений.

Трудовые нормативы на обработку деталей и сборку приспособлений служат для определения основного и вспомогательного времени при нормировании технологических операций инструментального производства и определения расценок для оплаты труда рабочих.

Сведения об условиях производства характеризуют производственные возможности предприятия выполнять технологические процессы по изготовлению приспособлений. Они представляются наличием и характеристикой оборудования, вспомогательного, режущего и измерительного инструмента, освоенными технологическими процессами. Для сокращения времени счета, упрощения программных комплексов и уменьшения объемов памяти, занимаемых постоянной информацией, необходимо, чтобы проектирующие системы хранили не все производственные условия инструментального цеха или специализированного завода, а лишь те, которые на большинстве предприятий являются необязательными. Это возможности, которыми предприятие в данное время не располагает, но они способствуют увеличению производительности труда и повышению качества изготовления приспособлений.

Сведения об условиях производства накапливаются в памяти ЭВМ в виде массивов, элементами которых являются либо числа, характеризу-

ющие некоторый физический объект, либо признаки, констатирующие в кодированном виде отдельные факты. Например, элементами такого массива могут быть диаметры многорезцовой головки для скоростного фрезерования плоскостей, используемые для определения нормы времени на обработку детали, признак (0 или 1) наличия возможности термообработки деталей в защитной среде, наличие специального оборудования (оптико-шлифовальные станки, станки с ЧПУ и др.). Данные об условиях производства приспособлений служат для «настройки» системы при изменении этих условий.

Информационная модель конструкций приспособлений — это система параметров, с помощью которых осуществляется описание приспособлений в ЭВМ в процессе их автоматизированного конструирования. Может существовать несколько способов представления информационных моделей конструкций. Однако все они должны строиться исходя из понимания конструкции приспособления как множества пространственно упорядоченных и метрически определенных конструктивных элементов, каждый из которых обладает определенными геометрическими, физическими, функциональными, структурными, технологическими и другими свойствами.

Условившись, что свойства конструктивного элемента могут представляться одним обобщающим параметром — кодом элемента $\mathcal{Э}$, для конструкции $\overline{K}$, состоящей из n элементов, можно записать

$$\overline{K}=\{\bar{\mathcal{Э}}_1^*,\ \bar{\mathcal{Э}}_2^*,\ \ldots,\ \bar{\mathcal{Э}}_n^*\}=\{\bar{\mathcal{Э}}_i^*\}_{i=1}^n,$$

где черточкой над $\mathcal{Э}$ обозначена пространственная упорядоченность элемента, а звездочкой — его метрическая определенность.

Пространственное упорядочение конструктивному элементу сообщает вектор его пространственного положения $\overline{\Psi}$, т. е.

$$\bar{\mathcal{Э}}_i^*=(\mathcal{Э}_i^*,\ \overline{\Psi}_i).$$

Вектор $\overline{\Psi}$ содержит три линейные (X, Y, Z) и три угловые (α, β, γ) координаты, заданные в определенной прямоугольной пространственной системе координат (см. табл. 4):

$$\overline{\Psi}_i=(X_i,\ Y_i,\ Z_i,\ \alpha_i,\ \beta_i,\ \gamma_i).$$

Метрическая определенность конструктивного элемента выражается с помощью вектора $\bar{v}$ и его размерных характеристик:

$$\mathcal{Э}_i^*=(\mathcal{Э}_i,\ \bar{v}_i),$$

где $\bar{v}=(v_1,\ \ldots,\ v_q)$; v_1, v_2, ... — размеры, q — число размеров, характеризующих данный элемент.

Если обозначить совокупность отклонений координат вектора $\overline{\Psi}$ пространственного положения конструктивного элемента через $\Delta\overline{\Psi}$, а соответствующую совокупность отклонений размеров вектора $\bar{v}$ через $\Delta\bar{v}$ и произвести соответствующие подстановки в приведенных выше выражениях, то получим

$$\overline{K}=\{\mathcal{Э}_i,\ X_i,\ Y_i,\ Z_i,\ \alpha_i,\ \beta_i,\ \gamma_i,\ \Delta\overline{\Psi},\ \bar{v}_i,\Delta\bar{v}_i\}_{i=1}^n.$$

Последнее выражение представляет собой обобщенную информационную модель конструкций приспособлений. Цифровые массивы, построенные в ЭВМ в соответствии с рассматриваемой информационной моделью, описывают конкретную конструкцию и являются результатом ее программного синтеза из конструктивных элементов (см. с. 74).

Информационная модель конструкции отражает состав и структуру проектируемого приспособления. В ней содержатся сведения об элементах, их свойствах, отношениях взаимного расположения и связях.

Организация информационной базы. Специальным образом организованная полная совокупность сведений, применяемых в системах автоматизированного проектирования приспособлений, образует базу данных этих систем. База данных САПР приспособлений содержит:

информационные массивы условно-постоянных сведений, которые остаются неизменными в течение некоторого сравнительно продолжительного промежутка времени;

переменную информацию, которую получают в процессе автоматизированного проектирования либо задают на входе в систему.

Массивы условно-постоянной информации образуют данные, рассмотренные в настоящей главе: библиотека конструктивных элементов приспособлений, библиотека типовых изображений, каталог сведений об оборудовании, нормативно-справочная информация, сведения о производстве приспособлений и др. Это массивы различных, слабо подвергающихся изменениям констант или программные модули, содержащие функциональные зависимости для определения различных переменных данных о компонентах информационной базы.

К переменной информации относятся следующие данные: массивы канонической модели, отражающей задание на проектирование, обрабатываемую деталь, сведения об оснащаемой операции и другие входные данные; массивы информационной модели конструкции приспособления; массивы информационного описания конструкторской документации (чертежей, спецификаций); промежуточные данные, сохраняемые в памяти ЭВМ некоторое время в процессе проектирования.

Для условно-постоянной и переменной информации в базе данных САПР приспособлений организуются соответствующие файлы. Каждый из файлов содержит ряд статей, имеющих имя и служащих для представления определенного класса информации, обрабатываемой в САПР приспособлений. Например, статьи для представления общих сведений об обрабатываемой детали, сведений об обрабатываемых поверхностях детали, метрических (размерных) данных о стандартных конструктивных элементах, статья для представления данных о пространственном расположении и параметрах конструктивных элементов различных групп сложности и др.

Для записи, поиска, предварительной обработки, сортировки информации в базе данных, а также для выполнения функций ее создания, обновления и ведения имеется система управления базой данных (СУБД). Все операции по манипулированию данными в базе данных выполняются с помощью набора соответствующих программных модулей, обеспечивающих отбор и извлечение определенной части данных с последующей выдачей их на печатающие или графические устройства ЭВМ; обновление, которое заключается в изменении значений некоторых частей базы данных без изменения их структуры; создание, которое может рассматриваться как процесс обновления к пустому файлу.

В системе управления данными при проектировании приспособлений существуют два способа хранения информации: каждый элемент или группа сведений находятся в известной позиции в строке; каждый элемент сопровождается символом — идентификатором. Первый способ рационально применять для хранения больших объемов однородной информации, например размеров конструктивных элементов для программ формирования описаний ТИ. Второй способ целесообразно использовать для хранения разнородной информации, например различных конструктивных констант.

Для создания базы данных САПР приспособлений с помощью СУБД последовательно выполняются следующие действия: создается входной файл на перфокартах, отражающий постоянную информацию системы; задаются параметры для операционной системы ЭВМ, распределяющие память; распределяются места на носителе под файлы; формируются данные для ввода в базу данных; заполняются файлы.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИНТЕЗА КОНСТРУКЦИЙ

Метод синтеза. Конструкции станочных приспособлений отличаются большим многообразием, многокомпонентностью и иерархичностью структур, сложной геометрией составляющих элементов и широким диапазоном изменения размеров, различной степенью универсальности и

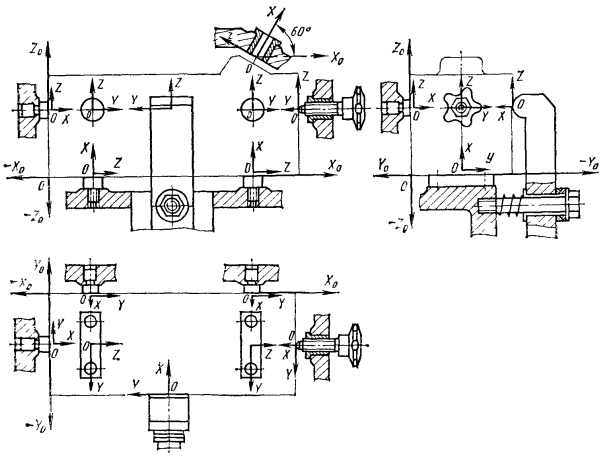


Рис. 13. Схема пространства синтеза конструкций

типизации. Удельный вес типовых приспособлений в общем объеме создаваемых конструкций невысок. По этим причинам в основу автоматизации проектирования приспособлений положен метод их машинного синтеза.

Характерными особенностями метода синтеза конструкций приспособлений являются следующие:

наличие информационного поля дискретных слабо изменяющихся проектных решений в виде КЭ и ТП, на базе которых осуществляется процесс синтеза;

существование пространства синтеза, определяемого совокупностью трехмерных систем прямоугольных координат, связываемых с элементами различных иерархических уровней расчленения конструкции (рис. 13);

доминирующая роль главной системы координат (ГСК) в пространстве синтеза, расположение которой тесно связано с расположением технологических баз обрабатываемой в приспособлении детали;

единая для процессов синтеза, документирования, технологической подготовки производства и изготовления информационная модель конструкции;

иерархия моделей синтеза, наличие большого числа частных моделей, отражающих процессы принятия решений в большом многообразии различных проектных ситуаций, возникающих при построении конструкций на всех ее иерархических уровнях.

Синтез приспособления следует рассматривать как процесс накопления данных в информационной модели, отображающий изменения пространственного образа конструкции во времени. Синтезировать конструкцию означает установить пространственно-именную связь конструктивных элементов в какой-нибудь одной (например, ГСК) или нескольких системах отсчета и отобразить этот результат в информационной модели приспособления.

Синтез конструкции — многоэтапный процесс. Началом этого процесса является момент завершения формирования в ЭВМ канонической модели обрабатываемой детали, а окончанием — получение результата в виде цифрового описания приспособления.

Этапы синтеза конструкций представляют собой части процесса, соответствующие автоматизированному построению информационных описаний функционально-однородных групп элементов приспособлений: установочных, направляющих, зажимных, делительных, корпусных. В указанном порядке обычно следуют программные блоки автоматизированного синтеза в проектирующих системах.

Для большинства этапов процесс синтеза протекает в две-три стадии. По мере перехода от одной стадии ко второй проектные решения о функциональной группе конструктивных элементов, входящих в конструкцию, уточняются. Например, при синтезе функциональной группы установочных элементов на первой стадии из канонического описания обрабатываемой детали выделяется для анализа группа сведений, характеризующая схему базирования, распознается эта группа и принимается решение о множестве соответствующих схем установки. На второй стадии производится выбор схемы установки из определенного на первой стадии множества. На третьей стадии осуществляется конструктивное воплощение выбранной схемы с помощью соответствующей группы конструктивных элементов.

Задачи синтеза конструкций и методы их решения. Задачи, решаемые при синтезе приспособлений, можно разделить на следующие:

1. Трансформация данных — преобразование информации из одной формы представления в другую;

2. Инженерные расчеты — определение жесткости, точности, виброустойчивости, износостойкости, прочности, дисбаланса, зажимных усилий, размеров и др.;

3. Поиск решений — выбор по определенным условиям (критериям) схем конструкций, типов и типоразмеров конструктивных элементов;

4. Нахождение состава конструкции — определение числа конструктивных элементов, реализующих выбранную схему конструкции;

5. Размещение элементов в конструкции — предварительное определение координат расположения конструктивных элементов в пространстве, описываемом главной и вспомогательными системами координат;

6. Корректировка расположения — уточнение расположения КЭ, достигнутого решением задачи 5, из условий их совместимости с другими элементами приспособления и обрабатываемой детали;

7. Корректировка КЭ по размерам и форме — уточнение размеров или формы конструктивных элементов с целью устранения их пересечений с другими элементами приспособления и обрабатываемой детали;

8. Поиск и редактирование данных — нахождение одного или группы сведений в массиве данных. Изменение информации вследствие решения задач 6 и 7.

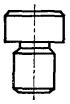
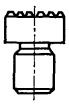
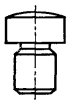
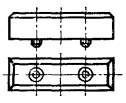
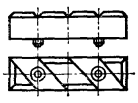
Алгоритмы решения приведенных задач во многом зависят от обобщенной геометрии оснащаемого класса обрабатываемых деталей, синтезируемой функциональной группы элементов конструкции, используемой БКЭ, вида операций обработки, специфики технологических условий и традиций производства, для которого создается система, и др. Поэтому алгоритмы машинного синтеза приспособлений требуют применения большого числа различных специальных подходов к решению возникающих при этом задач. Однако существуют общие методические принципы их решения, инвариантные по отношению к названным факторам. На их основе созданы инвариантные программные модули синтеза, которые находят применение в любых САПР приспособлений.

Инвариантные методы и программы образуют весомую составляющую построения проектирующих систем.

В зависимости от методов решения задачи синтеза приспособлений можно подразделить на вычислительные, логические, эвристические и геометрические.

Решение вычислительных и логических задач. Большинство задач автоматизированного синтеза, относящихся к классу инженерных расчетов, представляет собой вычислительные задачи. Алгоритмизация ре-

13. Выбор типа А конструкции плоскостных опор станочных приспособлений

Проверить	Принять А равным				
	001	002	003	004	006
					
$П =$	200; 202; 205; 207; 208; 301; 309	200; 202; 205; 207; 208; 301	200; 205; 208; 301; 309; 310	200; 207; 208; 301 309; 310	200; 205; 207; 208; 301 ÷ 310
$б =$	20; 21; 22	21; 22	20; 21; 22	21; 22	20
$Ч =$	3—9	0—3	0—2	4—9	4—9
$G_{заг} >$	0,01	0,01	0,01	—	20
$G_{заг} <$	30	25	30	—	60
$F \geqslant$	1 000	3 000	1 000	10 000	20 000
$F <$	100 000	100 000	100 000	200 000	250 000
$Г =$	—	20—24; 60—63	—	—	—

Обозначения. $П$ — вид установочной поверхности; $б$ — код ее технологического назначения; $Ч$ — код шероховатости поверхности, $G_{заг}$ — масса заготовки (кг); F — площадь базовых поверхностей (мм²); $Г$ — вид обработки (например, при $Г = 20 \div 24$ — обработка сверлением).

шения таких задач заключается в разработке вычислительных операторов, содержащих соответствующие формулы расчета точностных характеристик, силовых показателей, размеров, координат, их преобразования из одной системы в другую и т. д.

Логический характер носит задача поиска решений на множестве возможных вариантов. Решение здесь находится в результате проверки совокупности логических условий, которые возможно заранее определить и предусмотреть. Условия представляются в виде таблицы (табл. 13), содержащей параметры, определяющие область применяемости искомых конструктивных решений, а также конкретные значения этих параметров, соответствующие тому или иному решению.

Связь между обозначениями параметров и их значениями выражают логические отношения типа $<$, $>$, $\leqslant$, $=$, $\neq$ и др. Отношения, общие для всех значений одного какого-либо параметра, записываются сразу же после его обозначения. Символы отношений, характеризующие связь параметра с одним каким-либо конкретным его значением, записываются непосредственно перед этим значением. В случае, если выбор решения от какого-либо параметра не зависит, в соответствующих графах таблицы ставится прочерк.

Алгоритм, записанный в форме табл. 13, называется таблицей применяемости и используется при выборе решений. Выбор из таблицы осуществляется с помощью программного модуля общего применения.

Эвристические методы алгоритмизации синтеза. Эвристические методы решения задач автоматизированного синтеза предполагают внесение в соответствующий алгоритм опыта его разработчика, его недоказуемых действий в той или иной проектной ситуации. Применение эвристических методов в синтезе приспособлений вызвано недостаточной изученностью процессов их проектирования и закономерностей, управляющих ими. Эвристические методы нашли применение в задачах размещения конструктивных элементов, корректировки их положения, выбора числа элементов в конструкции и др.

В качестве примера использования эвристического подхода рассмотрим

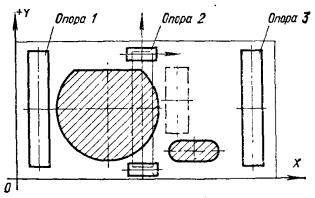


Рис. 14. Схема замены пересекающейся пластины двумя меньшими

конструирование пластинчатых опор под основную установочную базу обрабатываемой детали. Условия жесткости требуют установить деталь на три пластины, расположенные равномерно по длине базы (рис. 14). В связи с наличием на установочной плоской базе выступающих поверхностей, заштрихованных на рис. 14, такая расстановка невозможна, что не трудно определить алгоритмическим путем. Эвристическим решением в этом случае может быть расчленение средней опоры на две меньшие, замена пересекающейся пластинчатой опоры на две круглые (штыри), применение одной укороченной пластины, показанной на рис. 14 штриховой линией. Каждый из трех рассмотренных приемов обеспечивает решение поставленной локальной проектной задачи.

Принципы решения геометрических задач. Автоматизация синтеза приспособлений связана с решением следующих групп геометрических задач: преобразования координат в пространстве; распознавания пересечений геометрических плоских и пространственных объектов; расчета размерных цепей и других метрических задач; переноса и поворота геометрических объектов; построения и стирания геометрических объектов; корректировки формы объектов.

Распознавание пересечений пространственных объектов нужно свести к распознаванию пересечений геометрических объектов на плоскости. Последние при этом рассматривают состоящими из отрезков прямых и дуг окружностей. Плоские геометрические объекты, содержащие элементы, отличные от прямых и дуг окружностей, следует аппроксимировать прямыми и дугами окружностей.

Решение геометрических задач основывается на аппарате аналитической и дифференциальной геометрии и осуществляется в системах проектирования с помощью соответствующих программных средств общего применения.

Алгоритмизация синтеза установочных, зажимных и направляющих элементов приспособлений. Установочные, зажимные и направляющие элементы приспособлений являются, за редким исключением, полностью либо частично нормализованными (см. табл. 10). Для этапов автоматизированного синтеза этих функциональных групп элементов характерно протекание процессов синтеза в три стадии. На первой стадии выбирается и анализируется информация, характеризующая схему базирования, закрепления или группу обрабатываемых поверхностей; на второй — осуществляется выбор схемы конструкции функциональной группы, на третьей — ее конструктивное воплощение.

Схемы конструкций функциональных групп установочных, зажимных и направляющих элементов и их выбор.

Под схемой конструкции понимается совокупность наименований классов конструктивных элементов, выполняющих в приспособлении ту или другую рабочую функцию. Например, схему конструкции функциональной группы установочных элементов (схему установки) образуют цилиндрический и ромбический (срезанный) пальцы вместе с плоскостными элементами приспособления, используемые для базирования обрабатываемых деталей по двум отверстиям. Примером другой схемы установки может служить совокупность установочной втулки, фиксатора и плоскостных опор, применяемых для установки детали по наружной цилиндрической поверхности и пазу. Примерами схем зажима являются, например, зажим заготовки отводным прихватом с прижимом бо-

14. Схемы базирования и схемы установки приспособлений для токарной обработки корпусных деталей арматуры

Схема базирования	Совокупность W	Код схемы установки ψ	Схема установки
По наружной цилиндрической поверхности и перпендикулярной плоскости	1	11 12 13	В цилиндрическую втулку В резьбовую втулку В коническую выдвижную втулку
По внутренней цилиндрической поверхности и перпендикулярной плоскости	2	21 22 23 24	На цилиндрический палец На срезанный (ромбический) палец На выдвижной конический палец На самоцентрирующее разжимное устройство
По двум цилиндрическим отверстиям и перпендикулярной плоскости	3	31 32 33	На цилиндрический и срезанный пальцы На конический выдвижной и срезанный пальцы На самоцентрирующий разжимной и срезанный пальцы
По цилиндрическому отверстию, перпендикулярной к нему плоскости и наружной цилиндрической поверхности	4	41 42 43	На цилиндрический палец и подводимую призму На конический выдвижной палец и подводимую призму На разжимной самоцентрирующий палец и подводимую призму
По наружной цилиндрической поверхности, отверстию и перпендикулярной плоскости	5	51 52	Во втулку и на срезанный (ромбический) палец В выдвижную коническую втулку и срезанный палец
По двум наружным цилиндрическим поверхностям и плоскости, перпендикулярной к одной из них	6	61 62	Во втулку и подводимую призму В выдвижную коническую втулку и подводимую призму

ковыми винтами, пневмозажим, перекидная зажимная планка и др.

Схема направления режущего инструмента может быть образована, например, совокупностью быстросменных кондукторных втулок, втулок с буртами при сверлении, установами для направления инструмента при фрелеровании и др.

В основу алгоритмизации выбора схемы установки положена хорошо зарекомендовавшая себя в технологии машиностроения методика анализа точности выполнения оснащаемой технологической операции.

Все схемы установки, применяемые в приспособлениях для обработки определенного класса деталей, распределяют по схемам базирования, каждой из которых соответствует одна или несколько схем установки (совокупность W). В табл. 14 приведены схемы базирования и соответствующие им схемы установки приспособлений для токарной обработки корпусных деталей арматуры.

Составление соответствий между схемами базирования и схемами установки является важным моментом в алгоритмизации конструирования приспособлений. Возможность построения соответствий основывается на конечности числа всевозможных схем базирования и схем установки для классов обрабатываемых деталей и приспособлений.

В каждом конкретном случае базирования обрабатываемой детали с использованием определенной схемы установки можно оценить точност-

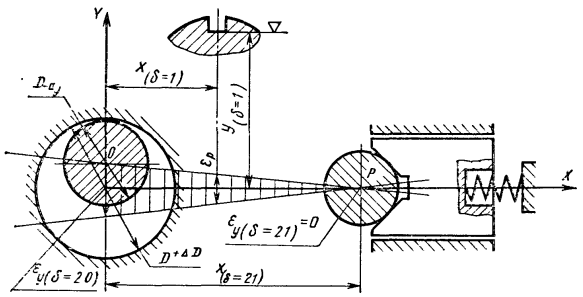


Рис. 15. Геометрические соотношения для определения погрешностей, возникающих при установке детали на цилиндрический палец и в призму

ные показатели этой схемы — погрешности базирования и установки. Их можно определить на основе анализа геометрических соотношений, получаемых из изображения схемы установки (рис. 15). Наиболее общая зависимость для определения ожидаемой погрешности установки имеет вид

$$\varepsilon_p = f(\Delta\delta,\ a_y,\ z,\ \overline{\Psi}_0,\ \overline{\Psi}_y),$$

где $\Delta\delta$ — допуски на базовые поверхности обрабатываемой детали; a_y — допуски на рабочие поверхности установочных элементов приспособления; z — гарантированные зазоры, обеспечивающие беспрепятственность установки и съема детали; $\overline{\Psi}_0$, $\overline{\Psi}_y$ — векторы, составляющими которых являются линейные и угловые координаты расположения базовых и обрабатываемых поверхностей оснащаемой детали.

Для схемы, изображенной на рис. 15, погрешность установки

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{y\ \delta\ 20)}\left(1-\frac{X_{\delta\ 1}}{X_{\delta=21}}\right),$$

где $\varepsilon_{y\ (\delta\ 20)}=\sqrt{a_y^2+\Delta D^2}+z$; z — гарантированный зазор, a_y — допуск на установочный палец, ΔD — допуск на диаметр базового отверстия обрабатываемой детали.

Известно, что повышение точностных характеристик схемы установки влечет за собой увеличение затрат на изготовление реализующих ее элементов и их эксплуатацию. Поэтому упорядочение схем установки внутри совокупности, принадлежащей одной определенной схеме базирования, по возрастанию затрат будет одновременно их упорядочением по возрастанию точности (снижению погрешности установки). Учитывая сказанное, алгоритмы выбора схемы установки строятся согласно приведенной на рис. 16 схеме.

Центральным оператором алгоритма является проверка неравенства

$$\varepsilon = \Delta - \sigma,$$

где ε — ожидаемые погрешности, зависящие от конструкции приспособления, которые являются функцией погрешностей установки ε_p, закрепления $\varepsilon_з$, настройки приспособления на размер $\varepsilon_н$; Δ — заданная точность выполнения операции (допуск на выдерживаемый размер); σ — ожидаемые погрешности, не зависящие от конструкции приспособления.

В алгоритме выбора схемы установки ψ необходимо пройти следующие этапы:

неравенство $\varepsilon \leq \Delta - \sigma$ проверять по всем трем ортогональным направлениям ГСК проектируемого приспособления;

проверку неравенства осуществлять для всех обрабатываемых поверхностей детали;

выбор i-й схемы установки внутри совокупности W производить по критерию удовлетворения неравенства

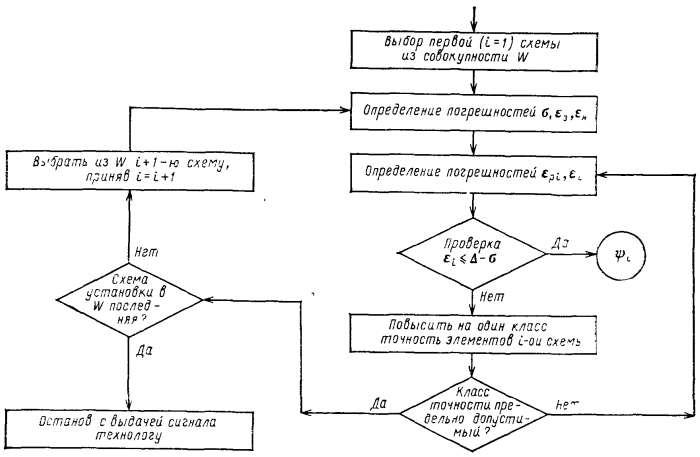


Рис. 16. Укрупненная схема алгоритма выбора схемы установки

$\varepsilon \leqslant \Delta - \sigma$; проверку осуществлять в порядке возрастания точностных показателей схемы установки W;

до перехода к анализу точностных показателей новой схемы внутри W проанализировать все возможные варианты точности изготовления элементов рассматриваемой схемы, поднимаясь от самого низкого класса точности до самого высокого, обеспечиваемого инструментальным производством;

предусматривать останов с выдачей сигнала технологу в случае невозможности обеспечения заданной точности всеми возможными конструктивными средствами.

Выбор схемы зажима производится из совокупности известных заранее схем. Разработку перечня применяемых схем зажима необходимо осуществлять после анализа имеющихся в данном производстве конструкций приспособлений и обрабатываемых деталей. Для каждой схемы необходимо определить и записать в таблицы условия применяемости (см. табл. 13).

Основными параметрами, определяющими выбор схемы зажима являются следующие: разновидности (формы) поверхностей обрабатываемой детали, выбранных под зажим; число этих поверхностей и их взаимное расположение; наличие на поверхностях под зажим других поверхностей; выбранная схема установки; габариты и масса обрабатываемой детали; расположение обрабатываемых поверхностей.

Схема направления режущего инструмента зависит от геометрических и технологических параметров обрабатываемой детали, планируемой производительности и точности обработки, шероховатости обрабатываемых поверхностей, их размеров и взаимного расположения.

Алгоритмы поиска схем зажима и направления режущего инструмента строятся на основе анализа условий их применяемости и сводятся к решению логических задач. Алгоритмы имеют, как правило, табличный вид и оформляются по аналогии с табл. 13.

Стадии выбора схем конструкций функциональных групп установочных, зажимных и направляющих элементов приспособлений имеют достаточно точное математическое описание, которое базируется на теории точностных расчетов и информационного поиска по таблицам соответствий.

Конструктивное воплощение схем функциональных групп установочных, зажимных и направляющих элементов. Для решения задач конструктивного воплощения схемы функциональной группы элементов в большинстве случаев используются эвристические методы. Алгоритмы решения этих задач должны включать следующие последовательно реализуемые укрупненные блоки: определение числа конструктивных элементов в схеме, типов и типоразмеров элементов, расчетных размеров элементов; расчет координат X, Y, Z привязочных точек элементов; определение углов пространственной ориентации α, β, γ элементов относительно ГСК; анализ совместимости положений конструктивных элементов и выработку признака наличия их пересечений; корректировку размеров, положения либо формы конструктивных элементов.

Число установочных элементов (УЭ), реализующих конкретную схему установки, определяется размерами базовых поверхностей оснащаемой детали и ее жесткостью. Особенно это относится к плоскостным и призматическим опорам. Число цилиндрических УЭ (пальцев, оправок и др.), как правило, является известным к моменту выбора схемы установки. Типы УЭ определяются видами (формой) базовых поверхностей обрабатываемой детали, их шероховатостью и точностью обработки.

Определение числа зажимных элементов в конструкции осуществляется после установления их типов и типоразмеров. Последнее достигается путем анализа габаритных размеров оснащаемой детали и максимального размера обрабатываемой поверхности. Например, в случае сверлильных приспособлений типоразмеры зажимов определяются в функции максимального диаметра обрабатываемого сверлением отверстия.

Число зажимов находится в зависимости от размеров поверхностей под зажим, выбранной схемы зажима и типоразмеров конкретных зажимных элементов.

Расчетные размеры установочных и зажимных элементов определяются размерами обрабатываемой детали и компоновочными сочетаниями этих элементов с другими КЭ в конструкции.

Координаты привязочных точек установочных и зажимных элементов приспособлений, а также углы их пространственной ориентации подсчитываются в зависимости от формы, размеров и структуры базовых и зажимных поверхностей обрабатываемой детали. Для каждого вида поверхности разрабатывается эвристическая процедура (алгоритм) определения координат положения различных установочных и зажимных элементов.

Например, расположение установочных элементов для базирования обрабатываемой детали по внутреннему цилиндрическому отверстию и перпендикулярной к нему плоскости (пальцев разжимных, жестких, самоустанавливающихся) определяется в соответствии с рис. 17, *а* следующими использованными в алгоритме выражениями:

$$X_1 = X_{\delta-20} - h; \quad \alpha_1 = \alpha_{\delta-20}$$
$$Y_1 = Y_{\delta-20}; \quad \beta_1 = \beta_{\delta-20}$$
$$Z_1 = Z_{\delta-20}; \quad \gamma_1 = \gamma_{\delta-20},$$

где символом $\delta = 20$ помечены координаты установочной базы (отверстия, см. табл. 14).

При установке длинной недостаточно жесткой цилиндрической обрабатываемой детали на основные (жесткие) и подводимые призмы (рис. 17, *б*) нужно определить число промежутков между опорами по формуле

$$n = E\left(\frac{0{,}9L_{\delta-20} - C}{L_{ж}}\right) + 1,$$

где C — ширина призмы (рис. 17, *в*); $L_{\delta-20}$ — длина цилиндрической установочной базы; $L_{ж}$ — расстояние между осями призм, определенное из условия обеспечения требуемой жесткости установки; E — символ операции выделения целой части числа.

Фактическое расстояние между опорами

$$l = \frac{0{,}9L_{\delta-20} - C}{n-1}.$$

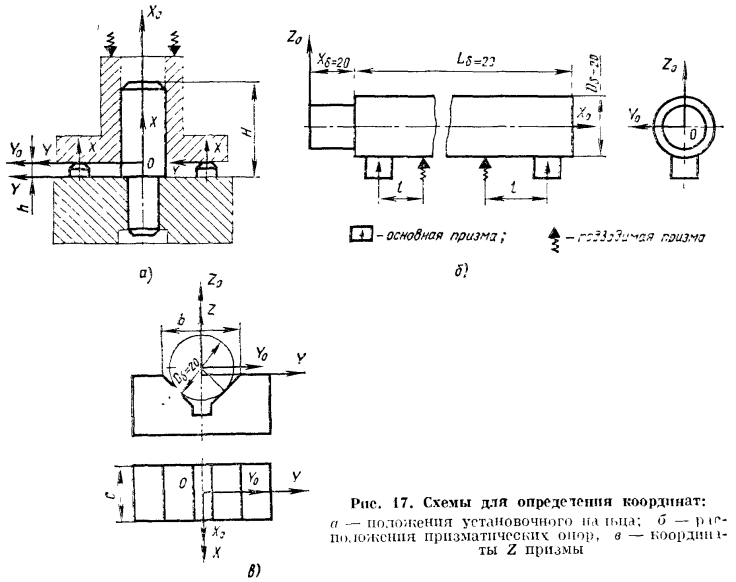


Рис. 17. Схемы для определения координат:
а — положения установочного пальца; *б* — расположения призматических опор, *в* — координаты *Z* призмы

Координаты X привязочных точек всех опор

$$X_i = X_{\delta-20} + 0{,}1L_{\delta-20} + 0{,}5C + l(i-1),$$

где $i = 1, 2, \ldots, n+1$; $X_{\delta=20}$ — координата X цилиндрической установочной базы.

Координаты Y всех призм $Y_i = 0$. Координаты Z находятся по формуле (рис. 17, *в*)

$$Z_i = \frac{b - \sqrt{2}\,D_{\delta\ 20}}{2}.$$

Углы α, β, γ вследствие совпадения направлений систем координат призм и установочной базы равны соответствующим углам последней.

Выражение, а следовательно, и программу для определения расстояния l и координат X_i можно использовать для подсчета координат X конструктивных элементов, располагаемых вдоль какой-либо стороны обрабатываемой детали при расстановке прихватов или поджимов для закрепления плоской детали, установочных элементов для плоской направляющей базы (рис. 18) и др. В этом случае число размещаемых КЭ известно.

Алгоритм определения координат для m плоскостных опор (штырей), равномерно располагаемых под чистой базовой плоскостью, ограниченной круговым контуром (рис. 19), представляется следующими выражениями:

$$X_i = 0;$$

$$Y_i = \frac{D-d}{2}\cos\left[\frac{2\pi}{m}(i-1)\right];$$

$$Z_i = \frac{D-d}{2}\sin\left[\frac{2\pi}{m}(i-1)\right],$$

где $i = 1, 2, \ldots, m$.

Углы α, β, γ опор равны соответствующим углам базовой плоскости.

Приведенный алгоритм можно использовать также для размещения других объектов (прихватов, подвод-

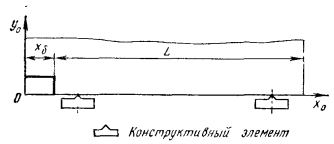


Рис. 18. Расстановка установочных элементов вдоль направляющей плоскости (базы)

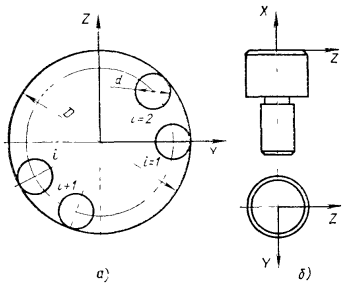


Рис. 19. К алгоритму размещения опор под плоской базой, ограниченной круговым контуром:
а — схема размещения; *б* — фиксация системы координат в КЭ «Опора»

димых опор и др.) по круговому контуру одной из функциональных поверхностей обрабатываемой детали.

Информация о типоразмерах зажимов и их расположении в пространстве в сочетании с данными об усилиях и месте резания позволяет осуществить силовой расчет системы деталь — приспособление, дает возможность уточнить выбранные типоразмеры зажимов. Силовой расчет базируется на уравнениях статики. При этом рассматривается равновесие обрабатываемой детали под влиянием усилий резания, сил зажима с учетом возникающих при этом реакций опор и сил трения.

Синтез направляющих элементов приспособлений удобно осуществлять во вспомогательной системе координат (ВСК), связанной с обрабатываемыми поверхностями оснащаемой детали. Оси такой ВСК строят параллельно осям координат первого обрабатываемого отверстия. Расположение направляющих элементов (кондукторных втулок) определяется расположением соответствующих обрабатываемых поверхностей.

При поиске непересекаемого положения сменных кондукторных втулок используют метод многократного поворота втулки вокруг оси ее направляющего отверстия. После многократного поворота на конкретный угловой шаг втулка получает непересекаемое положение. В противном случае принимается решение сконструировать в области пересечения специальную втулку, содержащую более одного направляющего отверстия.

При взаимных пересечениях конструктивных элементов приспособлений или же при их пересечениях с элементами обрабатываемой детали выполняется корректировка положения КЭ программно или конструктором с помощью средств диалогового проектирования.

Пример алгоритма синтеза конструкций. Рассмотрим алгоритм синтеза зажимных элементов приспособления, который отражает стадию конструктивного воплощения схемы зажима детали шарнирными струбцинами через цилиндрическое отверстие (рис. 20). Решение об использовании именно этой схемы принято на предыдущей стадии.

Входную информацию для алгоритма образуют (рис. 21, см. оператор ввода): 1) координата поверхности под зажим X, находящаяся в рабочем массиве входных данных *TJD* (14, *RD*30) на 14-м месте в строке *RD*30, предназначенной для занесения сведений о поверхности под за-

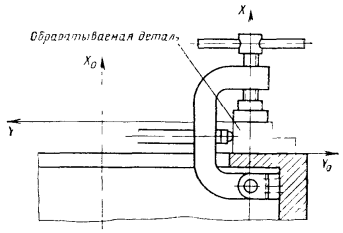


Рис. 20. Схема зажима обрабатываемой детали струбцинами

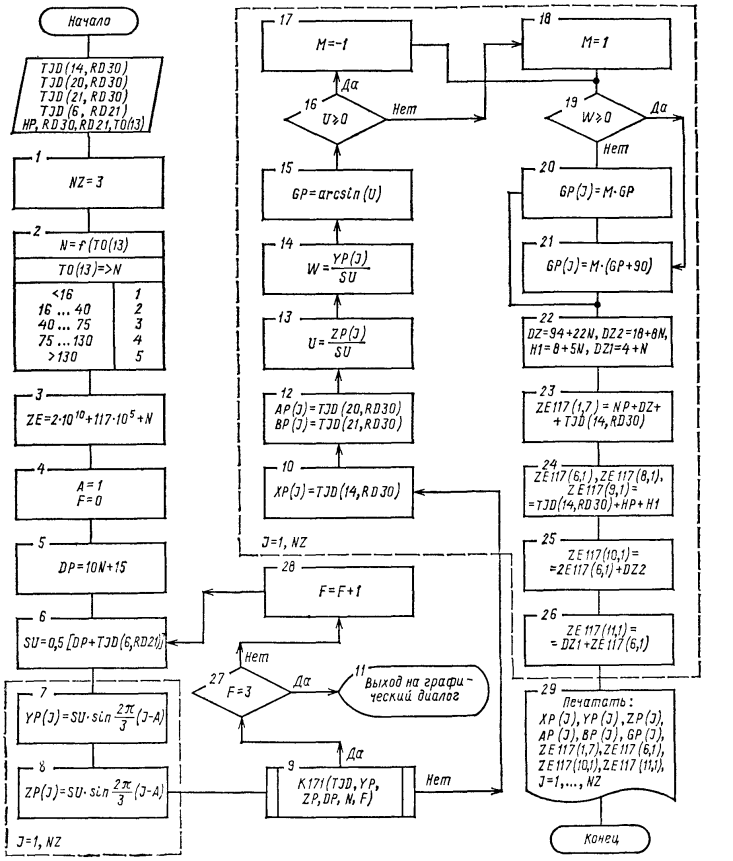


Рис. 21. Схема алгоритма конструктивного воплощения схемы зажима шарнирными струбцинами

жим; 2) углы α и β этой поверхности (см. табл. 4); их места в массиве входных данных определяются соответственно записью TJD (20, $RD30$) и TJD (21, $RD30$); 3) диаметр отверстия в детали $D = TJD$ (6, $RD21$), рис. 22; 4) высота установочных плоскостных элементов HP; 5) номера строк $RD30$ и $RD31$ массива TJD, в которых хранится информация соответственно о поверхности под зажим и центральном отверстии детали; 6) масса обрабатываемой детали TO (13), которая хранится в одномерном массиве общих сведений TO на 13-м месте.

В операторе *1* (рис. 21) принято решение о числе струбцин NZ в конструкции. Оператор *2* выбирает типоразмеры струбцин в зависимости от массы заготовки. Операторы *3* и *5* предназначены для определения кода типоразмера ZE зажима и нахождения диаметра DP подпятника струбцины. При определении ZE учитывалось, что струбцина — КЭ 2-го уровня, соответственный код которого 117. Оператор *4* служит для предварительного назначения параметра A, используемого при определении координат YP, ZP положения струбцин (операторы *7*, *8*) и параметра F, применяемого для корректировки значения A в программном модуле $KZ171$. Оператор *6* определяет радиус окружности расположения центров подпятников струбцин.

Справедливость используемых в операторах *7* и *8* выражений очевидна из схемы, показанной на рис. 22. Координаты XP, YP определяются относительно ГСК $OX_0Y_0Z_0$.

Программный модуль $KZ117$ (оператор *9*) анализирует конструкции зажимов на пересечение с элементами обрабатываемой детали и при их наличии (выход по «да») изменением параметра A корректирует положение зажимов в приспособлении с помощью операторов *7*, *8*. При этом присваивается новое значение параметру F. После двукратной безуспешной попытки скорректировать положение зажимов с целью устранить пересечение (оператор *27*, выход по «нет») осуществляется передача управления программе диалогового решения задачи с применением графического дисплея (оператор *11*).

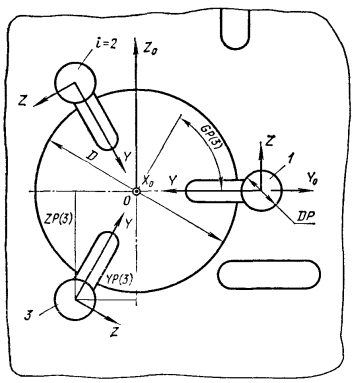


Рис. 22. Схематичное расположение струбцин в плане

Если корректировка положения устранила пересечение, то в цикле для каждой струбцины определяется координата XP (оператор *10*) и углы AP, BP (операторы *12* и *13*), которые равны соответственно координате X и углам α и β поверхности под зажим обрабатываемой детали.

В операторах *13* и *14* определяются синус и косинус угла наклона радиус-вектора в точке зажима к оси OY_0 ГСК (рис. 22), а в операторах *20* и *21* — угол GP (гамма) пространственной орпентации струбцины (см. табл. *4*). При этом сначала вычисляется угол наклона (оператор *15*), а затем анализом знаков его тригонометрических функций (синуса и косинуса, операторы *16—19*) устанавливаются знак и действительное значение угла GP.

Алгоритм завершается групной операторов *23—26*, определяющих расчетные размеры шарнирных струбцин с занесением результатов в массивы цифровой информационной модели конструируемого приспособления и их распечаткоп па печатающем устроистве ЭВМ (оператор *29*).

Алгоритмы синтеза корпусных деталей приспособлений. К корпусным деталям приспособлений относятся кондукторные плиты и корпуса. Их функцией является объединение всех групп конструктивных элементов в единое целое, обеспечение жесткости приспособления и точного соединения со станком.

Синтез корпусных деталей приспособлений имеет три существенные особенности.

1. Процесс синтеза осуществляется на базе так называемых конструктивных элементов формы (см. с. 75 и рис. 5). Для синтеза корпусных деталей используются такие элементы формы, как бобышки, ребра жесткости, крепежные отверстия, стойки, приливы, выборки, цековки, проушины, посадочные места конструктив-

ных элементов, различные окна для облегчения конструкции и для наблюдения за процессом резания.

Все конструктивные элементы (КЭ) кондукторных плит и корпусов можно разбить на два класса: базовые и второстепенные. При помощи базовых элементов и различных элементов формы образуется конфигурация специальных деталей приспособления. Второстепенные КЭ — это элементы формы, изменяющие конфигурацию базового элемента. Пример базового КЭ — прямоугольная или круглая заготовка кондукторной плиты.

2. В процессе алгоритмического синтеза корпусных элементов приспособлений превалирует информация о функциональных элементах, конструкция которых получена до этапа синтеза корпусных деталей и которые объединяются корпусом. Информация об обрабатываемой детали играет здесь вспомогательную роль.

3. Синтез корпусных деталей приспособлений осуществляется в их автономных вспомогательных системах координат (ВСК). При выборе ВСК корпусных деталей целесообразно ось OZ направить параллельно шпинделю станка, ось OY направить в сторону рабочего места станочника, ось OX выбрать из условия, что система координат правая, начало ВСК выбрать так, чтобы все начала координат (привязочные точки) второстепенных элементов располагались в ее положительном октанте.

Синтез корпусных деталей включает три стадии: подготовка информации об элементах обрабатываемой детали, конструктивных элементах приспособлений и их посадочных местах; определение схемы кондукторной плиты или корпуса приспособления; их конструктивное воплощение.

Определение схем корпусных деталей. Известны следующие схемы конструкций кондукторных плит: одна или несколько стационарных кондукторных плит; одна или несколько откидных плит; накладная и съемная плиты. Выбор схемы кондукторной плиты определяется числом обрабатываемых отверстий оснащаемой детали, их взаимным расположением, требуемой производительностью и точностью обработки деталей, условиями их установки и съема. Процесс выбора может выполняться на основе табличного алгоритма, аналогично показанному в табл. 13.

Выбор схемы конструкции корпуса приспособления производится после приведения информации о всех элементах обрабатываемой детали, посадочных местах и конструктивных элементов синтезируемого приспособления к единой форме представления. Для анализа информации могут быть использованы методы векторной алгебры и аналитической геометрии.

Взаимное расположение элементов корпусной детали удобно анализировать по отношению к ее основной плоскости, проходящей через рабочие плоскости посадочных мест (ПМ) одного или нескольких установочных элементов (УЭ) для установочной базы оснащаемой детали. На рабочую плоскость посадочного места УЭ опирается установочный элемент после его присоединения к корпусу.

Алгоритм поиска схемы корпуса строится следующим образом:

анализируются привязочные и другие точки ПМ конструктивных элементов. Находится основная плоскость и устанавливается расположение ПМ относительно друг друга и основной плоскости, что фиксируется соответствующими признаками;

анализируется расположение обрабатываемой детали относительно основной плоскости;

окончательно корректируется положение основной плоскости и набор признаков, определяющий схему корпуса.

Алгоритмы конструктивного воплощения схем кондукторных плит и корпусов. При общности метода синтеза кондукторных плит и корпусов алгоритмы их конструктивного воплощения существенно отличаются. Кондукторная плита — несложная корпусная деталь, полученная присоединением к базовому элементу ряда ПМ и некоторых элементов формы. Конфигурация кондукторной плиты в первую очередь определяется конфигурацией базовой ее части — плоской заготовки, ограниченной прямоугольным либо круговым контуром.

Корпус приспособления может включать в себя не один базовый элемент. Конфигурация корпуса может в значительной степени отличаться от конфигурации его базового элемента. Алгоритмы синтеза корпусов приспособлений сложнее алгоритмов синтеза кондукторных плит.

Габариты кондукторных плит определяются размерами зон, занятых расположенными на них кондукторными втулками и другими элементами приспособлений. Характерным для синтеза кондукторных плит является алгоритмическое построение в них окон, предназначенных для облегчения конструкций, и вырезов, необходимых для размещения функциональных элементов приспособлений. Проектирование окон для облегчения связано с автоматическим поиском на кондукторной плите свободных от втулок зон и вписыванием в них прямоугольных либо круглых выборок.

Конструктивное оформление схемы корпуса приспособления заключается в подборе из БКЭ (с. 174) таких элементов, которые соответствуют этой схеме и форме посадочных мест, в определении размеров и расположения этих элементов.

Рабочие плоскости ПМ функциональных элементов установочной базы либо совпадают с основной плоскостью, либо располагаются параллельно ей. В первом случае промежуточных элементов не требуется; во втором они необходимы. Форма, размеры и положение промежуточных элементов целиком определяются информацией о ПМ.

Установочные элементы (УЭ) для направляющей и опорной баз могут размещаться над основной плоскостью, под ней, а также на элементах корпуса под кондукторные плиты, зажимные элементы, ребра жесткости и др. Конструирование элементов корпуса для их размещения осуществляется в следующем порядке: из всех ПМ установочных элементов направляющей и опорной баз выделяются ПМ, рабочие плоскости которых параллельны основной плоскости; осуществляется синтез элементов корпуса под эти ПМ с участием промежуточных КЭ или без них; остальные ПМ проверяются на близость к другим, уже сконструированным элементам корпуса. В зависимости от степени близости УЭ закрепляется непосредственно на одну из граней элемента корпуса, либо для этой цели изменяются размеры синтезируемых элементов корпуса.

Если в окрестности ПМ установочного элемента нельзя найти элемент корпуса, на который можно его установить, то на основную плоскость помещается специальный корпусной элемент.

После определения элементов корпуса под установочные, зажимные и направляющие элементы оценивается жесткость конструкции корпусных деталей. При жесткости меньше допустимой конструкцию усиливают ребрами.

Конструктивное оформление плиты основания производится после анализа информации о спроектированных элементах корпуса, присоединяемых к плите. Для этой цели на области контакта элементов корпуса с плитой натягивается контур; специальными процедурами определяются экстремальные точки контура в направлении координатных осей и вычисляются габаритные размеры; анализируется соотношение длины и ширины контура и в зависимости от величины этого соотношения выбирается форма плиты (прямоугольная из листа, прямоугольная из швеллера, специальная и др.).

Корпусные детали приспособлений являются сложными конструкциями. Алгоритмизация их синтеза сопряжена с решением большого числа геометрических задач и требует формализации ряда умственных функций, свойственных человеку. Поэтому многие элементы процесса синтеза корпусных деталей приспособлений должны осуществляться в диалоге человека с ЭВМ.

Пример автоматизированного синтеза приспособления. Рассмотрим процесс автоматизированного синтеза приспособления для обрабатываемой детали, операционный чертеж которой приведен на рис. 3, а вход-

15. Цифровая информация о конструкции приспособления, синтезированного на ЭВМ

№ элемента (рис. 23)	Код элемента $Э$	Линейные координаты, мм			Угловые координаты, ... °			Расчетные и корректирующие размеры, мм
		X	Y	Z	α	β	γ	
1	10010600007	30	0	57,6	0	0	180	—
2	10010600007	185	0	57,6	0	0	180	—
3	10015400006	0	0	0	0	0	45	$D = 87$; $D_1 = 69$; $d = 51$
4	10000011701	275	0	19	0	90	90	$L = 55$; $B = 25$; $H = 6$
5	20010200014	137	0	—35	0	—90	90	$BO\,(X) = +0{,}1$; $BO\,(Y) = +0{,}1$ $HO\,(X) = -0{,}1$; $HO\,(Y) = -0{,}1$
6	30000600004	210	0	—67	0	—90	90	Для 30000600104—1; $d = 12{,}7$ 30000600104—2; $d = 13{,}3$ 30000600104—3; $d = 14{,}0$ $BO\,(X) = +0{,}1$; $BO\,(Y) = +0{,}1$ $HO\,(X) = -0{,}1$; $HO\,(Y) = -0{,}1$
7	30000600005	280	0	—67	0	—90	90	Для 30000600105—1; $d = 17{,}5$ 30000600105—2; $d = 19{,}5$ 30000600105—3; $d = 20{,}0$
8	50000500003	250	—89	—67	0	90	0	$H = 20{,}0$; $L = 135$; $B = 174{,}0$; $K = 115{,}0$
9	50000010501	436	500	415	0	—90	90	$L = 50$; $B = 120$; $H = 27$
10	50000010501	290	500	415	0	—90	90	$L = 50$; $B = 120$; $H = 27$
11	50000010501	363	411	415	0	—90	180	$L = 100$; $B = 40$; $H = 72$
12	50000010501	254	411	415	0	—90	180	$L = 30$; $B = 140$; $H = 112$
13	50000010501	254	585	415	0	—90	180	$L = 28$; $B = 128$; $H = 94$
14	50000011501	512	500	415	0	0	0	$L = 94$; $B = 16$; $H = 132$; $a = 26$
15	50000010501	225	500	415	0	—90	180	$L = 25$; $B = 55$; $H = 50$
16	50000010701	528	534	415	0	0	0	$L = 44$; $B = 10$; $H = 106$; $l = 10$; $h = 30$
17	50000010701	528	466	415	0	0	0	$L = 44$; $B = 10$; $H = 106$; $l = 10$; $h = 30$
18	50000010201	366	480	400	180	0	0	$L = 490$; $B = 258$; $H = 15$; $b = 50$; $l = 34$ $b_1 = 230$

Примечание. Положение элементов корпуса дано в системе координат корпуса. Начало системы в ГСК — точка (500, 500, 500).

ная информация представлена в табл. 8.

В качестве технологических на чертеже заданы следующие базы: установочная ($\delta = 20$) — наружная цилиндрическая поверхность; опорная ($\delta = 22$) — плоскость (торец цилиндра); вспомогательно-опорная ($\delta = 24$) — плоскость лапки. В результате распознавания и анализа назначенной схемы базирования был определен блок выбора схемы установки при базировании детали по наружной цилиндрической поверхности и плоскости.

Анализом точности обработки, проведенным этим блоком, была названа схема установки $\psi = 01$ (на жесткие призмы, установочную пластину с упором в опорное кольцо). В процессе конструктивного оформления этой схемы установки для поверхности $\delta = 20$ определены две установочные призмы 10010600007, для плоскости $\delta = 22$ выбрано опорное кольцо 10015400006, а для поверхности $\delta = 24$ — установочная пластина 10000011701. В приведенных кодах конструктивных элементов первая цифра характеризует назначение КЭ (установочный элемент), а последние две — его типоразмер. Кроме того, на стадии конструктивного оформления выбранной схемы установки высчитаны линейные и угловые координаты положения установочных элементов и определены расчетные размеры. Такими для опорного кольца 10015400006 являются наружный D и внутренний d диаметры, а также диаметр D_1 окружности расположения крепежных винтов. Для пластины 10000011701 ими являются длина L, ширина B и высота H.

Цифровое описание конструкции группы установочных элементов и всего приспособления для детали, показанной на рис. 3, приведено в табл. 15, а графическое представление — на рис. 23.

На этапе синтеза зажимных элементов была отобрана для анализа схема закрепления (первая стадия) и выбрана схема зажима отводными прихватами (вторая стадия). На стадии конструктивного воплощения схемы зажима выбрано число прихватов (один), определены код типоразмера 20010200014 и координаты пространственного расположения (X, Y, Z, α, β, γ) прихвата. Элемент 20010200014 является полностью нормализованным, и потому графа расчетных размеров для него не заполнена (табл. 15).

На этапе синтеза направляющих элементов сконструированы два комплекта быстросменных втулок, так как технологическим процессом предусмотрена многоинструментальная обработка отверстий в цилиндре (см. рис. 3). Для обработки отверстия $NII = 201$ (см. табл. 8) комплект этот включает три втулки 30000600004 со следующими рабочими диаметрами: $d = 12{,}7$, $d = 13{,}3$ и $d = 14{,}0$ (табл. 15). Для обработки отверстия $NII = 9$ комплект содержит втулки с рабочими диаметрами $d = 17{,}5$; $d = 19{,}5$ и $d = 20$ мм. Алгоритмом определены также верхние BO и нижние HO отклонения на координаты X, Y втулок.

На этапе синтеза корпусных деталей приспособления созданы конструкции кондукторной плиты и корпуса. Из условия обеспечения съема обрабатываемой детали выбрана откидная кондукторная плита 50000500003. В процессе конструктивного оформления определено положение плиты, а также размеры H, L, B и K (см. табл. 15).

Алгоритм определил схему корпуса приспособления. Это конструкция с горизонтальным расположением основной плоскости, односторонним размещением посадочных мест, с наличием пересечений обрабатываемой деталью этой плоскости.

В результате реализации стадии конструктивного воплощения корпуса появились прямоугольно параллелепипедные элементы формы 50000010501 под упорные призмы,

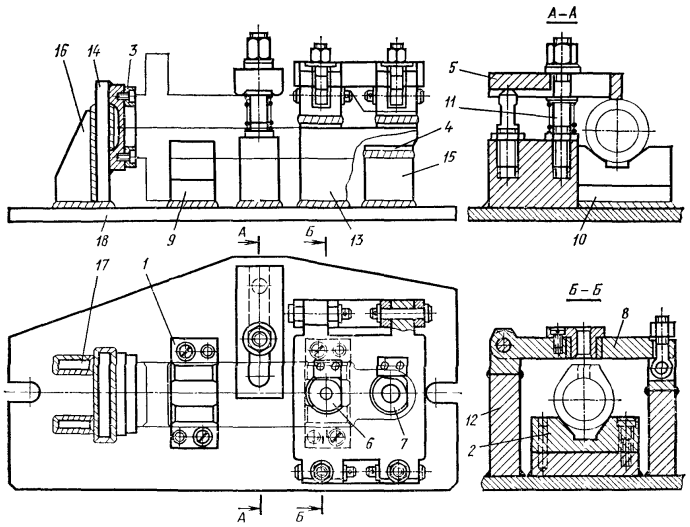


Рис. 23. Графическое представление результатов синтеза конструкции приспособления

прихват, пластину и кондукторную плиту со всеми их размерными характеристиками и положением в пространстве. Кроме того, сконструированы основание (плита 50000010201), стойка 50000011501 и ребра жесткости 50000010701. Для объединения элементов в единое целое предусмотрена сварка.

Цифровые данные о корпусе и приспособлении в целом получены в полном соответствии с информационной моделью конструкции, рассмотренной на с. 86.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Средства автоматизации построения чертежей приспособлений.

Чертежно-графические автоматы. Получение чертежей при автоматизированном проектировании приспособлений производится на специальных устройствах — чертежно-графических автоматах (ЧГА). ЧГА, или графопостроители, обеспечивают окончательное документирование конструкций приспособлений на бумаге, кальке, светочувствительной бумаге или пленке.

ЧГА может работать автономно, когда он не имеет непосредственной связи с ЭВМ, а управляется от промежуточного носителя — перфоленты либо магнитной ленты, полученной на ЭВМ. Второй режим работы ЧГА предусматривает прямое их присоединение к ЭВМ и функционирование под управлением последнего.

Наиболее широкое распространение получили ЧГА, входящие в единую серию ЭВМ — ЕС ЭВМ. Их характеристики приведены в табл. 16.

Двухкоординатный ЧГА ЕС 7051 (рис. 24, *а*) выполнен в виде планшета *1*, по направляющим линейкам которого в направлении оси абсцисс перемещается траверса, вдоль которой двигается каретка с пишущим узлом *2*. Начало координат планшета расположено в нижнем левом углу рабочего поля. Перемещение траверсы и каретки осуществляется независимо двумя шаговыми электродвигателями. Пишущий узел содержит три пишущих элемента (пера), каждый из которых может обеспечивать свой цвет и толщину линии. Для фиксации бумаги используются магнитные линейки *3*. Команды блока управления *4* выбирают нужный пишущий элемент, производят его опускание (в рабочее положение) и подъем (при холостых перемещениях), определяют характер перемещения пишущего элемента по прямой или по дуге окружности. Аналогичную конструкцию имеет ЧГА ЕС 7054.

16. Технические характеристики ЧГА ЕС ЭВМ

Модель	Тип	Размеры поля чертежа, мм	Максимальная скорость вычерчивания, мм/с	Масштаб изображения	Тип линии	Набор символов	Ориентация символов	Число цветов
ЕС 7051	Планшетный	1050×1000	50	1 : 2 1 : 1 2 : 1	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	253	Под 16 углами, кратными 22,5°	3
ЕС 7052	Рулонный	380×600	200	1 : 2 1 : 1 2 : 1	Сплошная	64	Под углами 0°, 90°, 180°	3
ЕС 7053	Рулонный	841×1600	150	1 : 2 1 : 1 2 : 1	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	253	Под 16 углами, кратными 22,5°	3
ЕС 7054	Планшетный	1600×1200	100	1 : 2 1 : 1 2 : 1	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	96	Под углами через 22,5°	4

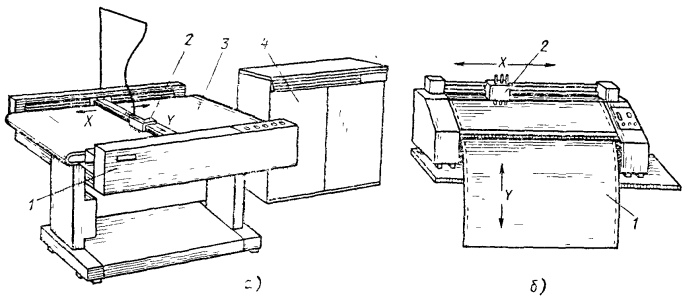


Рис. 24. Чертежно-графические автоматы типов:
а — планшетного; *б* — рулонного

ЧГА ЕС 7052 и ЕС 7053 являются устройствами рулонного типа (рис. 24, *б*). В них пишущий узел *2* перемещается шаговым двигателем по направляющим только вдоль оси *X*. Ведущий барабан перемещает бумагу *1* вдоль оси *Y*. При одновременном перемещении пишущего узла и бумаги оба движения складываются, образуя требуемую траекторию.

Широкое использование в действующих системах автоматизированного проектирования приспособлений получили ЧГА серии ИТЕКАН, созданные Институтом технической кибернетики АН БССР. Это устройства планшетного и рулонного типов с широким диапазоном размеров рабочего поля и скоростей вычерчивания (табл. 17).

Известны в нашей стране также зарубежные ЧГА фирм Бенсон (Франция), Калкомп (США), Нумерикон (Япония), Консберг (Норвегия) и некоторые другие.

Программное обеспечение автоматизированного черчения. Для формирования чертежей приспособлений, которое выполняется ЭВМ, необходимы программы, управляющие работой ЧГА при вычерчивании изображений с помощью соответствующих команд. Команды могут передаваться с ЭВМ непосредственно

17. Характеристики ЧГА серии ИТЕКАН

Модель	Тип	Размеры рабочего поля	Максимальная скорость вычерчивания, мм/с	Масштаб вычерчивания	Тип линий	Набор символов	Ориентация символов	Число сменных пишущих перьев
ИТЕКАН-2М	Планшетный	625×860	80	1 : 1 2 : 1	Сплошная Штрихпунктирная	104	Под углами 0°, 90°, 180°	2
ИТЕКАН-3	Рулонный	420×40000	160	1 : 1 1 : 2 2 : 1	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	104	Под углами 0°, 90°, 180°	2
ИТЕКАН-4	Рулонный	878×20000	200	—	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	90	По 16 направлениям через 22,5°	3
ИТЕКАН-6	Планшетный	2000×6000	80	—	Сплошная Штриховая Штрихпунктирная	—	Под углами 0°, 90°, 180°	3

ЧГА или предварительно выводиться на перфоленту, магнитную ленту либо иной носитель информации.

Разработка программ вычерчивания приспособлений на ЧГА основывается на базовом программном и математическом обеспечении чертежной графики, которое содержит два уровня: базисное программное обеспечение и функциональный пакет программ.

Базисное программное обеспечение позволяет получать чертежи, состоящие из набора отрезков прямых, дуг окружностей различной толщины и прерывистости, символов (букв, цифр), а также осуществлять основные преобразования над составленными из них изображениями (масштабирование, перемещение). Каждая система ЧГА, а иногда и каждая модель ЧГА имеют свой базисный пакет программ, который учитывает их языковые, технические и другие особенности. С изменением технических средств автоматизации вычерчивания базисный пакет также изменяется.

Функциональный пакет программ вычерчивания является универсальным и не зависит от конкретных ЧГА. В его состав входят программы штриховки области произвольной формы, построения осей координат, аппроксимации графиков функций, вычерчивания ломаных, размерных и выносных линий, кривых второго порядка, координатных сеток, групп символов и надписей и др.

Для ЧГА ЕС ЭВМ (см. табл. 16) имеется развитое программное обеспечение в составе ОС ЕС ЭВМ. Оно носит название ГП-ЕС и содержит базисный и функциональный пакеты. Базисный пакет построен на языке ФОРТРАН. В составе пакета имеются шесть подпрограмм, создающих графические данные на внутреннем языке ЧГА и осуществляющих их вывод. Функциональный пакет обеспечивает вычерчивание окружностей, эллипсов, многоугольников, дуг, спиралей, сеток, стрелок, линий со стрелками на конце, осевых и размерных линий, надписей между заданными точками, штриховку областей и др.

В ЕС ЭВМ применяется также система ГРАФОР, предназначенная для вывода графической информации на ЧГА ЕС 7054, КАЛКОМП, БЕНСОН и др.

Хорошо зарекомендовал себя при построении промышленных систем автоматизированного проектирования приспособлений пакет чертежной графики *PAD*-ЕС. Пакет предназначен для выполнения чертежных работ на ЧГА серии ИТЕКАН при проектировании на ЭВМ ЕС. Пакет построен на базе языка ФОРТРАН. Базисная часть содержит четыре основные программы для построения точек, ломаной, кривой, текста. Функциональная часть позволяет вычерчивать смешанные кривые, состоящие из отрезков прямых и дуг окружностей, производить штриховку областей, осуществлять простановку размерных и выносных линий.

Принципы алгоритмизации формирования сборочных чертежей. *Информационная модель чертежа.* Прежде чем вывести чертеж на ЧГА, необходимо, чтобы ЭВМ сформировала его описание (цифровую модель) в своей памяти. Для этого надо иметь программные средства, которые реализуют преобразование цифрового описания приспособления, построенного в соответствии с информационной моделью конструкции (см. с. 86) в результате ее машинного синтеза, в цифровую модель графического документа (чертежа).

Чертеж конструкций приспособлений с позиции метода его машинного построения рассматривается как множество упорядоченных на плоскости фрагментов чертежа — типовых изображений (ТИ, см. с. 82). Следовательно, информационную модель чертежа можно представить как

$$\bar{Ч} = \{\bar{J}_1,\ \bar{J}_2,\ \ldots,\ \bar{J}_n\} = \{\bar{J}_j\}_{j=1}^{n},$$

где $\bar{J}_j$ — описание упорядоченного на плоскости чертежа ТИ; n — число ТИ, участвующих в формировании чертежа.

Описание

$$\bar{J}_j = (J_j,\ X_j,\ Y_j,\ \vartheta_j),$$

где J_j — описание ТИ на языке базового программного обеспечения чертежной графики; X_j, Y_j — координаты начала системы координат ТИ в системе координат чертежа (СКЧ); ϑ_j — угол ориентации ТИ относительно СКЧ.

С учетом приведенного выражения информационная модель чертежа приобретает вид

$$\bar{Ч} = \{J_j,\ X_j,\ Y_j,\ \vartheta_j\}_{j=1}^{n}.$$

Параметры информационной модели чертежа $\bar{Ч}$ определяются через параметры информационной модели конструкции $\bar{K}$, т. е. существует формализуемая информационная зависимость типа $\bar{Ч} = Ч(\bar{K})$. При этом описание типового изображения J можно составить исходя из кода изображаемого конструктивного элемента $Э$ и вектора его размерных характеристик $\bar{v}$. Координаты положения ТИ в СКЧ выражаются через координаты положения конструктивного элемента.

Определение структуры сборочного чертежа. Для определения структуры (состава и связей элементов) сборочного чертежа алгоритмом анализируется информация, содержащаяся в информационной модели конструкции. В результате устанавливается целесообразный набор основных и вспомогательных видов, при помощи которых конструкция может быть представлена на чертеже. Вся номенклатура возможных основных и вспомогательных видов (проекций) определяется на этапе разработки алгоритма в результате анализа библиотеки конструктивных элементов (см. с. 74) и используемых при синтезе схем установки, зажима, направления инструментов и корпусов приспособлений.

С каждой проекцией чертежа связана определенная совокупность ТИ. Полный набор ТИ для любой проекции получается с помощью совокупности программ формирования графики ТИ. Совокупности строятся с помощью соответствий между конструктивными элементами и типовыми изображениями, образующими БКЭ и БТИ (см. с. 74 и 82). Такие соответствия, включающие ряд дополнительных признаков и характеристик, необходимых при алгоритмическом формировании описаний сборочных чертежей приспособлений, задаются двумя локальными массивами постоянной информации — *M1* и *M2*.

Массив *M1* имеет вид

$$M1 = \{Э_j,\ K_j^{(ТИ)},\ p_j,\ \bar{\Psi}'_j, \bar{A}_j\}_{j=1}^{m},$$

где $Э_j$ — код конструктивного элемента из БКЭ; $K_j^{(ТИ)}$ — код типового изображения (имя программы формирования его описания); p_j — номер проекции, которой соответствует программа $K_j^{(ТИ)}$; $\bar{\Psi}'_j$ — вектор положения ТИ в системе координат конструктивного элемента; $\bar{A}_j$ — вектор геометрических параметров ТИ; m — число строк в двухмерном массиве *M1*.

Каждая составляющая A_i вектора $\bar{A}_j$ есть одна из размерных характеристик ТИ. Геометрический смысл этих характеристик для каждого ТИ зафиксирован библиотекой ТИ (см. с. 82).

Конкретные значения параметров векторов $\bar{A}_j$ и $\bar{\Psi}'_j$ в массиве вычисляются с помощью функций, отражающих их зависимость от кода $Э$ и вектора $\bar{v}$ метрических характеристик конструктивного элемента (см. с. 74). Функции реализуются несложными зависимостями, построенными, как правило, на базе элементарных операций сложения и умножения.

Массив *M2* отражает соответствия между кодами типовых изображений и координатами x_μ, y_μ, z_μ экстремальных точек габаритных прямоугольников, описанных около типовых изображений, а именно

$$M2 = \left\{K_k^{(ТИ)},\ \left(\langle x_\mu, y_\mu, z_\mu\rangle_{\mu=\overline{1,4}}\right)_k\right\}_{k=1}^{n}.$$

Значения координат экстремальных точек определяются в системе координат ТИ. Они зависят от значений составляющих вектора $\bar{A}_j$.

На основе массивов *M1* и *M2* нетрудно построить массив информации, характеризующий состав каждой проекции сборочного чертежа и

расположение ее элементов — ТИ:

$$Q_р = \left\{K_\tau^{(ТИ)},\ \Psi'_\tau,\ \bar{A}_\tau,\right.$$
$$\left.\left(\langle x_\mu,\ y_\mu,\ z_\mu\rangle_{\mu=\overline{1,4}}\right)_\tau\right\}_{\tau=1}^{m}.$$

Определение формата чертежа и масштаба вычерчивания. С помощью массива $Q_р$ можно найти положение всех экстремальных точек габаритных прямоугольников ТИ в системе координат каждой из проекций (СКП). Это позволяет установить размеры всех проекций и окончательно уточнить структуру и формат чертежа. Каждой основной проекции на сборочном чертеже соответствуют определенная ориентация и положение главной системы координат (ГСК) конструкции относительно СКП, задаваемое вектором $\Psi_р$, составляющие которого аналогичны указанным на с. 86.

Значения координат $x_{\mu\tau}$, $y_{\mu\tau}$ экстремальных точек габаритных прямоугольников ТИ в соответствующей СКП определяются следующей композицией:

$$x_{\mu\tau},\ y_{\mu\tau} = f(\Psi_р,$$
$$f(\bar{\Psi}_i,\ f(\Psi'_\tau,\ (x_\mu,\ y_\mu,\ z_\mu)))),$$

где f — операция пространственного преобразования координат; Ψ_i — вектор пространственного положения конструктивного элемента в ГСК.

Размеры $L_р$, $B_р$ габаритных прямоугольников проекций чертежа подсчитывают как разность максимальных и минимальных значений координат экстремальных точек ТИ. Учитывая рекомендации ЕСКД о взаимном расположении основных видов (проекций) сборочного чертежа и требования минимальных расстояний между видами, можно определить минимально допустимые размеры поля чертежа для размещения основных проекций сборочного чертежа. Если в составе сборочного чертежа содержится хотя бы одна вспомогательная проекция (выносные виды, сечения, тексты), то алгоритм резервирует для нее зону постоянной ширины над основной надписью.

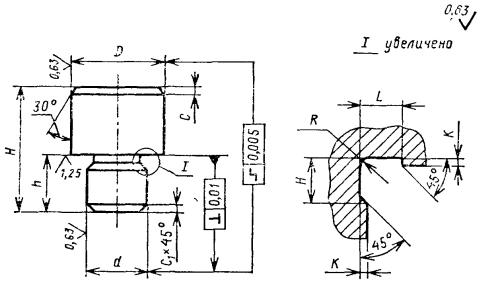
В общем случае формат сборочного чертежа считается найденным, если он позволяет разместить в соответствующих зонах как основные, так и вспомогательные проекции, что достигается проверкой определенных условий. Проверка условий выбора начинается с формата 11 ЕСКД и заканчивается максимальным форматом, допускаемым конкретным ЧГА.

Построение описания сборочного чертежа в ЭВМ. Формирование описания сборочного чертежа производится в системе координат чертежа (СКЧ). Вся информация о взаимном расположении ТИ, а также проекций на поле чертежа после масштабирования приводится к СКЧ.

Описание чертежа получается путем реализации программ типовых изображений, указанных в массиве $Q_р$. Полученное таким образом описание является не окончательным, так как нельзя еще ничего сказать относительно видимости на чертеже всех описанных элементов ТИ. Поэтому производятся распознавание пересечений ТИ и корректировка их графики и соответствующих описаний из условий видимости. Алгоритм корректировки основывается на оценке разности аппликат конкурирующих точек элементов конструкций.

Построение сборочного чертежа завершается формированием описаний выносок, полок и нанесением номеров позиций. Формируется также описание основной надписи. Полученное окончательное описание сборочного чертежа запоминается для дальнейшей переработки программами математического обеспечения машинной графики. Результатом переработки является программа, управляющая ЧГА в процессе получения чертежа.

Получение на ЭВМ чертежей деталей и спецификаций приспособлений. *Особенности получения чертежей деталей.* Получение чертежей деталей в системах автоматизированного проектирования приспособлений зависит от степени нормализации этих деталей (см. табл. 10). Для деталей, конструкция которых определяется стандартами, рабочие чертежи не выдаются. Для производства достаточно указывать в спецификации их наименования со ссылкой на номера соответствующих стандартов.



d₁ js 6	L	K	R	C_1	D	Предельные отклонения D	H	h	C

1. Материал для D до 16 мм – сталь У7А ГОСТ 1435-74, для D свыше 16 мм – сталь 20Х ГОСТ 4543-71.*
2. HRC 50 – 55. Для стали 20Х: цементировать h 0,8 – 1,2 мм.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – H14, валов – h14, остальных – $\pm\frac{IT14}{2}$.

Рис. 25. Бланк-чертеж детали

Для деталей с постоянной конфигурацией (формой) и переменными размерами нет необходимости автоматически строить на ЧГА их рабочие чертежи, так как они соответствуют типам деталей. Их геометрия определяется на ЭВМ и является заданной в БКЭ.

Экономически целесообразно организовать получение чертежей для деталей с постоянной конфигурацией следующим образом:

заготовить большое число бланк-чертежей (слепышей) каждого типа деталей с нанесенными на них размерами в цифровом виде, если они постоянны, и в буквенном виде, если они расчетные (рис. 25);

значения буквенных расчетных размеров получать на печатающем устройстве ЭВМ в виде таблицы (табл. 18), содержащей индекс проектируемого приспособления, код детали в БКЭ, номер позиции детали в спецификации приспособления. Значения размеров в таблице располагаются в порядке, определяемом соответствующим бланк-чертежом детали;

по коду детали находят требуемый бланк-чертеж, на который вручную переносят из таблицы расчетные размеры.

Алгоритмическое построение рабочих чертежей деталей оправданно лишь для специальных деталей, синтезируемых из элементов формы, и частично нормализованных, конфигурация которых изменяется введением в базовую нормализованную конструкцию некоторых элементов формы. При этом используют комбинированный метод построения размерной сетки, основанный на выделении ее постоянной и переменной частей.

Постоянная часть размерной сетки вычерчивается в виде, который она имеет в чертежах базовых деталей БКЭ. Переменная часть задается при помощи таблиц, получаемых на печатающем устройстве ЭВМ (табл.

18. Форма печати значений конструктивных размеров

№ поз.	Шифр бланк-чертежа	Размеры				
3	5001—3	94,000 63,000 8,000	37,000 8,000	7,000 6,500	76,000 6,000	16,000 3,000

19. Вид печати таблицы размеров деталей, вычерченных на ЧГА

Обозначение	Координаты		Предельные отклонения по координатам X, Y (±)	Размеры (диаметр), мм	Предельные отклонения, мм		Ra, мкм
	X, мм	Y, мм			верхнее	нижнее	
1	13,00	0.00	—	6,00	+0,013	0,000	1,25
2	76,00	0.00	0,03	6.00	+0,013	0.000	1,25
3	0.00	16,00	0.03	6,00	+0,013	0,000	1,25
4	9,00	12,00	0.03	7,10	+0.016	0,000	1,25
5	9,00	23,00	0.03	7.10	+0,016	0.000	1,25
6	24,00	11.00	0.03	7.10	+0.016	0,000	1,25
7	24,00	24.00	0.03	7.10	+0,016	0,000	1,25
8	45.00	11,00	0.03	7.10	+0.016	0.000	1,25
9	45.00	24,00	0.03	7.10	+0.016	0.000	1,25
10	66,00	11,00	0.03	7,10	+0,016	0,000	1,25

19). Такое задание размеров особенно предпочтительно для координатной обработки деталей в инструментальном производстве.

На чертеж наносятся системы координат базовой детали, а введенные в ее конструкцию элементы формы нумеруются. Таблица содержит номер элемента детали, значения координат и размеров с их отклонениями. Здесь же приводится информация о шероховатости поверхностей элементов формы. При малом числе элементов формы таблица не печатается, а вычерчивается на поле рабочего чертежа чертежным автоматом.

Алгоритм составления спецификации. При автоматизированном конструировании приспособлений спецификацию конструкции выдает печатающее устройство ЭВМ. Спецификация составляется ЭВМ на основе данных, содержащихся в цифровой информационной модели приспособления (см. с. 86). При этом используются группы постоянных сведений, хранимых в базе данных (табл. 20).

Для получения неупорядоченной спецификации достаточно выбрать подетальные спецификации для всех элементов конструируемого приспособления. Упорядочение в соответствии с требованиями ГОСТа можно осуществить по любому из признаков: t_j, l_j или C_j. Процесс упорядочения начинается с разбивки массива неупорядоченной спецификации на подмассивы, объединяющие сведения о деталях с одинаковой степенью нормализации C_j. Внутри каждого из полученных подмассивов выявляются тождественные детали. Информация о таких деталях в подмассиве объединяется и записывается одним кортежем спецификационных сведений. При этом параметр q этого кортежа есть число всех тождественных деталей, охватываемых подмассивом.

Упорядочение элементов каждого подмассива производится по возрастанию значений l_j (построение наименований в алфавитном порядке). Подмассивы объединяются в порядке возрастания значений признака C_j. Полученный массив путем добавления в кортеж новых элементов j и f_j преобразуется в массив SP, каждый элемент которого

$$SP_j = \langle j, f, C_j, t_j, l_j, q_j, k_{1j}, k_{2j}, k_{3j} \rangle,$$

20. Массивы постоянной информации, используемые при составлении спецификаций на ЭВМ

Наименование	Содержание	Пример
Массив наименований	Множество всех наименований деталей и сборочных единиц из БКЭ, упорядочение алфавитом	Втулка 7051—0030/02000Д ГОСТ 18429—73*. Палец срезанный. Прижим
Массив обозначений	Множество всех обозначений деталей и сборочных единиц, за исключением специальных (см. табл. 10, группа 4)	86—7012—0027, 86—7030—0816, 86—7030—0805, 86—7041—0011
Таблица степеней нормализации	Таблица, в которой каждой детали (сборочной единице) из БКЭ ставится в однозначное соответствие цифровой признак, относящий ее к какой-либо группе стандартов: ГОСТ, ОСТ, СТП и др.	$\langle \vartheta'_j, C_j \rangle_{j=1}^{\mu}$
Массив подетальных спецификаций	Таблица, в которой каждому КЭ из БКЭ ставится в однозначное соответствие ряд сведений, используемых при составлении спецификации	$\langle \vartheta'_j, t_j, l_j, C_j, k_{1j}, k_{2j}, k_{3j}, q_j \rangle_{j=1}^{\mu}$

Обозначения. ϑ'_j — код детали или сборочной единицы; l_j — порядковый номер обозначения в массиве обозначений; l_j — порядковый номер наименования в массиве наименований; C_j — цифровой признак (степень) нормализации; k_{1j}, k_{2j}, k_{3j}, — порядковые номера метрических параметров в векторе $\bar{v}$ (см. с. 86), используемых в наименовании (например, диаметр резьбы, длина болта и др.); q_j — число одинаковых деталей в КЭ.

где j — порядковый номер кортежа в массиве SP, который является номером позиции данной детали в спецификации приспособления; f_j — формат чертежа детали. Значения f_j определяются алгоритмически.

Множество $SP = \{SP_j\}_{j=1}^{n}$, где n — число позиций в спецификации, представляет собой информационное описание спецификации приспособления, представляемое в ЭВМ в виде цифровых массивов.

Для получения распечатки спецификации на ЭВМ необходимо пользоваться программой печати, которая преобразует цифровую модель спецификации в документ, построенный в соответствии с требованиями стандарта.

Программа печати выполняет следующие операции:

выбор из массива обозначений соответствующего текста обозначения детали по заданному t_j. Для специальных деталей обозначение формируется в виде s/j, где s — заданный индекс проектируемой конструкции;

определение на множестве информационного массива деталей такого наименования, которое соответствует l_j. Для нормализованных деталей, содержащих в наименовании размерные характеристики, выбираются значения необходимых размеров;

формирование в соответствии с требованиями ЕСКД наименований разделов спецификации типа «Детали», «Стандартные изделия» и др.;

формирование строк печати на ЭВМ.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ЭВМ

Предпосылки, функции и задачи подсистем технологического проектирования приспособлений. Проектно-технологические работы, связанные с изготовлением оснастки, занимают большую часть в общем объеме работ по подготовке производства новых машин и приборов. Только на одну деталь изделия в крупносерийном производстве требуется спроектировать в среднем порядка 10 приспособлений, разработать 150 процессов их изготовления, рассчитать около

1000 норм времени, составить 10 материальных карт, 10 перечней необходимых комплектующих деталей и др. Производительность труда в инструментальном производстве оснастки почти в 2 раза ниже, чем в основных цехах.

Применение ЭВМ для автоматизации технологической подготовки инструментального производства приспособлений обеспечивает сокращение сроков разработки технологических документов, повышает качество отражаемых в них технических решений, содействует внедрению технически обоснованных норм времени, освобождает ИТР от нетворческого труда, снижает стоимость разрабатываемых технологических процессов, резко повышает уровень применения станков с ЧПУ в изготовлении приспособлений.

Подсистемы технологической подготовки инструментального производства входят в состав САПР приспособлений (см. рис. 1). Основной предпосылкой экономически целесообразного их создания явилась автоматизация конструирования приспособлений. Только комплексное автоматизированное конструирование и технологическая подготовка производства исключают потери времени на трудоемкую подготовку входных данных для проектирования технологии изготовления приспособлений.

Для проектирования и получения технологической документации необходимо программно переработать информацию о конструкции приспособления, описываемой его цифровой информационной моделью (см. с. 86). В первую очередь нужно иметь сведения о форме и структуре конструктивных элементов, а также данные о размерных характеристиках деталей. Определенное влияние на результаты автоматизированного проектирования технологических процессов оказывают также производственные возможности конкретного инструментального цеха, информация об организации производства и нормативы.

Подсистема технологической подготовки производства (ТПП) приспособлений обеспечивает для каждой, автоматически спроектированной конструкции получение массивов, описывающих маршрутные карты технологических процессов; перечень требуемых заготовок, требуемых готовых сборочных единиц, деталей и полуфабрикатов; ведомость затрат на выполнение заказа. По каждой конструкции формируется массив данных для АСУП, а также выдаются программы для управления обработкой деталей на оборудовании с ЧПУ.

Состав, форма и содержание перечисленных документов определены на основе анализа условий производства оснастки, существующей технологической документации с учетом технических возможностей документирования с помощью ЭВМ. Получаемые на ЭВМ технологические документы обеспечивают минимум суммарных затрат на изготовление конструкции, включая затраты на труд, материалы, организацию производства и др.

Общую задачу подсистемы ТПП можно рассматривать как комплекс самостоятельных, информационно связанных задач: определение сведений о заготовках и комплектующих изделиях; установление содержания и последовательности операций; выбор оборудования и инструмента; нормирование работ и определение расценок; определение себестоимости изготовления конструкции; получение технологической документации; составление и выдача программ для оборудования с ЧПУ.

Для сокращения стоимостных и временны́х затрат при автоматизации проектирования технологических процессов изготовления приспособлений целесообразно ориентироваться на принятый при автоматизированном синтезе способ описания деталей конструкций. Это позволяет реализовать метод, допускающий использование процедур двух видов: универсальных, инвариантных типу детали, и специализированных, ориентированных на определенную группу деталей. В связи с этим возникла необходимость организовать подсистему ТПП приспособлений из двух составляющих: базового обеспечения и специализированной части.

С помощью процедур базового обеспечения решаются задачи нормирования работ, определения сведений о заготовках и комплектующих изделиях, выбора оборудования, определения расценок, печати технологической документации. Информационное поле для решения этих и других задач технологического проектирования составляют массивы данных о производственных возможностях цеха, массивы поправочных коэффициентов на норму времени в зависимости от материала детали и размера партии, трудовых нормативов, справочных данных и зависимостей, данных о материалах и комплектующих деталях БКЭ, соответствий между кодом и наименованием детали, кодом и видом заготовки, а также словарь, с помощью которого осуществляется переход от цифрового представления технологических процессов к их описанию на естественном языке.

Вызов процедур базового обеспечения, а также подготовка входных данных для их реализации осуществляются специализированной частью подсистемы ТПП.

Решение технологических задач в подсистеме автоматизированной ТПП. Для изготовления оснастки разрабатываются маршрутные технологические процессы (ТП), содержащие минимально необходимые сведения об оборудовании, нормах времени, инструменте. Нормирование операций осуществляется по укрупненным нормативам.

Для нормирования операций используются известные зависимости штучного времени и времени на обработку партии деталей от подготовительно-заключительного и неполного штучного времени, а также от размера партии.

Нормы неполного штучного времени $T_{\text{н.ш}}$ для различных видов обработки поверхностей определяются с помощью подпрограмм R_i, которые реализуют функциональные зависимости типа

$$T_{\text{н.ш}} = R_i\left(L, D, M, T, N, \{U_i\}_{i=1}^{n}\right),$$

где L, D — размеры обрабатываемой поверхности; M — материал детали; T — термообработка детали; N — размер партии; $\{U\}_{i=1}^{n}$ — множество признаков, характеризующих условия обработки, например точность, шероховатость, удобство измерения, возможность применения механических подач инструментов в процессе обработки и др.

Норма времени на установку и снятие детали вычисляется с помощью табличного алгоритма в зависимости от способа установки и закрепления, а также массы заготовки.

С помощью подпрограмм определения сведений о заготовках рассчитываются общие припуски на обработку и определяются размер заготовки в соответствии с выпускаемым промышленностью сортаментом материала, а также вид заготовки, ее масса и стоимость. Общий припуск на обработку деталей назначается в зависимости от их габаритов.

Формирование и занесение в выходной массив сведений о комплектующих деталях осуществляются посредством обработки массива постоянной информации, каждая строка которого содержит сведения об i-й полностью нормализованной детали и представляет собой кортеж

$$Q = \langle \varepsilon, \Phi, v_1, v_2, v_3, s \rangle,$$

где ε — признак наличия детали в данный отрезок времени в цехе; Φ — обозначение детали; v_1, v_2, v_3 — характерные размеры детали; s — стоимость детали.

Большинство инструментальных цехов не располагает точными данными для оценки себестоимости выполнения операций на конкретном оборудовании. Поэтому в подсистеме ТПП целесообразно выбирать станки не по критерию себестоимости, а в зависимости от габаритов, массы детали и др.

Рациональные последовательности и содержание операций изготовления деталей приспособлений находятся из следующих положений.

ТП изготовления близких по форме и размерам деталей имеют часть одинаковых операций;

существуют элементы формы деталей, например отверстия под кондукторные втулки в плитах, вырезы, включение которых в конструкцию

не приводит к изменению технологических операций по обработке остальных поверхностей;

так как каждый станок и инструмент рассчитаны на обработку деталей в определенном диапазоне размеров, то применение некоторых методов обработки поверхности можно установить по ее размерам;

для выбора метода обработки поверхностей некоторых деталей можно вывести критерии, позволяющие избежать полного расчета затрат по каждому варианту. Например, при выборе между фрезерованием или запиливанием скосов срезанных пальцев критерием предпочтительности может служить диаметр скоса;

при сравнении вариантов технологических процессов целесообразно принимать в расчет только их переменные части.

Результаты проектирования ТП накапливаются в двухмерном массиве W. Массив разбит на зоны, предназначенные для занесения информации о содержании операций, оборудовании, инструментах, разрядах работ, подготовительно-заключительном и штучном времени, расценках.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей приспособлений осуществляется в следующем порядке:

с помощью специализированных подпрограмм в массив W заносится типовая (соответствующая типовой конфигурации детали) часть описания ТП, однозначно определяемая для деталей данной группы технологическими нормативами и передовым опытом;

для остальных поверхностей, информация о которых представлена кодом детали $Э_i$, устанавливаются совокупности допустимых вариантов обработки S, исходя из анализа размеров каждой обрабатываемой поверхности, ее расположения относительно других поверхностей, производственных возможностей предприятия;

определяется вариант маршрута обработки поверхности, входящий в множество допустимых вариантов и имеющий наименьшую себестоимость выполнения;

в массив W заносятся данные о выбранных маршрутах обработки деталей. Занесение может сопровождаться включением новых операций или изменением содержания имеющихся;

с помощью подпрограмм базового обеспечения подсистемы ТПП в массив W заносятся данные об обработке элементарных поверхностей, дополнительно включенных в конструкцию детали программой синтеза;

на заключительном этапе при помощи подпрограммы печати осуществляется переход от цифрового описания ТП к его представлению в виде нормированной маршрутной карты, содержащей данные о применяемом оборудовании и расценках.

Эта схема обеспечивает минимальную себестоимость изготовления приспособления. Выделение информации, характеризующей производственные условия конкретного предприятия, позволяет настраивать подсистему ТПП на изменяющуюся производственную среду.

Подготовка на ЭВМ программ для станков с ЧПУ. Применение оборудования с ЧПУ в инструментальном производстве приспособлений сильно ограничено его индивидуальным характером, так как подготовка соответствующих программ вручную является очень трудоемкой. В САПР приспособлений программирование процессов обработки деталей на оборудовании с ЧПУ осуществляется автоматически и не требует предварительных затрат на описание задания на разработку. Особенно эффективна автоматизация составления программ для обработки отверстий в кондукторных плитах на координатно-расточных станках с ЧПУ.

Во всех случаях автоматизированного программирования процессов обработки деталей приспособлений система выдает на ПУ ЭВМ распечатку кадров управляющей программы и носитель информации (перфоленту, перфокарты, магнитную ленту) с последовательностью кадров управляющей программы, воспринимаемой считывающим устройством станка.

Алгоритм построения управляющих программ может включать выполнение следующих операций: формирование канонического описания обрабатываемых поверхностей детали приспособления; разбиение множества поверхностей на подмножества (группы) одинаковых; упорядочение множества поверхностей в соответствии с рациональным путем их обхода в каждой группе; загрузку в оперативную память ЭВМ библиотеки типовых процессов обработки; определение переходов для обработки поверхностей каждой группы, построение кадров управляющей программы и их разгрузку на ПУ и перфоратор ЭВМ.

Информационной основой блока автоматизированной подготовки программ для обработки деталей приспособлений на станках с ЧПУ служит библиотека типовых технологических операций.

ПОСТРОЕНИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА САПР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Методы создания и адаптации САПР. Практика разработки первых промышленных систем автоматизированного проектирования приспособлений показала большую их сложность и трудоемкость. Сложность проявляется в большом числе моделей проектирования, которые необходимо разработать для покрытия широкого многообразия проектных ситуаций, имеющих место при проектировании различных классов приспособлений.

Исследования показали, что существует инвариантное ядро всевозможных моделей проектирования приспособлений, которое может служить основой для построения систем конкретных применений. Такие системы могут отличаться классом проектируемых объектов (например, токарных, фрезерных приспособлений), условиями производства (организацией изготовления оснастки, существующей системой подготовки производства и др.). Однако все они включают определенное число независимых программных, информационных и языковых составляющих (инвариантных компонент САПР). На их базе возможны разработка адаптируемых систем проектирования и создание специализированных средств, ориентированных на ускоренную разработку программных комплексов (ПРК) автоматизированного проектирования для конкретных предприятий.

Адаптируемость САПР приспособлений на изменяющиеся производственные условия обеспечивают так называемые адаптирующие контуры, основой которых служат параметры применяемости элементов БКЭ, модули их конструирования и др. Адаптируемые системы имеют хорошо организованную базу данных, позволяющую легко вносить в нее требуемые коррективы; их программные комплексы построены строго по модульному принципу.

Задачей специализированных средств ускоренной разработки ПРК для проектирования приспособлений является расширение возможностей операционных систем ЭВМ, их системного программного обеспечения при создании систем конкретного применения. Эти средства включают базу данных, библиотеку универсальных программных модулей (БПМ), языковые средства описания входных заданий и корректировки конструкции в интерактивном диалоге, мониторную систему, стандарты структур данных выдаваемой проектной документации, регламентацию многих решений, закладываемых в САПР, и др.

БПМ состоит из программных модулей общего применения и проблемно-ориентированных программных модулей. Модули общего применения могут использоваться при конструировании приспособлений любого класса: сверлильных, фрезерных, токарных, протяжных и др. Многие из них могут применяться при проектировании не только приспособлений, но и других технических объектов. Сюда относятся, например, модули решения геометрических задач, формирования и выдачи спецификаций конструкций, выполнения инженерных расчетов, анализа видимости линий на чертеже и др.

В состав проблемно-ориентированных входят программные модули, которые могут быть применены толь-

ко при проектировании приспособлений одного конкретного класса. Это, например, модули определения размеров и угла наклона угольника токарной планшайбы, проектирования окон облегчения в кондукторной плите, расстановки позиций многоместного фрезерного приспособления и др.

Каждую систему проектирования приспособлений SP можно рассматривать как объединение информационных, программных и технических комплексов (множеств):

$$SP = \bigcup_{i=1}^{6} q_i,$$

где q_1 — системные программные средства конкретной ЭВМ; q_2 — технические средства автоматизации проектирования; q_3 — некоторая часть программных модулей общего применения; q_4 — комплекс проблемно-ориентированных программных модулей; q_5 — специальные программные модули; q_6 — база данных со своими постоянными и переменными (специальными) компонентами.

ПРК САПР (PK) можно рассматривать как объединение

$$PK = \bigcup_{i=3}^{5} q_i.$$

Таким образом, ПРК любой системы проектирования приспособлений представляет собой комбинацию универсальных программ БПМ со специальными информационными и программными модулями, характерными только для конкретных производств. Такая комбинация может быть выполнена вручную или же с использованием ЭВМ в человеко-машинном режиме. Модель построения САПР на базе инвариантных компонент предполагает ввод в ЭВМ входного задания, написанного на языке, словарь которого составлен на базе тезауруса понятий предметной области (оснащаемого производства, специфических условий проектирования приспособлений для него и др.). Монитор обеспечивает трансляцию исходного задания и компиляцию части ПРК, которая строится на базе библиотеки универсальных программных модулей.

Специальные модули вводятся в ЭВМ разработчиком по мере требований монитора и включаются в разрабатываемый ПРК. Производится заполнение информацией базы данных. В результате предусмотренные базой информационные структуры наполняются данными библиотеки конструктивных элементов, каталога сведений об оборудовании, нормативно-справочными материалами и другими условно-постоянными сведениями.

Построенный таким образом программный и информационный комплекс САПР может выполнять необходимые проектные функции.

Экономическая оценка САПР приспособлений. Автоматизация проектирования приспособлений резко сокращает материальные средства и время на конструирование и изготовление технологической оснастки и, как следствие, повышает эффективность процессов технологической подготовки производства машин и приборов.

Составляющими экономической эффективности автоматизации проектирования являются следующие эффекты: снижения трудоемкости проектирования (E_1, см. расчет 1, табл. 21); ускорения процессов подготовки производства изделий (E_2, см. расчет 2, табл. 21); повышения уровня нормализации конструкций приспособлений (E_3, см. расчет 3, табл. 21); повышения степени оснащенности производства приспособлениями (E_4); улучшения качества проектируемых конструкций и выпускаемой документации (E_5); повышения эффективности труда инженеров (E_6); сокращения затрат на подготовку инженерных кадров (E_7).

Общий экономический эффект

$$E = \sum_{i=1}^{7} E_i.$$

Не все составляющие приведенной суммы поддаются определению. Для некоторых из них существуют методы приближенной оценки (табл. 21 расчеты 3 и 3.1).

21. Формулы для расчета экономической эффективности автоматизированного конструирования приспособлений

№ расчета	Определяемая величина	Формула	Аргументы
1	Годовой эффект от снижения трудоемкости проектирования	$E_1 = [(C_1 + E_{\text{н}}K_1) - (C_2 + E_{\text{н}}K_2)]\,Q$	C_1, C_2 — себестоимость проектирования одного среднего приспособления неавтоматизированным и автоматизированным методами; $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент окупаемости капитальных затрат; K_1, K_2 — удельные капитальные затраты в базовом и внедряемом вариантах; Q — годовой объем проектируемых конструкций
1.1	Годовой объем проектирования	$Q = \sum_{i=1}^{m} (h_i' + h_i'')$	h_i', h_i'' — число приспособлений i-й группы сложности проектируемых соответственно в процессе ТПП и текущего оснащения производства в год; m — число групп сложности, используемых на предприятии
1.2	Себестоимости проектирования конструкции в базовом и внедряемом вариантах	$C_{1,2} = \sum_{i=1}^{n} t_i C_i k_i$	t_i — время выполнения i-й операции в базовом (внедряемом) варианте; C_i — стоимость выполнения i-й операции; k_i — коэффициент накладных расходов (если операция машинная, то $k_i = 1$); n — число операций
1.3	Себестоимость одного часа работы ЭВМ	$C_{\text{ЭВМ}} = \frac{З_{\text{эксп}}}{\Phi} = \frac{1}{\Phi}\sum_{i=1}^{z} з_i$	$З_{\text{эксп}}$ — годовые эксплуатационные затраты ЭВМ; Φ — годовой фонд полезного времени ЭВМ; $з_1$ — фонд основной и дополнительной заработных плат персонала ЭВМ; $з_2$ — сумма годовых амортизационных отчислений; $з_3$ — стоимость электроэнергии; $з_4$ — стоимость ремонта оборудования; $з_5$ — стоимость содержания помещений; $з_6$ — стоимость материалов для эксплуатации; $з_7$ — прочие косвенные затраты
1.4	Годовые эксплуатационные расходы ЭВМ	$З_{\text{эксп}} = 0{,}3Ц_{\text{Э}}$	$Ц_{\text{Э}}$ — прейскурантная стоимость ЭВМ
1.5	Удельные капитальные затраты при внедрении автоматизированного проектирования, падающие на одну конструкцию	$K_2 = \frac{K_{\text{пр}}}{Q} + \frac{Ц_{\text{Э}}t_1 + Ц_T t_2}{\Phi}$	$K_{\text{пр}}$ — затраты на разработку и внедрение системы; $Ц_T$ — стоимость ЧГА; t_1 — время ЭВМ, затрачиваемое на проектирование одного приспособления; t_2 — время вычерчивания одной конструкции на ЧГА
2	Эффект, обусловленный ускорением ТПП при освоении новых изделий	$E_2 = E_{21} + E_{22}$	

Продолжение табл. 21

№ расчета	Определяемая величина	Формула	Аргументы
2.1	Эффект увеличения выпуска новых машин в период освоения с имеющихся фондов и при неизменных затратах труда	$E_{21} = \frac{S_п}{2} N_п \Delta T$	$S_п$ — уменьшение доли условно-постоянных расходов, приходящихся на одно изделие, руб; $N_п$ — годовой плановый выпуск продукции, шт.; ΔT — сокращение подготовки производства нового изделия в годах
2.2	Ускорение начала эксплуатации оснащаемого изделия в народном хозяйстве	$E_{22} = \frac{k}{2} C_{из} N_п \times (\Delta T)^2$	k — годовой коэффициент окупаемости оснащаемого изделия; $C_{из}$ — стоимость нового изделия (машины)
3	Эффект повышения уровня нормализации конструкций приспособлений	$E_э = K_{эк} A_{пр} Q$	$A_{пр}$ — средняя стоимость приспособления в металле
3.1	$K_{эк}$ — коэффициент относительной экономии от повышения уровня нормализации конструкций	$K_{эк} = K_н \left[K_{эц} + 0{,}8\,(1 - K_{эц}) \times K_{п.и.} \frac{K_{об} - 1}{K_{об}} \right]$	$K_н$ — уровень нормализации конструкций приспособлений, проектируемых в САПР; $K_{эц}$ — коэффициент специализации и концентрации производства нормализованных элементов; $K_{п.и.}$ — коэффициент повторного использования элементов; $K_{об}$ — коэффициент обратимости элементов

При ручном проектировании приспособлений выполняются следующие операции: ознакомление с заданием, разработка сборочного чертежа; составление спецификации; деталирование; проверка чертежей; разработка маршрутных технологий изготовления деталей; расчет координат; нормирование операций; определение заготовок и готовых деталей с выпиской материальных карт и др. При автоматизированном проектировании учитываются операции кодирования входных данных, перфорации и контроля перфолент, программного решения проектных задач на ЭВМ с получением текстовых документов, получения чертежей на чертежном автомате (ЧГА) и проверки результатов проектирования. Затраты на ручные операции определяются заработной платой ИТР, выполняющих эти операции. Затраты на машинные операции связаны с себестоимостью одного часа работы машины.

Вопросы оценки эффективности автоматизации проектирования приспособлений по составляющим, не рассмотренным в табл. 21, в настоящее время не разработаны.

Средние технико-экономические показатели автоматизированного проектирования приспособлений с помощью ЭВМ ЕС 1022 и ЧГА ИТЕКАН-2М следующие: время подготовки входных данных 1,1 ч; время счета на ЭВМ — 0,2 ч; время вычерчивания на автомате — 0,5 ч; снижение трудоемкости проектирования в 10—12 раз; снижение себестоимости проектирования в 8—10 раз.

ГЛАВА 3

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ БЕЗНАЛАДОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (УБП)

ЦЕНТРЫ И ПОЛУЦЕНТРЫ

Центры и полуцентры упорные нормальной и повышенной точности (табл. 1—3), применяемые для установки заготовок при их обработке на металлорежущих станках (частота вращения шпинделя $\leqslant$ 120 об/мин), а также при контрольных, разметочных и других работах, изготовляют в двух исполнениях: *1* — с закаленным рабочим конусом; *2* — с рабочим конусом из твердого сплава. Технические требования по ГОСТ 13215 — 79.

Центры упорные с конусностью 1 : 10 и 1 : 7 (табл. 4—5) нормальной и повышенной точности предназначены для установки заготовок с центровыми отверстиями по ГОСТ 14034—74* при их обработке на средних и тяжелых металлорежущих станках.

Центры вращающиеся (табл. 6) по ГОСТ 8742—75*, предназначенные для установки заготовок при их обработке на токарных станках (частота вращения шпинделя $\geqslant$ 120 об/мин), изготовляют двух типов: А — без насадки на центровом валике; Б — с насадкой на центровой валик (конструкция не показана). Примеры конструкций вращающихся центров показаны на рис. 1.

Для центров и полуцентров применяют переходные втулки (табл. 7). Наряду со стандартными применяют нестандартные центры (табл. 8).

ПОВОДКОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Поводковые устройства передают крутящий момент со шпинделя станка на заготовку (центровую оправку). Бывают стандартные (табл. 9—15) и нестандартные (табл. 16) поводковые устройства.

Расчеты поводковых устройств см. т. 1, с. 381. Поводковые патроны к токарным полуавтоматам см. с. 132.

ОПРАВКИ

Оправки бывают жесткие, центрирующие, зажимные механизмы которых имеют постоянные диаметры, и разжимные, у которых изменяются диаметральные размеры центрирующего зажимного механизма. К жестким относятся конические, прессовые, резьбовые и другие оправки.

Разжимные оправки могут быть с центрирующими зажимными элементами жесткими (кулачковые, винтовые и др.) и с пружинящими (гидропластмассовые, с гофрированными втулками и др.).

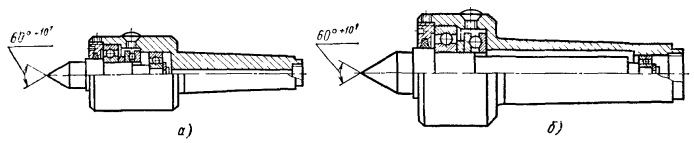
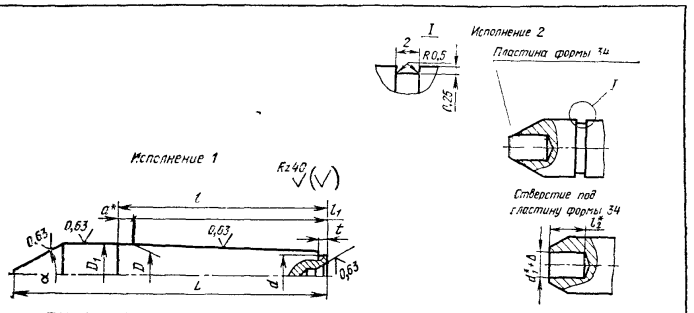


Рис. 1. Примеры вращающегося центра с конусом Морзе:
а — 2 и 3, *б* — 4 и 5

1. Центры упорные по ГОСТ 13214—79 (размеры, мм)



Обозначение центров	Исполнение	Конус Морзе	α, °	L	D	D_1 (поле допуска h9)	d	d_1*	Δ (зазор под пайку)	l	l_1	l_2*	a*	t	Масса, кг, не более	Номер пластины формы 34 по ГОСТ 2209—82
										Не более						
7032—0011	1	0	60	79	9,045	9,2	5,5	—	0,3	53	50	—	3,0	3	0,026	—
7032—0012	2							5				7,8			0,028	3409
7032—0013	1	1		80	12,065	12,2	8,0	—		57	53,5	—	3,5	4	0,056	—
7032—0014	2							5				7,8			0,058	3409
7032—0015	1			90				—				—			0,064	—
7032—0016	2							5				7,8			0,067	3409
7032—0017	1	2		100	17,780	18,0	13,0	—		69	64	—	5,0		0,132	—
7032—0018	2							7				8			0,136	3411
7032—0019	1			110				—				—			0,152	—
7032—0020	2							7				8			0,156	3411
7032—0021	1			125				—				—			0,182	—
7032—0022	2							7				8			0,186	3411
7032—0023	1	3		140	23,825	24,1	18,0	—		86	81	—		5	0,342	—
7032—0024	2							11				10,6			0,348	3413
7032—0025	1							—				—			0,394	—
7032—0026	2							11				10,6			0,402	3413
7032—0027	1			160				—				—			0,465	—
7032—0028	2							11				10,6			0,472	3413
7032—0029	1	4	75		31,267	31,6	24,0	—	0,6	109	102,5	—	6,5	7	0,907	—
7032—0030	2							14				10,0			0,917	3415
7032—0031	1		60	180				—				—			1,038	—
7032—0032			75												1,067	
7032—0033	2		60					14				10,0			1,077	3415
7032—0034	1		75					—				—			1,198	—
7032—0035	1	5	60	200	44,399	44,7	35,0	—		136	129,5	—		8	1,955	—
7032—0036	2							18				13,7			1,979	3417
7032—0037			75					22				21,1			2,010	3419
7032—0038	1		60	220				—				—			2,117	—
7032—0039															2,153	
7032—0040	2							18				13,7			2,177	3417
7032—0041								22				21,1			2,208	3419

Продолжение табл. 1

Обозначение центров	Исполнение	Конус Морзе	α, °	L	D	D_1 (поле допуска h9)	d	d_1*	Δ (зазор под пайку)	l	l_1	l_2*	a*	t	Масса, кг, не более	Номер пластины формы 34 по ГОСТ 2209—82
										Не более						
7032—0042	1	5	75	220	44,399	44,7	35,0	—	0,6	136	129,5	—	6,5	8	2,356	—
7032—0043		6	60	280	63,348	63,8	50,0	27		190	182	21,1	8,0	10	5,303	
7032—0044	2							32				27,5			5,358	3419
7032—0045															5,510	3421
7032—0046	1		75					—				—			5,524	—
7032—0047															6,282	
7032—0048	2		60	320				27		21,1					6,227	3419
7032—0049								32		27,5					6,375	3421
7032—0050	1		75					—		—					6,503	—

* Размеры для справок.

Примечания: 1. Рабочие конусы центров 60° и 75° исполнения *1* с конусом Морзе 6 допускается изготавливать наплавленным прутковым сормайтом по ГОСТ 21449—75*. Толщина наплавленного слоя не должна превышать 2,5 мм.

2. Шероховатость для центров повышенной точности (ПТ) должна быть $Ra \leqslant 0{,}32$ мкм.

3. Материал центров и полуцентров исполнения *1* — сталь У10, исполнения *2* — сталь 40Х. Материалы для пластин формы 34 по ГОСТ 2209—82 — твердые сплавы марок: ВК6, ВК15, ВК20, Т5К12 по ГОСТ 3882—74*.

4. Твердость центров и полуцентров исполнения *1*: рабочей части $HRC_э$ 58—62, хвостовика — $HRC_э$ 40—45; исполнения *2* — $HRC_э$ 40—45. Участок хвостовика на длине 15—20 мм от торца не закаливать.

5. Конусы хвостовиков — по СТ СЭВ 147—75.

6. Центровые отверстия — типа В по ГОСТ 14034—74*. Для центров и полуцентров повышенной точности допускается применение отверстия типа R, при этом разрешается шероховатость выдерживать по ленточке шириной 1 мм.

7. Допуск радиального биения поверхности рабочего конуса относительно конуса хвостовика: для центров и полуцентров нормальной точности — 0,01 мм; для центров и полуцентров повышенной точности — 0,005 мм. Биение проверять на расстоянии 5—8 мм от вершины рабочего конуса по его образующей.

Предельное отклонение угла рабочего конуса для центров и полуцентров нормальной точности +10′, повышенной +5′.

8. Степень точности для конусов хвостовиков центров и полуцентров нормальной точности — АТ7, повышенной точности — АТ6.

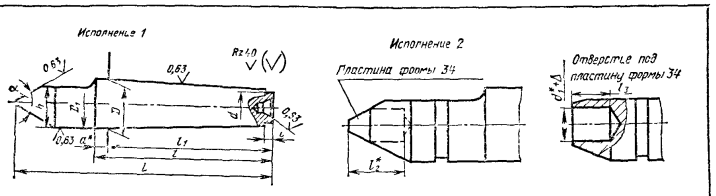
9. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий *H*14, валов *h*14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.

Пример условного обозначения упорного центра исполнения *1* нормальной точности с конусом Морзе 4 и $\alpha = 60°$: центр 7032—0029 Морзе 4 ГОСТ 13214—79.

То же, повышенной точности: центр 7032—0029 Морзе 4 ПТ ГОСТ 13214—79.

Пример условного обозначения упорного центра исполнения *2* повышенной точности с конусом Морзе 4 и пластиной формы 34 из сплава ВК6: центр 7032—0030 Морзе 4 ПТ ВК6 ГОСТ 13214—79.

2. Полуцентры упорные по ГОСТ 2576—79 (размеры, мм)



Обозначение полуцентров	Исполнение	Конус Морзе	α, °	L	D	D_1 (поле допуска h9)	d	d_1*	Δ (зазор под пайку)	l	l_1	l_2	l_3	a*	h	t	Масса, кг, не более	Номер пластины формы 34 по ГОСТ 2209—69**
										Не более								
7032—0071	1	0	60	70	9,045	9,2	5,5	5	0,3	53	50	12	7,8	3,0	7,8	3	0,025	—
7032—0072	2																0,027	3409
7032—0073	1	1		80	12,065	12,2	8,0	5		57	53,5	12	7,8	3,5	9,5	4	0,052	—
7032—0074	2																0,054	3409
7032—0075	1	2		100	17,780	18,0	13,0	7		69	64	14	8,0	5,0	13,5		0,123	—
7032—0076	2																0,126	3411
7032—0077	1	3		125	23,825	24,1	18,0	11		86	81	20	10,6		19,0	5	0,323	—
7032—0078	2																0,329	3413
7032—0079	1	4	75	160	31,267	31,6	24,0	14	0,6	109	102,5	22	10,0	6,5	26,0	7	0,833	—
7032—0080	2																0,844	3415
7032—0081	1		60					—				—	—				0,930	—
7032—0082			75					—				—	—				1,861	—
7032—0083	2	5	60	200	44,399	44,7	35,0	18		136	129,5	30	13,7		33,0	8	1,889	3417
7032—0084			75					—				—	—				2,016	—
7032—0085	1	6	60	280	63,348	63,8	50,0	22		190	182	40	21,1	8,0	46,0	10	4,997	—
7032—0086	2																5,058	3419
7032—0087	1		75					—				—	—				5,174	—

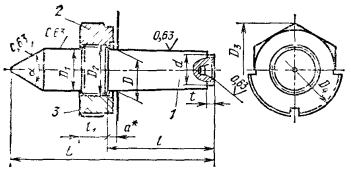
* Размеры для справок.

Примечание. См. примечание к табл. 1.

Пример условного обозначения полуцентра исполнения *1* нормальной точности с конусом Морзе 4 и α = 60°: полуцентр 7032—0079 Морзе 4 ГОСТ 2576—79.
То же, повышенной точности: полуцентр 7032—0079 Морзе 4 ПТ ГОСТ 2576—79.

Пример условного обозначения упорного полуцентра исполнения *2* повышенной точности с конусом Морзе 4 и пластиной формы 34 из сплава ВК6: полуцентр 7032—0080 Морзе 4 ПТ ВК6 ГОСТ 2576—79.

3. Центры упорные с отжимной гайкой по ГОСТ 2575—79 (размеры, мм)



1 — центр; *2* — гайка для центров с конусом Морзе; *3* — гайка для центров с метрическим конусом (нижняя часть проекции)

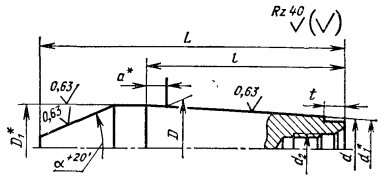
Обозначение центров	Исполнение	Конус Морзе (метрический)	α, °	L	D	D_1 (поле допуска h9)	D_2	$D_3 = D_4$	d	l	a*	t	Масса, кг, не более	Номер пластины формы 34 по ГОСТ 2209—69**
7032—0101	1	0	60	70	9,045	9,2	M12×1,5	21,9	5,5	45	3,0	3	0,041	—
7032—0102	2												0,042	3409
7032—0103	1	1		80	12,065	12,2	M16×1,5	27,7	8,0	50	3,5	4	0,080	—
7032—0104	2												0,082	3409
7032—0105	1	2		90	17,780	18,0	M20×1,5	34,6	13,0		5,0		0,106	—
7032—0106	2												0,109	3411
7032—0107	1	3		110	23,825	24,1	M27×1,5	47,3	18,0	58		5	0,254	—
7032—0108	2												0,258	3413
7032—0109	1	4	75	140	31,267	31,6	M36×1,5	63,5	24,0	75	6,5	7	1,031	—
7032—0110	2												1,089	3415
7032—0111	1	5	60	170	44,399	44,7	M48×1,5	80,9	35,0	89		8	1,145	—
7032—0112			75										2,092	
7032—0113	2		60										2,11.	3417
7032—0114			75										2,138	3419
7032—0115	1	6	60	220	63,348	63,8	M68×2	109,7	50,0	123	8,0	10	2,230	—
7032—0116			75										5,026	
7032—0117	2		60										5 0?9	3419
7032—0118			75										5,188	3421
7032—0119													5,932	
7032—0120	1	(80)	60	300	80	80,4	M85×2	120,0	65	165		12	10,09.	—
7032—0121			75										10,254	
7032—0122		(100)	60	340	100	100,5	M105×2	135,0	85	175	10,0	16	16,681	
7032—0123			75										17,544	
7032—0124		(120)	60	380	1.0	120,6	M125×2	160,0	100	195	12,0	20	27,722	
7032—0125			75										28.787	

* Размеры для справок.

Примечания: 1. См. примечание к табл. 1.
2. По согласованию с потребителем у центров исполнения *1* с метрическим конусом хвостовика вершину рабочего конуса допускается срезать для выполнения центрового отверстия.

Пример условного обозначения упорного центра с отжимной гайкой исполнения *1* нормальной точности с конусом Морзе 4 и α = 60°: центр 7032—0109 Морзе 4 ГОСТ 2575—79.
То же, повышенной точности: центр 7032—0109 Морзе 4 ПТ ГОСТ 2575—79.
Пример условного обозначения упорного центра с отжимной гайкой исполнения *2* повышенной точности с конусом Морзе 4 и пластиной формы 34 из сплава ВК6: центр 7032—0110 Морзе 4 ПТ ВК6 ГОСТ 2575—79.

4. Центры упорные с конусностью 1 : 10 и 1 : 7 по ГОСТ 18259—72* (размеры, мм)



Обозначения центров при α		Конусность	D		D_1^*	d	d_1	d_2	L при α		l	a*	t	Масса, кг, при α	
60°	75°		Номин.	Пред. откл.					60°	75°				60°	75°
7032—0171	7032—0089	1 : 10	80	+0,120	80,70	56	60,700	M20	290	275	200	7	8	8,44	8,37
7032—0172	7032—0090	1 : 7			81,00	48	52,428							7,39	7,15
7032—0173	7032—0091	1 : 10	90**	±0,140	90,70	64	68,700		320	300	220			11,10	10,65
7032—0174	7032—0092	1 : 7			91,00	55	59,571							10,26	9,85
7032—0175	7032—0093	1 : 10	100		100,70	72	76,700	M30	350	325	240		10	15,05	14,35
7032—0176	7032—0094	1 : 7			101,00	62	66,814							13,85	13,15
7032—0177	7032—0095	1 : 10	110**		111,00	80	85,000		380	355	260			19,85	19,17
7032—0178	7032—0096	1 : 7			111,43	69	74,258							18,10	17,35
7032—0179	7032—0097	1 : 10	120		121,00	88	93,000		410	385	280	10	12	24,85	22,95
7032—0180	7032—0098	1 : 7			121,43	76	81,428							23,15	22,25
7032—0181	7032—0099	1 : 10	140**		141,00	104	109,000		465	440	320			38,40	37,60
7032—0182	7032—0100	1 : 7			141,43	90	95,715							36,45	35,70
7032—0183	7032—0101	1 : 10	160	+0,160	161,50	120	125,500	M36	525	490	360	15	14	55,85	54,75
7032—0184	7032—0102	1 : 7			162,14	105	110,713							54,95	54,15
7032—0185	7032—0103	1 : 10	180**		181,50	136	141,500		585	550	400			81,50	79,30
7032—0186	7032—0104	1 : 7			182,14	120	124,995							74,50	72,90
7032—0187	7032—0105	1 : 10	200	+0,185	201,51	152	157,500		645	605	440		18	107,50	104,10
7032—0188	7032—0106	1 : 7			202,14	135	139,283							102,50	100,10

* Размеры для справок.
** Указанные центры изготавливают по заказу потребителя.

Примечания: 1. Материал центра — сталь У8 по ГОСТ 1435—74*. Допускается изготавливать центры с твердосплавными вставками в рабочем конусе. Материал вставок — твердый сплав марок ВК6, ВК8, ВК15, ТЗК10 по ГОСТ 3882—74*.

2. Рабочие конусы α допускается наплавлять прутковым сормайтом по ГОСТ 21449—75. Толщина наплавленного слоя — не более 3 мм.

3. Твердость рабочего конуса — $HRC_э$ 58—62, твердость хвостовика — $HRC_э$ 40—45.

4. Шероховатость поверхностей рабочего конуса и конуса хвостовика, не более: $Ra \leqslant 0{,}63$ мкм — для нормальной точности; $Ra \leqslant 0{,}32$ мкм — для повышенной точности.

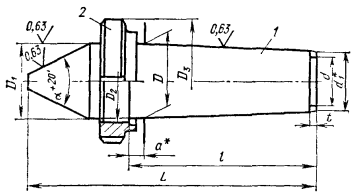
5. Допуск радиального биения поверхности рабочего конуса относительно конуса хвостовика: 0,01 мм — для центров нормальной точности; 0,005 мм — для центров повышенной точности.

6. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий $H14$, валов $h14$, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.

7. Наружный диаметр в средней части конуса хвостовика допускается занижать на глубину не более 0,5 мм. Длина заниженной части должна быть не более 1/3 длины образующей конуса.

Пример условного обозначения упорного центра нормальной точности диаметром $D = 80$ мм, конусностью 1 : 10 и углом $\alpha = 60°$: центр 7032—0171 ГОСТ 18259—72.
То же, повышенной точности: центр 7032—0171 П ГОСТ 18259—72.

5. Центры упорные с отжимной гайкой и конусностью 1 : 10 и 1 : 7 по ГОСТ 18260—72* (размеры, мм)



1 — центр; *2* — гайка

Обозначение центров при α		Конусность	D	D_1	D_2	a*	L при α		l	D_3	d	d_1^*	t	Масса, кг, при	
60°	75°						60°	75°						60°	75°
7032—0157	7032—0139	1 : 10	80	80,70	M85×2	7	300	285	200	120	56	60,700	8	9,66	9,55
7032—0158	7032—0140	1 : 7		81,00							48	52,428		8,57	8,37
7032—0159	7032—0141	1 : 10	90**	90,70	M95×2		335	315	220	130	64	68,700		12,62	12,22
7032—0161	7032—0142	1 : 7		91,00							55	59,571		10,82	11,42
7032—0162	7032—0143	1 : 10	100	100,70	M105×2		370	345	240	135	72	76,700	10	17,17	16,47
7032—0126	7032—0144	1 : 7		101,00							67	66,714		15,97	15,27
7032—0127	7032—0145	1 : 10	110**	111,00	M120×2		405	380	260	160	80	85,000		22,91	23,51
7032—0128	7032—0146	1 : 7		111,43							69	74,258		21,81	21,11
7032—0129	7032—0147	1 : 10	120	121,00	M125×2	10	440	415	280		88	93,000	12	28,60	28,10
7032—0130	7032—0148	1 : 7		121,43							76	81,428		27,20	26,10
7032—0131	7032—0149	1 : 10	140**	141,00	M150×2		500	475	320	200	104	109,000		45,92	45,12
7032—0132	7032—0150	1 : 7		141,43							90	95,715		43,95	42,35
7032—0133	7032—0151	1 : 10	160	161,50	M180×3	15	565	535	360	220	120	125,500	14	67,15	66,05
7032—0134	7032—0152	1 : 7		162,14							105	110,713		65,25	66,55
7032—0135	7032—0153	1 : 10	180**	181,50	M200×3		630	695	400	250	136	141,500		97,00	95,50
7032—0136	7032—0154	1 : 7		182,14							120	124,995		91,15	90,10
7032—0137	7032—0155	1 : 10	200	201,51	M220×3		695	655	440	270	152	157,500	18	150,10	126,70
7032—0138	7032—0156	1 : 7		202,14							135	139,283		125,10	122,70

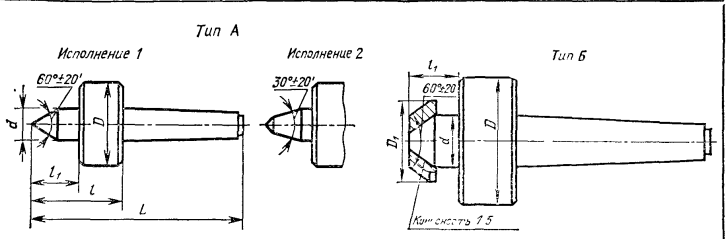
* Указанные размеры для справок.
** Указанные центры изготавливают по заказу потребителя.

Примечания: 1. См. примечание табл. 4.

2. Резьба метрическая с углом профиля 60°. Поле допуска резьбы 8*g* по ГОСТ 16093—81.

Примеры условного обозначения упорного центра с отжимной гайкой нормальной точности диаметром $D = 80$ мм, конусностью 1 : 10 и углом $\alpha = 60°$: центр 7032—0157 ГОСТ 18260—72*.
То же, повышенной точности: центр 7032—0157 П ГОСТ 18260—72*.

6. Центры станочные вращающиеся по ГОСТ 8742—75* (размеры, мм)



Конус Морзе	d	D	L	l	D_1	l_1
	Не более				Не менее	
2	22	56	160	90	56	24
3	25	63	180	94	63	26
4	28	71	210	101	71	30
5	32	80	240	104	80	34
4*	36	75	220	111	75	36
5*	40	90	250	114	90	45
6*	56	125	340	150	125	56

* Указаны номера конуса Морзе для центров усиленной серии, остальные — для нормальной серии.

Примечания: 1. Центровой валик центров типа A на длине l_1 должен иметь твердость не менее $HRC_э$ 58.

2. Насадка центров типа $Б$ должна иметь твердость по наружному конусу не менее $HRC_э$ 58.

3. Твердость посадочной конической поверхности центрового валика центров типа $Б$ должна быть не менее $HRC_э$ 50.

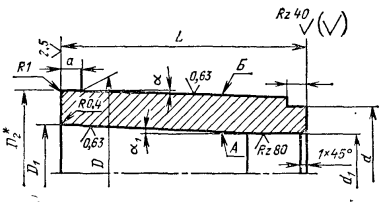
4. Твердость конуса Морзе хвостовика должна быть не менее $HRC_э$ 45.

5. Конусы Морзе — по ГОСТ 2847—67.

6. Допуск радиального биения центрового валика центра не должен быть более: для нормальной серии 0,012 мм; для нормальной серии повышенной точности — 0,006 мм; для усиленной серии — 0,016 мм.

7. При вращении корпуса центра относительно неподвижного центрового валика допуск радиального биения хвостовика не должен быть более: для нормальной серии 0,030 мм; для нормальной серии повышенной точности — 0,016 мм; для усиленной серии — 0,40 мм.

7. Втулки переходные для центров по ГОСТ 18258—72* (размеры, мм)



Обозначение втулок	Наружный конус: Конус наружный Морзе (метрический)	Конус внутренний Морзе	D	D^*_{h12}	d (поле допуска $h12$)	a	t	α	Внутренний конус: D_1	d_1 (поле допуска $H12$)	α_1	L	Масса 10 шт., кг
6101—0121	1	0	12,065	12,240	8	3,5	3	1°25′43″	9,045	7,2	1°29′27″	45	0,15
6101—0122	2		17,78	18,030	13	5,0	4	1°25′50″					0,60
6101—0123		1							12,065	10,2	1°25′43″		0,42
6101—0124	3		23,825	24,076	18			1°26′16″				56	1,27
6101—0125		2							17,780	15,0	1°25′50″	65	0,88
6101—0126	4	1	31,267	31,605	24	6,5	5	1°29′16″	12,065	9,7	1°25′43″	70	3,25
6101—0127		2							17,780	15,0	1°25′50″		2,98
6101—0128		3							23,825	20,5	1°26′16″	75	1,75
6101—0129	5	2	44,399	44,741	35		6	1°30′26″	17,780	15,0	1°25′50″	85	7,81
6101—0130		3							23,825	20,5	1°26′16″	95	7,56
6101—0131		4							31,267	26,5	1°29′16″	100	5,49
6101—0132	6	3	63,348	63,760	52	8,0	7	1°29′36″	23,325	20,5	1°26′16″	110	21,67
6101—0133		4							31,267	26,5	1°29′16″		19,15
6101—0134		5							44,399	38,5	1°30′26″	130	16,62
6102—0111	(80)		80,000	80,400	65		8		44,399	38,5	1°30′26″	135	33,03
6102—0112								1°25′55″					21,08
6102—0113	(100)	6	100,000	100,500	85	10,0	10		63,348	55,0	1°29′36″	150	51,14
6102—0114	(120)		120,000	120,600	100	12,0	11					170	101,78

* Размер для справок.

Примечания: 1. Материал — сталь 40Х. Допускается замена на сталь других марок с механическими свойствами не ниже, чем у стали 40Х.

2. $HRC_э$ 46—51.

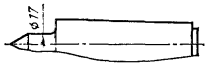
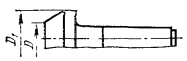
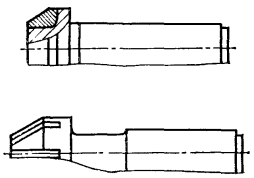
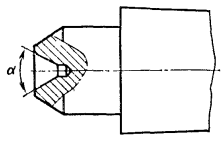
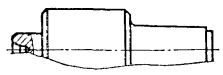
3. Степень точности внутренних конусов $AT7$, наружных — $AT6$.

4. Допуск радиального биения поверхности $Б$ относительно поверхности A для втулок с наружным конусом Морзе не более 0,005 мм, с наружным конусом метрическим — не более 0,01 мм.

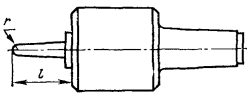
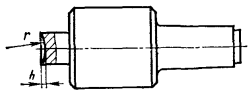
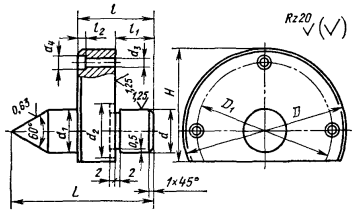
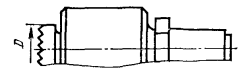
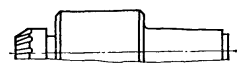
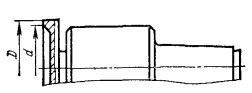
Пример условного обозначения переходной втулки с наружным конусом Морзе 1 и внутренним конусом Морзе 0: втулка 6101—0121 ГОСТ 18258—72.

То же, с наружным метрическим конусом диаметром 80 мм и внутренним конусом Морзе 5: втулка 6102—0111 ГОСТ 18258—72.

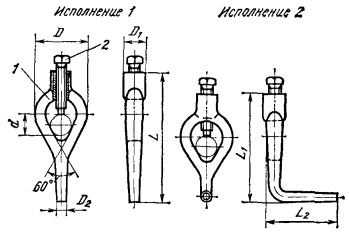
8. Центры разные

Эскиз	Наименование, область применения, основные размеры
	Упорный, для удобного подвода инструмента к торцу заготовки малого диаметра
	Упорный, для обработки заготовок с большим диаметром центрового отверстия или пустотелых заготовок; $D \leqslant 88$ мм, $D_1 \leqslant 108$ мм
	Упорный с отжимной гайкой. При большом вылете консоли l (до 100—160 мм) достигается повышение жесткости за счет наращивания диаметральных размеров
	Упорный с отжимной гайкой под центровое отверстие с углом 90°
	Упорные с твердосплавным коническим кольцом или с набором твердосплавных пластин
	Упорный обратный, для установки заготовок диаметром менее 4 мм с наружным центром или коническими фасками под углом α
	Вращающийся обратный

Продолжение табл. 8

Эскиз	Наименование, область применения, основные размеры
	Вращающийся, для упора в плоское дно заготовки типа стакан; $r \leqslant 6{,}5$ мм, $l \leqslant 90$ мм
	Вращающийся, для установки заготовки вала по сферическому торцу; $h = 0{,}7$ мм, $r \leqslant 150$ мм
	Упорный к резьбо-фрезерному станку; $D = 36 \div 70$, $L = 38 \div 100$, $H = 25 \div 48$, $d_1 = 14 \div 30$, $D_1 = 23 \div 52$, $d = 12{,}2 \div 21{,}2$ (пред. откл. $+0{,}006 \div +0{,}007$), $l = 13 \div 32$, $l_1 = 6 \div 20$, $l_2 = 3{,}5 \div 8$, $d_2 = 28 \div 40$, $d_3 = 7$ и 9. $d_4 = 10{,}5$ и 13,5. Материал — сталь У10; $HRC_э$ 63—65
	Вращающийся с отжимной гайкой и торцовым поводком, $D = 60 \div 148$ мм
	Вращающийся рифленый поводковый
	Вращающийся, для установки по окончательно обработанному торцу большого диаметра; $D \leqslant 110$ мм, $d \leqslant 102$ мм

9. Хомутики поводковые для токарных и фрезерных работ по ГОСТ 2578—70* (размеры, мм)



1 — корпус; *2* — винт

Обозначение хомутиков	Исполнение	Диаметр зажимаемого изделия d		D	D_1	D_2	L	L_1	L_2	Масса, кг, не более
		min	max							
7107—0031	*1*	5	11	28	14	8	95	—	—	0,08
7107—0032	*2*						—	90	70	0,10
7107—0033	*1*	11	18	36	16		115	—	—	0,17
7107—0034	*2*						—	100	75	0,22
7107—0035	*1*	18	25	50	20	10	135	—	—	0,32
7107—0036	*2*						—	115	80	0,37
7107—0037	*1*	25	36	65	24	12	155	—	—	0,54
7107—0038	*2*						—	130	85	0,56
7107—0039	*1*	36	50	85	30	14	180	—	—	0,76
7107—0040	*2*						—	145	90	0,93
7107—0041	*1*	50	65	100		16	205	—	—	0,98
7107—0042	*2*						—	165	95	1,08
7107—0043	*1*	65	80	120	35	18	230	—	—	1,54
7107—0044	*2*						—	195	100	1,82
7107—0045	*1*	80	100	150		22	260	—	—	2,12
7107—0046	*2*						—	240	105	2,62
7107—0047	*1*	100	125	180		25	270	—	—	2,70
7107—0048	*2*						—	270	120	3,15

Примечания: 1. Исполнение *1* — для поводковых планшайб с пальцем; *2* — для поводковых планшайб с прорезями.

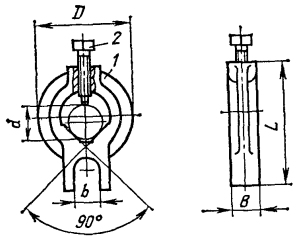
2. Материал хомутика — сталь 45Л; $HRC_э$ 30—35.

3. Резьба метрическая — общего назначения с треугольным профилем. Предельные отклонения резьбы *7H*.

4. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий *H*14, валов *h*14, остальных — $\pm\frac{IT14}{2}$.

Пример условного обозначения поводкового хомутика для зажимных изделий диаметром 5—11 мм: хомутик 7107—0031 ГОСТ 2578—70*.

10. Хомутики поводковые для шлифовальных работ по ГОСТ 16488—70* (размеры, мм)



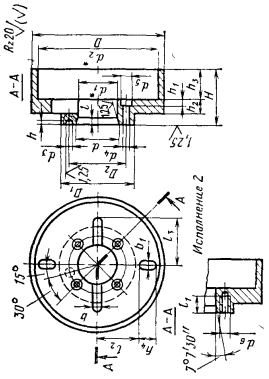
1 — корпус; *2* — винт

Обозначения хомутиков	Диаметр зажимаемого изделия		D	L	B	b	Масса, кг, не более
	min	max					
7107—0061	5	10	26	40	10	12	0,02
7107—0062	10	15	30	50			0,03
7107—0063	15	20	45	60	13		0,07
7107—0064	20	25	50	67			0,09
7107—0065	25	32	56	71	16		0,13
7107—0066	32	40	67	90			0,15
7107—0067	40	50	80	100	20	16	0,23
7107—0068	50	60	95	110			0,36
7107—0069	60	70	105	125			0,38
7107—0070	70	80	115	140			0,43
7107—0071	80	90	125	150			0,48
7107—0072	90	100	135	160			0,52
7107—0073	100	110	150	165			0,56
7107—0074	110	125	170	190			0,61

Примечание. См. примечание к табл. 9, п. 2—4.

Пример условного обозначения поводкового хомутика для зажимаемых изделий диаметром 5—10 мм: хомутик 7107—0061 ГОСТ 16488—70*.

11. Патроны токарные поводковые по ГОСТ 2571—71* (размеры, мм)



Обозначение патронов	Исполнение	D	D_1	D_2 (пред. откл. ±0,15)	d Номинал.	d Пред. откл.	d_1^*	d_2^*	d_3 (пред. откл. +0,10)	d_4	d_5	d_6	l	l_1	l_2	l_3	H	h	h_1	h_2	h_3	h_4	$b=b_1$	Масса, кг, не более
7108—0021	1	200	108	82,60	63,513	+0,003 −0,005	61,00	188	14,70	11	17	M10	10	20	60	80	100	6,5	11	28	55	25	21	12
7108—0022	2		112							—	—	—	—						—		—	—		—
7108—0023	1	250	133	104,80	82,563	+0,004 −0,006	79,6	236	16,30	11	17	M10	12		75	100	112		11		65	35		18
7108—0024	2		135							—	—	—	—						—		—	—		—
7108—0025	1	315	165	133,40	106,375	+0,004 −0,006	103,2	298	19,45	13	20	M12	13	22	90	120	125		13	35	70	45	28	30
7108—0026	2		170							—	—	—	—						—		—	—		—
7108—0027	1	400	210	171,40	139,719	+0,004 −0,008	136,2	380	24,20	17	26	M16	14	26	115	140	145	8,0	17		85	70		45
7108—0028	2		220							—	—	—	—						—		—	—		—
7108—0029	1	500	280	235,00	196,869	+0,004 −0,010	192,9	475	23,40	22	32	M20	16	32	155	180	165	10,0	21	42	100	80	35	60
7108—0030	2		290							—	—	—	—						—		—	—		—

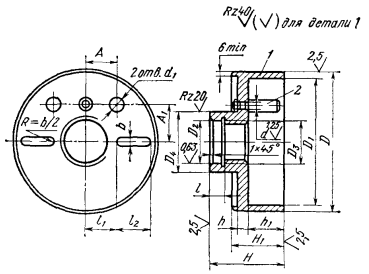
* Размеры для справок.

Примечания: 1. Число гладких отверстий d_2 или резьбовых отверстий d_6 и их расположение должны соответствовать расположению крепежных отверстий по ГОСТ 12595—72, ГОСТ 12595—72.

2. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий $H14$, валов $h14$, остальные — $\pm\frac{IT14}{2}$.

Пример условного обозначения поводкового токарного патрона диаметром D=200мм исполнения 1: патрон 7108—0021 ГОСТ 2571—71*.
То же, диаметром D = 200 мм исполнения 2: патрон 7108—0022 ГОСТ 2571—71.

12. Патроны поводковые для резьбовых концов шпинделей по ГОСТ 2572—72* (размеры, мм)



1 — корпус; *2* — палец поводковый

Обозначение патронов	D	D_1	D_2 (поле допуска $H6$)	D_3	D_4	d (поле допуска $H7$)	d_1	H	H_1	b	h	h_1	l	l_1	l_2	A	A_1	Масса, кг
7108—0051	160	148	35	M33	60	12	21	90	72	15	14	50	11	32	40	40	40	8
7108—0052			40	M39				95					14					
7108—0053	200	188	48	M45	85	16	27	105	82	18	16	55	13	45	45	55	55	12
7108—0054			55	M52				110					12					
7108—0055	250	236	62	M60	110	18	34	135	100		20	65	16	58	55	70	70	18
7108—0056			70	M68				145					15					
7108—0057	315	298	78	M76	135	22	36	150	110		25	70	30	72	70		88	30
7108—0058			92	M90				165					35					
7108—0059	400	380	110	M105	170	25	45	210	150	28	32	100	40	85	95	90	108	
7108—0060			125	M120				225					45					
7108—0061			140	M135	215	30	46	235	162	35	42		50	115	70		130	45
7108—0062			155	M150				265					55					

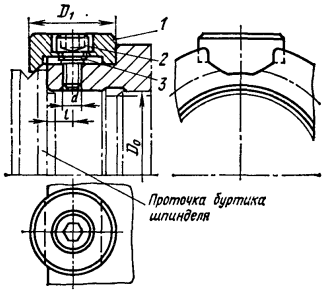
Примечания: 1. Технические требования по ГОСТ 1654—71

2. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий $H14$; валов $h14$; остальных $\pm\frac{IT14}{2}$.

3. Материал корпуса *1* — чугун Сч 32.

Пример условного обозначения патрона диаметром D = 160 мм с резьбой D_3 = М33: патрон 7108—0051 ГОСТ 2572—72*.

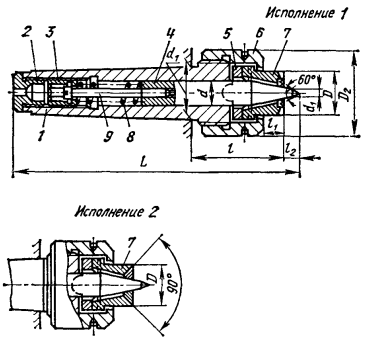
13. Крепление поводковых патронов на шпинделе станка по ГОСТ 2572—72* (размеры, мм)



1 — шайба предохранительная специальная; *2* — винт специальный; *3* — кольцо пружинное специальное

Диаметры патронов D	Диаметр резьбы на шпинделе D_0	D_1	d	l
160	М33 — М39	25	М6	6
200	М45 — М52	30	М8	8
250	М60 — М68	35	М10	10
315	М76 — М90	45		14
400	М105 — М120	55	М12	17
	М135 — М150	65	М16	22

14. Центры поводковые зубчатые типа А по ГОСТ 18257—72* (размеры, мм)



1 — корпус; *2* — пробка; *3* — гайка установочная; *4* — центр; *5* — шайба; *6* — гайка; *7* — поводок; *8* — пружина; *9* — винт

Продолжение табл. 14

Обозначения центров	Конус Морзе	D	D_1	D_2	d	d_1	L	l	l_1	l_2	Диаметр устанавливаемых заготовок max	Диаметр устанавливаемых заготовок min	Наибольший передаваемый крутящий момент $M_к$ (Н · м) при усилии поджатия пиноли 5582Н (1961Н)	Масса, кг
7162—0051		11										12	(8,8)	0,524
7162—0052	3	13	23,825	40	12	5,0	136	45,0	10,0	6	—	14	(9,8)	0,528
7162—0053		17										18	(11,8)	0,535
7162—0054		21										22	(13,7)	0,544
7162—0055		17										18	41,2	1,098
7162—0056	4	21	31,267	53	15	7,5	173	56,5	11,0	9	—	22	47,1	1,109
7162—0057		26										27	53,9	1,122
7162—0058		34										35	65,7	1,153
7162—0059		21										22	51,0	2,694
7162—0060		26										27	58,8	2,714
7162—0061	5	34	44,399	71	20	10,5	212	64,5	13,0	12	—	35	70,6	2,742
7162—0062		42										43	82,3	2,789
7162—0063		53										54	98,0	2,854
7162—0064		26										27	65,7	6,788
7162—0065		34										35	77,4	6,824
7162—0066	6	42	63,348	98	25	15,5	290	83,0	15,5	17	—	43	89,2	6,880
7162—0067		53										54	101,0	6,941
7162—0068		63										64	118,6	7,055
7162—0069		75										76	138,2	7,188
7162—0081*	3	21	23,825	40	12	5,0	136	48,0	13,0	3	14	10	(13,7)	0,499
7162—0082*	4	34	31,267	53	15	7,5	173	61,5	16,0	4	24	14	73,5	1,175
7162—0085*	5	53	44,399	71	20	10,5	212	69,5	18,0	7	40	24	120,6	2,952

* Отмеченные центры изготавливают исполнения *2*, остальные — исполнения *1*.

Примечания: 1. Исполнения: *1* — прямые, *2* — обратные.

2. Материал корпуса *1* — сталь 40Х, $HRC_э$ 41—46,5; пробки *2* и гайки установочной *3* — сталь 45, $HRC_э$ 36,5—41,5; центра *4* — сталь У8А, $HRC_э$ 41,5—46,5; гайки *6* — сталь 45, $HRC_э$ 32—36,5; поводка *7* — сталь Х, $HRC_э$ 57—61. Число остроконечных зубьев поводка 12—30. Пружина изготовлена из проволоки 11 — *d* по ГОСТ 9389—75.

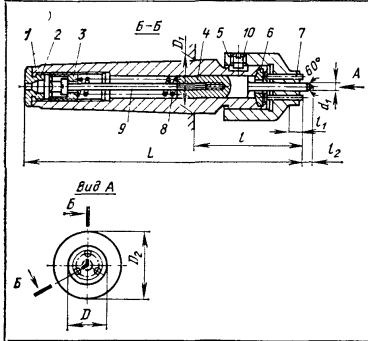
3. Допуск радиального биения поверхности конуса 60° относительно поверхности конуса Морзе не более 0,02 мм.

4. Предельные отклонения конусов Морзе — *AT6*.

5. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий *H14*; валов *h14*, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.

Пример условного обозначения поводкового центра типа А, исполнения *1*, с конусом Морзе 3 и диаметром D = 11 мм. центр 7162—0051 ГОСТ 18257—72*.

15. Центры поводковые штырьковые типа Б по ГОСТ 18257—72* (размеры, мм)

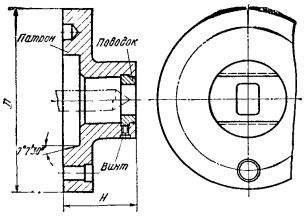


Обозначения центров	Конус Морзе	D	D_1	D_2	d	d_1	L	l	l_1	l_2	Наибольший передаваемый крутящий момент $M_к$ (Н · м) при усилии поджатия пиноли 5882 Н	Масса, кг
7162—0091	4	10	31,267	42	14	3	176	68	8	4	19,1	0,954
7162—0092		14				5				8	27,9	0,956
7162—0093		20				8			10	10	41,2	0,975
7162—0094		28				9			11	12	52,9	1,024
7162—0095	5	40	44,399	63	20	16	232	98	12	15	88,2	2,809
7162—0096		55							13		160,0	3,047

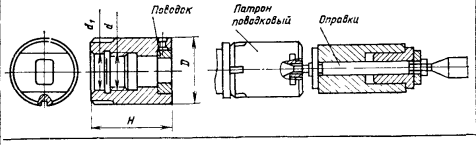
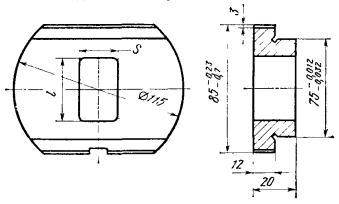
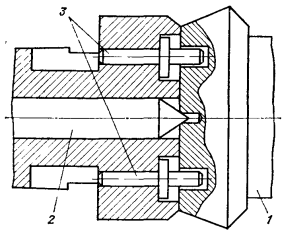
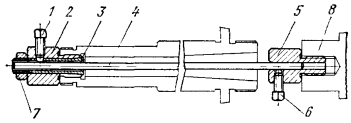
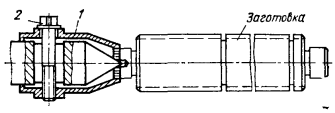
Примечания: 1. Материал корпуса *1* — сталь 40Х, $HRC_э$ 41,5—46,5; пробки *2* и гайки установочной *3* — сталь 45. $HRC_э$ 36,5—41,5; центра *4* — сталь У8А, $HRC_э$ 41,5—46,5 и для поверхности конуса 60°, $HRC_э$ 59—63; колпачка *5* — сталь 40Х, $HRC_э$ 41,5—46,5; шайбы сферической *6* — сталь Х, $HRC_э$ 57—61; штыря *7* с тремя острыми кромками — сталь У8А, $HRC_э$ 57—61.

2. См. примечание к табл. 14, п. 3—5.

16. Поводковые устройства разные

Наименование, эскиз	Размеры (мм), примечания
Патронный поводковый фланцевый для центровых оправок 	D = 160, 200 и 250; $H = 45 \div 85$

Продолжение табл. 16

Наименование, эскиз	Размеры (мм), примечания
Патрон поводковый резьбовой для центровых оправок 	$D = 60 \div 100$; $H = 75 \div 140$; d = М33 ÷ М68; d_1 (поле допуска $H6$) = 35—70
Поводки к поводковым патронам для центровых оправок 	$s = 14 \div 36$, $l = 26 \div 50$
Поводковый плавающий центр 	Заготовка *1* устанавливается на передний плавающий центр *2* и поджимается задним центром (задний центр не показан). Поводки *3* заходят в отверстия заготовки
Поводок для вращения заготовки с резьбовым отверстием 	Пробка *2* установлена в отверстие заднего конца шпинделя с помощью цанги *3* и гайки *7*. Тремя винтами *1* в пробке *2* закреплен валик-поводок *4*, приводящий во вращение через три винта *6* пробку *5*, ввинченную в резьбовое отверстие заготовки *8*
Сборный пружинный поводок к шлицешлифовальному станку 	Состоящий из двух половин поводок *1* стягивается винтом *2*, одновременно зажимая заготовку и передний центр (задний центр не показан)

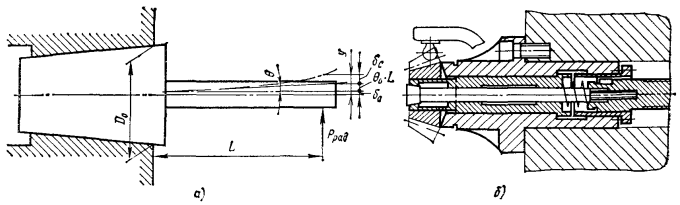


Рис. 2. Установка шпиндельных оправок на станке:
а — расчетная схема радиального перемещения; *б* — одновременная установка по коническому хвостовику и торцу

По способу установки на станок, определяемому конструкцией шпинделя, оправки подразделяют на центровые, фланцевые и консольные (шпиндельные).

Центровые оправки отличаются большой точностью, их обычно применяют при обработке сравнительно длинных заготовок. Центровые отверстия оправок изготовляют по форме Т, а для точных работ — по форме R (ГОСТ 14034—74*), см. т. I, с. 27. В процессе резания происходит смещение центровой оправки вместе с заготовкой в радиальном и продольном направлениях, что снижает точность обработки (см. т. 1, с. 532).

Фланцевые и шпиндельные оправки обычно применяют при обработке коротких заготовок, они имеют невысокую жесткость из-за консольного расположения на шпинделе (жесткость можно повысить при дополнительном креплении задним центром станка). Оправки оснащают механизированным (предпочтительно) или немеханизированным приводом, причем осевое усилие на штоке должно быть направлено к шпинделю станка, что повышает жесткость системы. Хвостовик шпиндельной оправки должен быть надежно затянут в шпиндель с помощью резьбового шомпола. Под действием радиальной составляющей силы резания консольная оправка с заготовкой получает радиальное смещение y, снижающее точность обработки (рис. 2, *а*),

$$y = \delta_c + \delta_0 + \theta_0 L,$$

где $\delta_c = \dfrac{10^3 P_{рад} L^3}{3EJ}$ — собственное перемещение оправки с заготовкой на длине консоли L; $P_{рад}$ — радиальная составляющая силы резания; L — вылет консоли; E — модуль упругости материала оправки; $J = \dfrac{\pi D_0^4}{64}$ — момент инерции хвостовика оправки в начале соединения с расточкой шпинделя; D_0 — диаметр хвостовика оправки в начале соединения с расточкой шпинделя; $\delta_0 = \dfrac{2P_{рад}\beta k}{B}(\beta L z_1 + z_2)$ — радиальное перемещение вследствие контактных деформаций соединения «хвостовик оправки — расточка шпинделя»; k — коэффициент контактной податливости (при хорошем прилегании хвостовика оправки к расточке шпинделя $k = 0{,}1 \div 0{,}15$; при плохом — $k = 0{,}8 \div 1{,}0$, в среднем $k = 0{,}25 \div 0{,}3$); $B = 0{,}5\pi D_0$ — приведенная ширина соединения «хвостовик оправки — расточка шпинделя»; $\beta = \sqrt[4]{\dfrac{B \cdot 10^3}{4EJk}}$ — показатель жесткости соединения «хвостовик оправки — расточка шпинделя»; $\theta_0 = \dfrac{2P_{рад}\beta^2 k}{B}(2\beta L z_3 + z_4)$ — угловое перемещение вследствие контактных деформаций соединения «хвостовик оправки — расточка шпинделя».

Коэффициенты $z_1 - z_4$ см. табл. 17,

17. Безразмерные коэффициенты z_1, z_2, z_3, z_4 для учета изменения диаметра хвостовика оправки

Коэффициент	Конус Морзе				
	2	3	4	5	6
z_1	1,23	1,1	1,06	1,05	1,0
z_2	1,2	1,08	1,04	1,03	
z_3	1,02	1,015	1,01	1,0	
z_4	1,23	1,1	1,06	1,05	

В качестве примера в табл. 18 указано поперечное перемещение y и его составляющие при обработке заготовки, установленной на шпиндельной оправке, хвостовик которой длиной 73 мм имеет конус Морзе 3 при различных относительных вылетах L/D_0 и качестве соединения «хвостовик оправки — расточка шпинделя». Принято: $P_{рад} = 100$ Н; $E = 2{,}1 \cdot 10^3$ МПа; $D_0 = 30$ мм.

При малых вылетах L/D_0, характерных для шпиндельных оправок, точность обработки определяется контактными перемещениями $\theta_0 L + \delta_0$, величина которых определяется качеством прилегания хвостовика оправки к расточке шпинделя. Для хорошего прилегания необходимо обеспечить небольшие отклонения формы хвостовика и конической расточки шпинделя; изготовить хвостовик оправки с углом конуса, равным или на 1′ больше, чем у расточки шпинделя; притирать хвостовик оправки по расточке шпинделя; создавать в соединении «хвостовик оправки — расточка шпинделя» давление порядка 7—10 МПа, что имеет особое значение при некачественном изготовлении хвостовика и при износе поверхностей соединения.

В ответственных случаях шпиндельную оправку следует устанавливать в шпиндель станка одновременно по коническому хвостовику и тщательно обработанному торцу (рис. 2, *б*).

Фланцевыми оправками оснащают станки, передние концы шпинделей

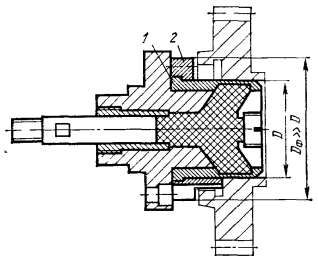


Рис. 3. Фланцевая гидропластмассовая оправка:
1 — гильза из рессорно-пружинной стали; *2* — переходное крепежное кольцо из обычной стали; $D_ф$ — диаметр фланца

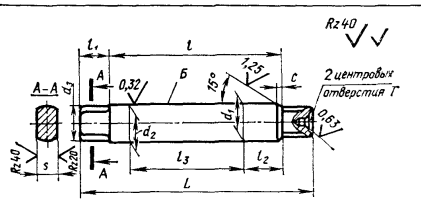
которых могут быть резьбовыми (ГОСТ 16868—71*), фланцевыми с направляющим конусом, фланцевыми под поворотную шайбу. Если диаметр фланца оправки много больше диаметра ее рабочей шейки, применяют нестандартные фланцы (рис. 3). Резьбовые концы оправок подвергают термической обработке до $HRC_э$ 36,5—41,5.

Для точных работ на токарных, шлифовальных и других металлорежущих станках применяют оправки центровые конические (табл. 19) и цилиндрические (табл. 20). Также находят применение оправки цилиндрические ступенчатые центровые.

18. Поперечное перемещение y и его составляющие (% от y)

L, мм	L/D_0	Качество прилегания хвостовика оправки к расточке шпинделя							
		хорошее ($K = 0{,}125$ мкм/МПа)				плохое ($K = 0{,}9$ мкм/МПа)			
		y, мкм	δ_c	δ_0	$Q_0 L$	y, мкм	δ_c	δ_0	$Q_0 L$
30	1	0,43 (100 %)	25	19	56	0,93 (100 %)	12	35	55
60	2	1,9 (100 %)	46	7	47	2,9 (100 %)	30	16	54
90	3	4,9 (100 %)	59	4	37	6,8 (100 %)	43	9	48

19. Оправки центровые конические (размеры, мм)



Обозначение комплекта оправок	№ оправок	d*	L	d_1 | d_2 Поле допуска J_s6	d_3	l	l_1	l_2	l_3	§*** (поле допуска d11)	c	Масса, кг
7110–0361	1	3,0	52	2,997 | 3,010 3,007 | 3,020	2,8	38	7	5	23,5	2,2	0,3	0,003
7110–0362	2	3,2		3,196 | 3,213 3,203 | 3,225	3,0	51			35,0 32,0	2,4		0,004
7110–0363	1	3,6	65	3,596 | 3,613 3,609 | 3,625	3,2			6	35,0 32,0	2,5	0,6	0,005
7110–0364	2	4,0		3,996 | 4,013 4,009 | 4,025	3,6				35,0 32,0	3,0		0,006
7110–0365	1	4,5		4,496 | 4,513 4,503 | 4,525	4,0				35,0 32,0	3,2		0,008
7110–0366	1	5,0	75	4,996 | 5,013 5,009 | 5,025	4,5	55	8		35,0 32,0	3,6	1,0	0,011
7110–0367	2	5,6		5,596 | 5,613 5,609 | 5,625	5,0				35,0 32,0	4,0		0,014
7110–0368	1	6,3	85	6,295 | 6,316 6,311 | 6,330	5,6	65	10	9	42,0 38,0	4,5		0,018
7110–0369	1	7,1		7,095 | 7,116 7,111 | 7,130	6,3			12	42,0 38,0	5,0		0,025
7110–0370	1	8,0		7,995 | 8,016 8,011 | 8,030	7,1				42,0 38,0	6,0		0,032
7110–0371	1	9,0	95	8,995 | 9,016 9,011 | 9,030	8,0	72	12	15	42,0 38,0			0,045
7110–0372	2	10,0		9,995 | 10,016 10,011 | 10,030	9,0				42,0 38,0	7,0	1,6	0,054
7110–0373	1	11,0	105	10,994 | 11,019 11,013 | 11,035	10,0	78	14	18	50,0 44,0	8,0		0,072
7110–0374	2	12,0		11,994 | 12,019 12,013 | 12,035	11,0				50,0 44,0			0,085
7110–0375	1	13,0		12,994 | 13,019 13,013 | 13,035				20	50,0 44,0		2,5	0,097

Продолжение табл. 19

Обозначение комплекта оправок	№ оправок	d*	L	d_1 | d_2 Поле допуска J_s6	d_3	l	l_1	l_2	l_3	§*** (поле допуска d11)	c	Масса, кг
7110–0376	1	14,0	105	13,994 | 14,019 14,013 | 14,035	12,0	78	14	20	50,0 44,0			0,113
7110–0377	2	15,0		14,994 | 15,019 15,013 | 15,035	13,0			24	50,0 44,0			0,156
7110–0378	1	16,0	125	15,994 | 16,019 16,013 | 16,035	14,0	93	16		50,0 44,0	10	2,5	0,177
7110–0379	2	17,0		16,994 | 17,019 17,013 | 17,035	15,0			26	50,0 44,0			0,198
7110–0380	1	18,0		17,994 | 18,019 18,013 | 18,035	16,0				50,0 44,0			0,223
7110–0381	2	19,0	165	18,993 | 19,023 19,016 | 19,045		130	18	30	75,0 72,0			0,331
7110–0382	1	20,0		19,993 | 20,023 20,016 | 20,045	17,0				75,0 72,0			0,377
7110–0383	2	21,0		20,993 | 21,023 21,016 | 21,045	18,0			32	75,0 72,0	14,0		0,415
7110–0384	1	22,0		21,993 | 22,023 22,016 | 22,045	19,0				75,0 72,0			0,455
7110–0385	2	24,0	170	23,993 | 24,023 24,016 | 24,045	20,0	135		36	75,0 72,0	17,0	4,0	0,558
7110–0386	1	25,0		24,993 | 25,023 25,016 | 25,045	22,0			38	75,0 72,0			0,613
7100–0387	2	26,0		25,993 | 26,023 26,016 | 26,045					75,0 72,0			0,656
7110–0388	1	28,0	185	27,993 | 28,023 28,016 | 28,045	25	140	22	42	75,0 72,0	20		0,829
7110–0389	2	30,0		29,993 | 30,023 30,016 | 30,045					75,0 72,0			0,929
7110–0390	1	32,0	215	31,992 | 32,027 32,018 | 32,050	28,0	170		48	87,0 80,0		6,0	1,247
7110–0391	2	34,0		33,992 | 34,027 34,018 | 34,050					87,0 80,0			1,386
7110–0392	1	36,0	230	35,992 | 36,027 36,018 | 36,050	32,0	180	25	55	87,0 80,0	24,0		1,713

Продолжение табл. 19

Обозначение комплекта оправок	№ оправок	d*	L	d_1 | d_2 Поле допуска J_s6		d_3	l	l_1	l_2	l_3	s*** (поле допуска d11)	c	Масса, кг
7110—0393	1	38,0	230	37,992	38,027	32,0	180	25	55	87,0	24,0		1,874
	2			38,018	38,050					80,0			
7110—0394	1	40,0	240	39,992	40,027	36,0	185	28	60	87,0	28,0	6,0	2,218
	2			40,018	40,050					80,0			
7110—0395	1	42,0		41,992	42,027					87,0			2,405
	2			42,018	42,050					80,0			
7110—0396	1	45,0	265	44,992	45,027	40,0	200	32	72	87,0	32		3,063
	2			45,018	45,050					80,0			
7110—0397	1	48		47,992	48,027					87,0			3,407
	2			48,018	48,050					80,0			
7110—0398	1	50,0		49,992	50,027					87,0			3,649
	2			50,018	50,050					80,0			
7110—0399	1	52,0**	310	51,990	52,030	45,0	238	36	80	100,0	36	8,0	4,774
	2			52,020	52,060								
7110—0400	1	53,0		52,990	53,030								4,929
	2			53,020	53,060								
7110—0401	1	55,0**		54,990	55,030								5,246
	2			55,020	55,060								
7110—0402	1	56,0	315	55,990	56,030		242		85				5,486
	2			56,020	56,060								
7110—0403	1	58,0		57,990	58,030								5,826
	2			58,020	58,060								
7110—0404	1	60,0		59,990	60,030								6,178
	2			60,020	60,060								
7110—0405	1	63,0	350	62,990	63,030	50,0	270	40	98	118	42		7,750
	2			63,020	63,060								
7110—0406	1	65,0**		64,990	65,030								8,175
	2			65,020	65,060								
7110—0407	1	67,0		66,990	67,030								8,615
	2			67,020	67,060								
7110—0408	1	70,0**	360	69,990	70,030		280		105				10,144
	2			70,020	70,060								
7110—0409	1	71,0		70,990	71,030								10,387
	2			71,020	71,060								

Продолжение табл. 19

Обозначение комплекта оправок	№ оправок	d*	L	d_1 | d_2 Поле допуска J_s6		d_3	l	l_1	l_2	l_3	s*** (поле допуска d11)	c	Масса, кг
7110—0410	1	75,0	380	74,990	75,030	60,0	290	45	115	118	52	10,0	12,145
	2			75,020	75,060								
7110—0411	1	78,0**		77,990	78,030								12,975
	2			78,020	78,060								
7110—0412	1	80,0		79,990	80,030								13,530
	2			80,020	80,060								
7110—0413	1	82,0 **	405	81,988	82,035								14,730
	2			82,023	82,070								
7110—0414	1	85,0		84,988	85,035								15,675
	2			85,023	85,070								
7110—0415	1	88,0 **		87,988	88,035								16,650
	2			88,023	88,070								
7110—0416	1	90,0		89,988	90,035								17,320
	2			90,023	90,070								
7110—0417	1	92,0**	435	91,988	92,035	70,0	325	55	150		60		20,700
	2			92,023	92,070								
7110—0418	1	95,0		94,988	95,035								20,980
	2			95,023	95,070								
7110—0419	1	98,0**		97,988	98,035								22,150
	2			98,023	98,070								
7110—0420	1	100,0		99,988	100,035								23,560
	2			100,023	100,070								

* Номинальный диаметр отверстия обрабатываемой детали.

** Оправки указанных размеров применять в технически обоснованных случаях.

*** Оправки для обработки деталей с номинальным диаметром отверстия до 5,6 мм допускается изготавливать без плоскостей под поводковый патрон.

Примечания: 1. Предназначены для установки заготовок с цилиндрической базой длиной до 1,5d с предельными отклонениями по *H6*, *H7*, *H8*, *H9*, *G6*, *G7*, J_s6, J_s7.

2. В оправках для установки заготовок с номинальным диаметром базы $d \leqslant 7{,}1$ мм центровые отверстия изготавливать по форме А.

3. Угол уклона составляет: у оправок для установки заготовок с номинальным диаметром базы $d \leqslant 6$ мм — 56′; с диаметром $6 < d \leqslant 18$ мм — 52′; с $d > 18$ мм — 42′.

4. Материал оправок для установки заготовок с номинальным диаметром базы $d \leqslant 20$ мм — сталь У8А, остальных — 20Х.

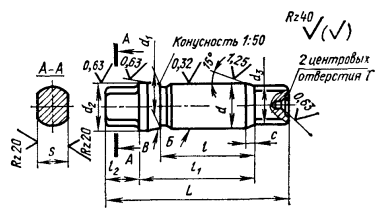
5. $HRC_э$ 57—63. Оправки из стали 20Х цементировать на глубину 1,2—1,5 мм.

6. Допуск радиального биения поверхности *Б* относительно оси центровых отверстий — по 3 степени точности.

Пример условного обозначения комплекта конических оправок для установки заготовок с $d = 3$ мм: комплект оправок 7110—0361-3,0 ГОСТ 16211—70.

То же для оправки № 1: оправка 7110—0361-1-3,0 ГОСТ 16211—70.

20. Оправки цилиндрические центровые (размеры, мм)



Обозначение оправок	d (поле допуска $h6$ или $h6$)	l	L	d_1 / d_2 Поле допуска $h6$		d_3	l_1	l_2	S (поле допуска $d11$)	c	Масса, кг
7110—0431	8	8	36	7,990	8,100	7,1	16	10	6	1,6	0,012
7110—0432		16	44				24				0,015
7110—0433	9	10	42	8,990	9,100	8,0	18	12			0,017
7110—0434		18	48				24				0,020
7110—0435	10	10	42	9,990	10,100	9,0	18		7		0,020
7110—0436		20	52				28				0,026
7110—0437	11	12	50	10,988	11,120	10,0	22	14	8		0,030
7110—0438		22	60				32				0,038
7110—0439	12	12	50	11,988	12,120	11,0	22				0,035
7110—0440		25	63				35				0,046
7110—0441	13	14	52	12,988	13,120		24			2,5	0,040
7110—0442		25	63				35				0,052
7110—0443	14	14	52	13,988	14,120	12,0	24				0,058
7110—0444		28	66				38				0,075
7110—0445	15	14	56	14,988	15,120	13,0	24	16	10		0,061
7110—0446		28	70				38				0,080
7110—0447	16	16	58	15,988	16,120	14,0	26				0,071
7110—0448		32	74				42				0,096
7110—0449	17	16	58	16,988	17,120	15	26				0,079
7110—0450		32	74				42				0,107
7110—0451	18	18	60	17,988	18,120	16	38				0,093
7110—0452		36	78				46				0,129
7110—0453	19	18	66	18,986	19,140		30				0,109
7110—0454		36	84				48				0,149
7110—0455	20	20	68	19,986	20,140	17	32	18			0,135
7110—0456		40	88				52				0,185
7110—0457	21	20	68	20,986	21,140	18	32		14		0,149
7110—0458		40	88				52				0,203
7110—0459	22	22	70	21,986	22,140	19	34				0,169
7110—0460		45	94				48				0,210
7110—0461	24	25	74	23,986	24,140	20	38				0,216
7110—0462		50	98				62				0,302
7110—0463	25	25	74	24,986	25,140	22	38		17	4,0	0,239
7110—0464		50	98				62				0,332
7110—0465	26	25	74	25,986	26,140		38				0,252
7110—0466		50	98				62				0,351
7110—0467	28	28	84	27,986	28,140	25	40				0,345
7110—0468		56	112				68				0,481
7110—0469	30	30	86	29,986	30,140		42	22	20		0,385
7110—0470		60	116				72				0,551
7110—0471	32	32	92	31,983	32,170	28	48			6,0	0,477
7110—0472		63	122				78				0,667

Продолжение табл. 20

Обозначение оправок	d (поле допуска $h6$ или $h6$)	l	L	d_1 / d_2 Поле допуска $h6$		d_3	l_1	l_2	S (поле допуска $d11$)	c	Масса, кг
7110—0473	34	34	95	33,983	34,170	28	50	22	20	6,0	0,531
7110—0474		67	125				82				0,759
7110—0475	36	36	100	35,983	36,170	32	50	25	24		0,671
7110—0476		71	135				85				0,950
7110—0477	38	38	102	37,983	38,170		52				0,734
7110—0478		75	140				90				1,072
7110—0479	40	40	110	39,983	40,170	36	55	28	28		0,925
7110—0480		80	150				95				1,320
7110—0481	42	42	115	41,983	42,170		58				1,013
7110—0482		85	155				100				1,480
7110—0483	45	45	125	44,983	45,170	40	60	32	32		0,315
7110—0484		90	170				105				1,877
7110—0485	48	48	128	47,983	48,170		64				1,475
7110—0486		95	175				110				2,129
7110—0487	50	50	120	49,983	50,170		66				1,583
7110—0488		100	180				116				2,353
7110—0489	52	53	145	51,980	52,200	45	72	36	36		2,007
7110—0490		105	195				124				2,875
7110—0491	53	53	145	52,980	53,200		72				2,064
7110—0492		105	195				124				2,964
7110—0493	55	56	145	54,980	55,200		74				2,197
7110—0494		110	200				128				3,204
7110—0495	56	56	145	55,980	56,200		74				2,248
7110—0496		110	200				128				3,292
7110—0497	60	56	145	59,980	60,200		74				2,459
7110—0498		110	200				128				3,658
7110—0499	62	63	162	61,980	62,200	50	82	40	42	8,0	3,079
7110—0500		125	225				145				4,572
7110—0501	63	63	162	62,980	63,200		82				3,152
7110—0502		125	225				145				4,694
7110—0503	65	63	162	64,980	65,200		82				3,282
7110—0504		125	225				145				4,923
7110—0505	67	63	162	66,980	67,200		82				3,416
7110—0506		125	225				145				5,159
7110—0507	70	71	170	69,980	70,200		90				3,864
7110—0508		140	240				160				5,980
7110—0509	71	71	170	70,980	71,200		90				3,942
7110—0510		140	240				160				6,117
7110—0511	75	71	190	74,980	75,200	60	90	50	52		5,213
7110—0512		140	260				160				7,640
7110—0513	78	80	200	77,980	78,200		100				5,843
7110—0514		160	280				180				8,844
7110—0515	80	80	200	79,980	80,200		100				6,038
7110—0516		160	280				180				9,194

Примечания: 1. Применяют для установки заготовок с цилиндрической базой с предельными отклонениями диаметра по $H6$, $H7$, $G6$; $G7$, J_s6, J_s7, $K6$, $K7$, $M6$, $M7$, $N6$, $N7$.

2. Диаметр проточки на 0,5 мм меньше диаметра d, длина проточки 2—5 мм.

3. Допускается в технически обоснованных случаях изготавливать оправки для обработки заготовок с промежуточными размерами диаметра базы d. При этом используют размеры оправок ближайшего большего диаметра, а размеры d_1 и d_2 рассчитывают особо: $d_1 = d_2$ минус нижнее отклонение отверстия по $H7$; $d_2 = d$ плюс верхнее отклонение отверстия по $H11$.

4. См. примечание к табл. 16, п. 4—6.

Пример условного обозначения оправки диаметром $d = 8$ мм, $l = 8$ мм с предельными отклонениями диаметра d по $h6$: оправка 7110—0431-8-6 ГОСТ 16212—70.

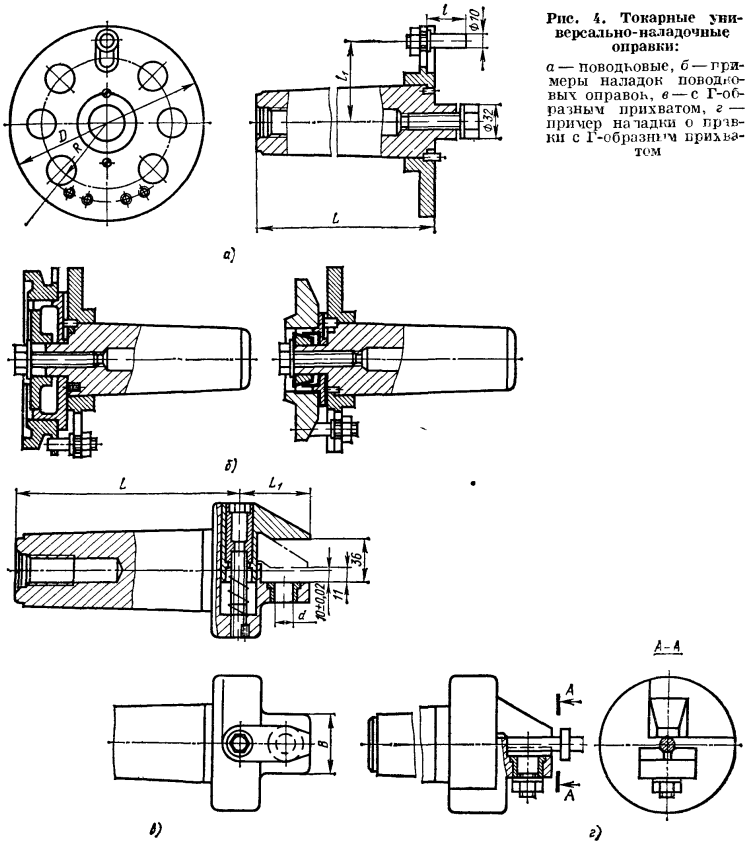


Рис. 4. Токарные универсально-наладочные оправки:
а — поводковые, *б* — примеры наладок поводковых оправок, *в* — с Г-образным прихватом, *г* — пример наладки с призмой с Г-образным прихватом

Примеры **универсально-наладочных токарных оправок** показаны на рис. 4, *а—г*. Поводковые оправки (рис. 4, *а*) служат для обработки заготовок с наибольшим наружным диаметром 160—400 мм и диаметром базы более 50 мм. Основные размеры таких оправок, мм: $D = 160 \div 400$; $L = 170 \div 225$; $l = 10 \div 70$; $l_1 = 50 \div 190$; $R = 60 \div 170$. Конус Морзе 5 и 6. Оправки с Г-образным прихватом (рис. 4, *в*) имеют диапазон регулирования прихвата 25 мм, позволяют устанавливать заготовки с наибольшим размером по высоте 30 мм. Основные размеры оправок с Г-образным прихватом, мм. $L = 168 \div 218$; $L_1 = 42$ и 60; $B = 40$ и 50; d (поле допуска $H7$) $= 10$ и 16. Конус Морзе 5 и 6.

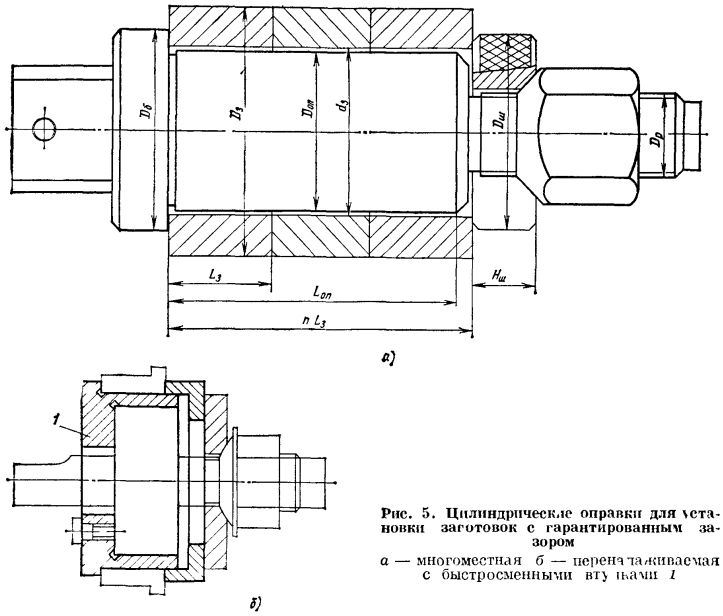


Рис. 5. Цилиндрические оправки для установки заготовок с гарантированным зазором
а — многоместная *б* — переналаживаемая с быстросменными втулками *1*

Оправки цилиндрические для установки заготовок с гарантированным зазором (рис. 5,*а*) конструктивно простые, позволяют вести многоместную обработку, но не обеспечивают точного центрирования.

Методика расчета. Исходные данные: $M_{кр}$ — крутящий момент от сил резания, Н·м; $L_з$ — длина заготовки, мм; $D_з$ — диаметр обрабатываемой заготовки, мм; h — припуск на обработку заготовки, мм; $d_з$ — диаметр базы заготовки, мм; $\Delta d_з$ — поле допуска на $d_з$, мм; e — допускаемая несоосность поверхностей вращения обработанной детали, мм.

1. Выбирается гарантированный зазор $\Delta_{гар}$ для свободной установки заготовки. Как правило, $\Delta_{гар} \geqslant 0{,}02$ мм. Более точно $\Delta_{гар}$ можно определить исходя из требований к точности обработки заготовки:

$$\Delta_{гар} = \sqrt{e^2 - e_{оп}^2} - 0{,}5\,(\Delta d_з + \Delta D_{оп} + \delta_{изн}),$$

где $e_{оп}$ — отклонение от соосности рабочей шейки оправки и тех ее поверхностей, которые служат для установки на станок (рекомендуется выдерживать в пределах допусков 3-й степени точности); $\Delta D_{оп}$ — поле допуска на диаметр рабочей шейки оправки (рекомендуется $h6$). $\delta_{изн}$ — допуск на износ рабочей шейки оправки (рекомендуется 0,01—0,02 мм).

2. Номинальное значение диаметра рабочей шейки оправки (мм) определяют по формуле $D_{оп} = d_з - \Delta_{гар}$.

3. Длина рабочей шейки оправки, мм

$$L_{оп} = nL_з - (1 \div 5),$$

где n — число одновременно устанавливаемых заготовок.

При использовании промежуточных колец $L_{оп} = nL_з + \Sigma L_{пк} - (1 \div 5)$, где $\Sigma L_{пк}$ — суммарная длина промежуточных колец, мм.

4. Наружные диаметры $D_б$ опорного буртика и $D_ш$ нажимной шайбы:

$$D_б = D_ш = D_з - h - (3 \div 5).$$

5. Толщина нажимной шайбы (мм) $H_ш \geqslant 0{,}3D_ш$.

6. Гарантированный крутящий момент, Н·мм, передачу которого должна обеспечить проектируемая оправка,

$$M_{кр.\ гар} = KM_{кр},$$

где K — коэффициент запаса (см. т. 1, с. 382); $M_{кр}$ — крутящий момент от сил резания.

7. Вычисляют усилие $P_з$ (H) на приводе оправки:

$$P_з = 3\frac{(D_ш^2 - d_з^2)}{f(D_ш^2 - d_з^2)} M_{кр.\ гар},$$

где $f = 0{,}16 \div 0{,}2$ — коэффициент трения.

8. При использовании пневмо- или гидропривода с цилиндром двустороннего действия подсчитывают диаметр поршня цилиндра (мм):

$$D_ц = \sqrt{\frac{4P_з}{\pi p\eta} + d_ш^2},$$

где $\eta = 0{,}85 \div 0{,}95$ — КПД; $p = 0{,}4$ МПа — давление; $d_ш$ — диаметр штока, мм (должен соответствовать стандартизованному значению $D_ц$). Вычисленное значение $D_ц$ округляют до ближайшего большего стандартизованного.

9. При использовании немеханизированного винтового привода необходимо вычислить диаметр $D_р$ резьбового конца оправки (см. т. 1, с. 385). При этом должно соблюдаться условие $D_р < D_{оп} - (1 \div 2)$.

Пример. Исходные данные: $M_{кр} = 2450$ Н·мм; $L_з = 100$ мм; $D_з = 50$ мм; $h = 1$ мм; $d_з = 30$ мм; $\Delta d_з = 0{,}033$ мм; $\epsilon = 0{,}08$ мм. Заготовка стальная. Спроектировать одноместную токарную центровую оправку.

1. Принимаем $\epsilon_{оп} = 0{,}005$ мм (допуск 3-й степени точности), $\Delta D_{оп} = 0{,}014$ мм и $\delta_{изн} = 0{,}02$ мм.

Тогда

$$\Delta_{гар} = \sqrt{0{,}08^2 - 0{,}005^2} - 0{,}5\,(0{,}033 + 0{,}014 + 0{,}02) \approx 0{,}05 \text{ мм}$$

2. $D_{оп} = 30 - 0{,}05 = 29{,}95$ мм.

3. $L_{оп} = 100 - 2 = 98$ мм.

4. $D_б = D_ш = 50 - 1 - 3 = 46$ мм.

5. $H_ш = 0{,}3 \cdot 46 \approx 14$ мм.

6. Принимаем коэффициент запаса $K = 2{,}5$ и вычисляем крутящий момент, гарантированно передаваемый оправкой:

$$M_{кр.\ гар} = 2{,}5 \cdot 2450 = 6125 \text{ Н·мм}.$$

$$P_з = 3\frac{46^2 - 30^2}{0{,}2\,(46^3 - 30^3)} 6125 = 1588 \text{ Н}.$$

7. Принимаем диаметр резьбового конца оправки М27.

8. Материал оправки — сталь 40Х, *HRC* 36,5 — 41,5. Допуск радиального биения рабочей шейки относительно оси центров по 3-й, а опорного торца — по 5-й степеням точности.

Оправка переналаживаемая с быстросменными втулками (рис. 5,*б*) обеспечивает меньшую точность центрирования из-за дополнительного зазора между валом и сменной втулкой и отклонений от соосности поверхностей вращения последней.

Оправки резьбовые служат для установки заготовок по резьбовому отверстию. Быстродействующая резьбовая пневматическая оправка (рис. 6) состоит из корпуса *1* и пальца *2* с резьбой, на которую навинчивается заготовка до упора в торец. Плотный поджим к торцу происходит при движении пальца влево. Перед свинчиванием обработанная деталь отводится от торца.

Оправки конические предназначены для точной установки заготовок по цилиндрическому или шлицевому отверстию. При установке по наружному диаметру шлицевого отверстия внутренний диаметр шлицевой конической оправки обычно делают на 1 мм меньше внутреннего диаметра заготовки, а ширину шлицев оправки на 0,25—0,5 мм меньше ширины впадины шлицев заготовки.

Недостатки конических оправок следующие: большое вспомогательное время, нестабильное положение заготовки вдоль оси оправки, необходимость иметь комплект конических оправок для обработки заготовок с широким полем допуска на базовое отверстие.

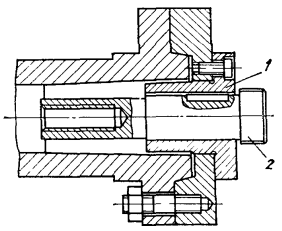


Рис. 6. Оправка резьбовая пневматическая

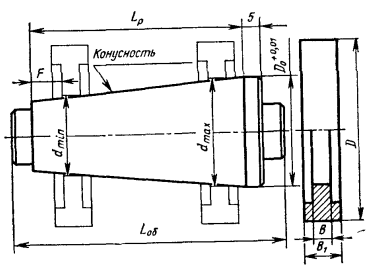


Рис. 7. Расчетная схема конической оправки

Методика расчета. Исходные данные, мм (рис. 7): d_{max} и d_{min} — наибольший и наименьший диаметры отверстия заготовок в партии; D — диаметр обработанной детали; B и B_1 — длины отверстия и обрабатываемой поверхности заготовки; $\delta_т$ и $\delta_р$ — допуски на торцовое и радиальное биения обработанной детали.

1. Наибольший диаметр оправки, мм

$$D_о = d_{max} + 0{,}02.$$

2. Конусность оправки для точной обработки торцов

$$k_т = \frac{2\delta_т}{D}.$$

3. Конусность $k_р$ оправки для точной обработки по наружному диаметру:

для оправок с конусностью $k \geqslant 1 : 5000$

$$k_р = \frac{0{,}9\delta_р - 2y}{B_1};$$

для оправок с конусностью $k \leqslant 1 : 10\,000$

$$k_р = \frac{0{,}8\delta_р - 2y}{B_1},$$

где y — поперечное смещение заготовки под действием силы резания, мм (см. с. 138).

4. За конусность k оправки принимают меньшее из двух значений $k_т$ и $k_р$.

Рекомендуются следующие значения k: 1 : 500; 1 : 1000; 1 : 1500; 1 : 2000; 1 : 2500; 1 : 3000; 1 : 3500; 1 : 4000; 1 : 5000, а для особо точной обработки — 1 : 10 000; 1 : 20 000; 1 : 40 000.

5. Рабочая длина оправки, мм,

$$L_р = \frac{D_о - d_{min}}{k} + B + F,$$

где F — запас длины конусной части оправки со стороны меньшего диаметра. Рекомендуются $F = 10$ мм для $k \geqslant 1 : 2000$; $F = 15$ мм для $k = 1 : 2500$ и $1 : 3000$ и $F = 20$ мм для $k \leqslant 1 : 3500$.

6. Диаметры и длины крайних (нерабочих) шеек оправки выбирают из конструктивных соображений.

7. Общая длина оправки $L_{об}$ (мм) в зависимости от $D_о$ (мм) не должна превышать следующих значений: при $D_о < 10$ $L_{об} \leqslant 80$; при $10 \leqslant D_о < 15$ $L_{об} \leqslant 100$; при $15 \leqslant D_о < 20$ $L_{об} \leqslant 150$; при $20 \leqslant D_о < 25$ $L_{об} \leqslant 200$; при $25 \leqslant D_о < 35$ $L_{об} \leqslant 250$; при $35 \leqslant D_о < 45$ $L_{об} \leqslant 350$; при $45 \leqslant D_о < 55$ $L_{об} \leqslant 410$; при $55 \leqslant D_о < 65$ $L_{об} \leqslant 480$; при $65 < D_о < 80$ $L_{об} \leqslant 530$; при $D_о \geqslant 80$ $L_{об} \leqslant 580$.

Если длина $L_{об}$ окажется больше указанных значений, необходимо прибегнуть к селективной подборке заготовок по диаметру отверстия и воспользоваться комплектом конических оправок.

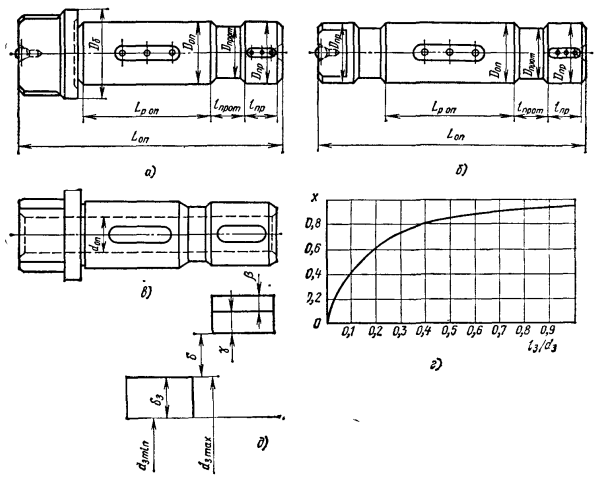


Рис. 8. Оправка цилиндрическая прессовая:
а — сплошная с буртиком; *б* — сплошная без буртика; *в* — пустотелая с буртиком; *г* — график зависимости коэффициента x от $l_з/d_з$; *д* — рекомендуемое расположение полей допусков

8. Оправки диаметром $D_о > 45$ рекомендуется делать пустотелыми.

9. Допуск радиального биения конической оправки относительно оси центров рекомендуется принимать 3 мкм $\leqslant \delta_{р.оп} \leqslant 0{,}1\ \delta_р$, а для особо точных оправок с конусностью $k \leqslant 1 : 10\,000$ — 2 мкм $\leqslant \delta_{р.оп} \leqslant 0{,}2\delta_р$. Остальные технические требования — по аналогии с табл. 10.

Пример. Исходные данные, мм: $d_{max} = 29{,}023$; $d_{min} = 29$; $D = 60$; $B = B_1 = 30$; $\delta_т = 0{,}040$; $\delta_р = 0{,}025$.

1. $D_о = 29{,}023 + 0{,}02 = 29{,}043$ мм.

2. $k_т = \frac{2 \cdot 0{,}04}{60} \approx 0{,}001$ мм.

3. Принимаем $y \approx 0{,}002$ мм (см. с. 138), тогда

$$k_р = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}025 - 2 \cdot 0{,}002}{30} = 0{,}0006 \text{ мм}.$$

4. Принимаем $k = 0{,}0006 \approx 1 : 2000$.

5. $L_р = \frac{29{,}043 - 29}{1/2000} + 30 + 10 = 126$ мм.

6. Принимаем длины и диаметры крайних нерабочих шеек соответственно равными 10 и 20 мм.

7. $L_{об} = 126 + 2 \cdot 10 + 5 = 151$ мм < 250 мм, поэтому достаточно одной оправки.

8. Материал — сталь 20Х, цементировать на глубину 1,2—1,5 мм, $HRC_э 57$—63. Допуск радиального биения конической шейки относительно оси центров — не более 3-й степени точности. Центровые отверстия Т — по ГОСТ 14034—74*.

Оправки цилиндрические прессовые (рис. 8) используют для точной обработки толстостенных заготовок с большими силами резания. Имеют центровое исполнение. Для точной установки заготовки по длине используют упорные съемные кольца.

Недостатки прессовых оправок следующие: значительное вспомогательное время, необходимость в специальном прессе для запрессовки заготовки и распрессовки обработанной детали; быстрое изнашивание рабочих шеек.

Методика расчета. Исходные данные: $l_з$, $D_з$, $d_з$, $d_{з\,min}$, $d_{з\,max}$ — соответственно длина, наружный диаметр, номинальный, наименьший и наибольший диаметры отверстия заготовки, мм; $E_з$ и $\mu_з$ — модуль упругости, МПа, и коэффициент Пуассона материала заготовки; $E_{оп}$ и $\mu_{оп}$ — модуль упругости, МПа, и коэффициент Пуассона материала оправки; $M_{кр}$ — крутящий момент от сил резания, Н·мм.

1. Длина рабочей шейки оправки, мм:

с опорным буртиком

$$L_{р.оп} = l_з - (2 \div 5);$$

без опорного буртика

$$L_{р.оп} = l_з - (5 \div 10).$$

2. Гарантированный крутящий момент (Н·мм), передачу которого должна обеспечить проектируемая оправка

$$M_{кр.гар} = KM_{кр},$$

где K — коэффициент запаса (см. т. 1, с. 382).

3. Давление (МПа) в стыке «заготовка — рабочая шейка оправки», необходимое для надежного закрепления заготовки (см. т. 1, с. 378),

$$p = \frac{2M_{кр.гар}}{\pi d_з^2 f L_{р.оп}},$$

где $f = 0{,}16$ — коэффициент трения.

4. Номинальный диаметр (мм) рабочей шейки пустотелой оправки

$$D_{оп} = \frac{d_{з\,max}}{1 - p\left[\frac{x}{E_{оп}}\left(\frac{1+t_о^2}{1-t_о^2} - \mu_{оп}\right) + \frac{1}{E_з}\left(\frac{1+t_з^2}{1-t_з^2} + \mu_з\right)\right]},$$

где $t_о = \frac{d_{оп}}{d_з}$. Диаметр центрального отверстия (мм) пустотелой оправки $d_{оп} \leqslant 0{,}5\ d_з$;

сплошной оправки

$$D_{оп} = \frac{d_{з\,max}}{1 - p\left[\frac{x}{E_{оп}}(1 - \mu_{оп}) + \frac{1}{E_з}\left(\frac{1+t_з^2}{1-t_з^2} + \mu_з\right)\right]},$$

где $t_з = \frac{d_з}{D_з}$.

Коэффициент x определяют по графику на рис. 8, *г* (при $\frac{l_з}{d_з} \geqslant 1$, $x = 1$).

При одинаковых значениях модулей упругости ($E = E_{оп} = E_з$) и коэффициентов Пуассона ($\mu_з = \mu_{оп} = 0{,}3$) материалов оправки и заготовки номинальный диаметр (мм) рабочей шейки пустотелой оправки

$$D_{оп} = \frac{d_{з\,max}}{1 - \frac{p}{E}\left[x\left(\frac{1+t_о^2}{1-t_о^2} - 0{,}3\right) + \left(\frac{1+t_з^2}{1-t_з^2} + 0{,}3\right)\right]};$$

сплошной оправки

$$D_{оп} = \frac{d_{з\,max}}{1 - \frac{p}{E}\left(0{,}3 + 0{,}7x + \frac{1+t_з^2}{1+t_з^2}\right)}.$$

Поле допуска наружного диаметра $D_{оп}$ рабочей шейки оправки рекомендуется назначать $r6$, а внутреннего диаметра $d_{оп}$ пустотелой оправки — $H9$. Допуск соосности центрального отверстия и рабочей шейки пустотелой оправки — в пределах 10-й степени точности.

5. Размеры $l_{пр}$ и $D_{пр}$ приемной шейки оправки, мм

$$l_{пр} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) l_з;$$

$$D_{пр} = d_{з\,min}.$$

Поле допуска диаметра $D_{пр}$ рекомендуется назначать $e8$.

6. Диаметр буртика (для оправок с буртиком), мм

$$D_б = D_з - (1 \div 10).$$

У диаметра $D_б$ поле допуска $h9$.

При проектировании оправки без опорного буртика диаметр левой шейки принимают равным диаметру приемной шейки (поле допуска $h11$).

7. Размеры $D_{прот}$ и $l_{прот}$ проточки между рабочей и приемной шейками оправки, мм:

$$D_{прот} = D_{пр} - (2 \div 3);$$

поле допуска диаметра $D_{прот}$ — — $h9$;

$$l_{прот} \geqslant [l_з - L_{р.оп} + (2 \div 5)].$$

8. Общую длину оправки рекомендуется выбирать из соотношения:

$$L_{оп} \leqslant (5 \div 7)\, D_{оп}.$$

9. Усилие запрессовки для надежного закрепления заготовки, Н

$$P_з = \frac{\pi d_{з\,min} L_{р.оп} f (d_{з\,max} - d_{з\,min} + \delta + \beta + \gamma)}{D_{оп}\left[\frac{x}{E_{оп}}\left(\frac{1+t_о^2}{1-t_о^2} - \mu_{оп}\right) + \frac{1}{E_з}\left(\frac{1+t_з^2}{1-t_з^2} + \mu_з\right)\right]},$$

где δ — диаметральный гарантированный натяг, мм; β — поле допуска на диаметр $D_{оп}$, мм; $\gamma = 0{,}01 \div 0{,}015$ мм — допуск на износ рабочей шейки оправки, мм. Расположение полей допусков см. рис. 7, *д*.

Для сплошных оправок ($t_о = 0$) и при одинаковых значениях модулей упругости ($E_з = E_{оп} = E$) и коэффициентов Пуассона ($\mu_з = \mu_{оп} = 0{,}3$) материалов оправки и заготовки

$$P_з = \frac{\pi d_{з\,min} L_{р.оп} f (d_{з\,max} - d_{з\,min} + \delta + \beta + \gamma) E}{D_{оп}\left(0{,}3 + 0{,}7x + \frac{1+t_з^2}{1-t_з^2}\right)}.$$

10. Материал — сталь 20Х. Цементировать на глубину 0,8—1,0 мм для оправок диаметром $D_{оп} \leqslant 35$ мм и на глубину 1,2 ÷ 1,5 мм для оправок диаметром $D_{оп} > 35$ мм; $HRC_э$ 57—63.

11. Допуск радиального биения рабочей шейки относительно оси центров — в пределах 3-й, а биения опорного торца — 6-й степеней точности.

Пример. Спроектировать сплошную прессовую оправку с буртиком. Исходные данные: $l_з = 70$ мм; $D_з = 100$ мм; $d_з = 50$ мм; $d_{з\,min} = 50$ мм; $d_{з\,max} = 50{,}02$ мм; $E_з = E_{оп} = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа; $\mu_з = \mu_{оп} = 0{,}3$; $M_{кр} = 10000$ Н·мм.

1. $L_{р.оп} = 70 - (2 \div 5) = 65$ мм.

2. Принимая $K = 2{,}5$, находим $M_{кр.гар} = 2{,}5 \cdot 10\,000 = 25\,000$ Н·мм.

3. $p = \frac{2 \cdot 25\,000}{\pi \cdot 50 \cdot 0{,}16 \cdot 65} = 30$ МПа.

4. $t_з = \frac{50}{100} = 0{,}5$ и $x = 1$. Тогда

$$D_{оп} = \frac{50{,}02}{1 - \frac{30}{2{,}1 \cdot 10^5}\left(0{,}3 + 0{,}7 \cdot 1 + \frac{1+0{,}5^2}{1-0{,}5^2}\right)} = 50{,}039 \text{ мм}.$$

5. $l_{пр} = (0{,}3 \div 0{,}5) \cdot 70 = 35$ мм; $D_{пр} = 50$ мм.

6. $D_б = 100 - (1 \div 10) = 95$ мм.

7. $D_{прот} = 50 - (2 \div 3) = 47$ мм; $l_{прот} \geqslant 70 - 65 + (2 \div 5) = 7$ мм.

8. $L_{оп} = (5 \div 7) \cdot 50{,}039 = 250$ мм;

$$P_з = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 65 \cdot 0{,}16\,(50{,}02 - 50 + 0{,}019 + 0{,}02 + 0{,}01) \cdot 2{,}1 \cdot 10^5}{50{,}039\left(0{,}3 + 0{,}7 \cdot 1 + \frac{1+0{,}5^2}{1-0{,}5^2}\right)} = 178\,000 \text{ Н}.$$

Оправки кулачковые (рис. 9) имеют большой радиальный ход кулачков и позволяют устанавливать заготовки с различными номинальными диаметрами базовых отверстий. Важными параметрами таких оправок являются:

число кулачков n в одном ряду *. В зависимости от диаметра базы и жесткости заготовки $3 \leqslant n \leqslant 12$. Оправки с бо́льшим четным числом кулачков в одном ряду центрируют точнее. Предпочтительные значения n: 6; 8; 10; 12;

угол α клина. Чем меньше угол α, тем выше коэффициент запаса самоторможения, но меньше ход кулачков; рекомендуется $5° \leqslant \alpha \leqslant 10°$;

вид контакта кулачка с клином штока. Рекомендуется контакт по шлифованной плоскости возможно больших размеров. Контакт по площади малых размеров, а тем более линейный контакт ведут к повышенному износу и быстрой потере точности центрирования;

профиль кулачка в поперечном сечении. Рекомендуются прямоугольные профили кулачков и пазов под

* Многоместные оправки имеют ряды кулачков по числу устанавливаемых заготовок, а одноместные — один или два ряда в зависимости от длины заготовки.

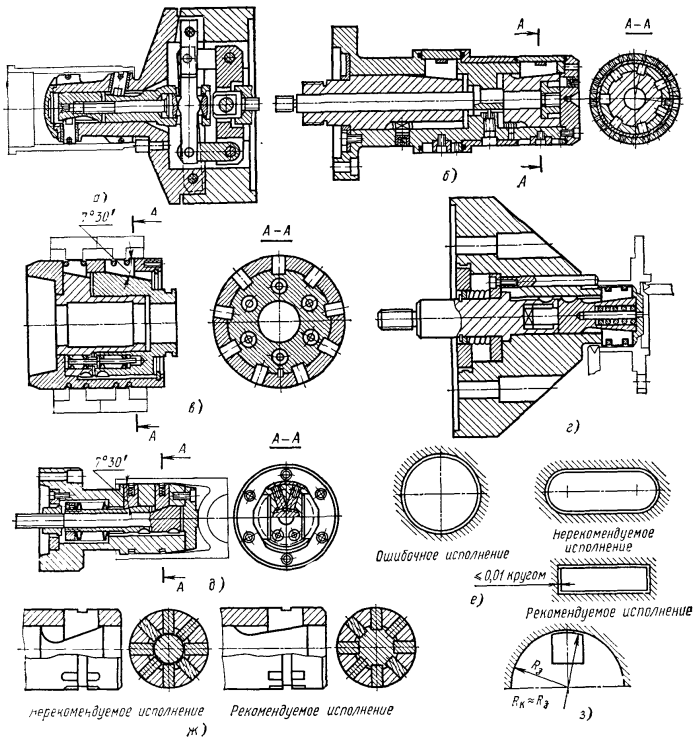


Рис. 9. Оправки кулачковые:

а — одноместная с двумя рядами кулачков, обеспечивающая одновременное центрирование и прижим заготовки к торцу корпуса; *б* — для установки длинной заготовки по двум отверстиям различного диаметра; *в* — двухместная; *г* — для подрезки торца с отводом торцового упора; *д* — для установки поршня по необработанному отверстию; *е* — профили кулачка и паза под кулачок в поперечном сечении; *ж* — виды контакта кулачков со штоком; *з* — радиус кривизны головки кулачка

кулачки. Цилиндрические кулачки и пазы не допускаются. Кулачки и пазы со скруглениями не рекомендуются. При четном числе кулачков прямоугольные пазы получают протягиванием, а при нечетном — на электроэрозионных установках;

радиус кривизны головки кулачка. От соотношения радиусов кривизны головок кулачков $R_к$ и базового отверстия заготовки $R_з$ зависят деформации последней. Рекомендуются кулачки, головки которых имеют широкую дугу контакта с заготовкой и $R_к \approx R_з$. С этой целью головки кулачков в разжатом состоянии обрабатывают на нужный размер. Нецелесообразно применять кулачки с узкими головками, радиусы кривизны которых больше или много мень-

ше радиусов кривизны базы заготовок.

Оправки самозажимные (рис. 10) применяют для надежного закрепления толстостенных заготовок при обработке с большими силами резания. Допуски на диаметр базы заготовки в пределах $IT12$. Усилие закрепления заготовки повышается автоматически с увеличением крутящего момента от сил резания. Самозажимные оправки не предназначены для точной обработки. Однако оправки с тремя роликами (шариками) предпочтительнее, так как не дают одностороннего отжима заготовки. На самозажимных оправках нельзя обрабатывать заготовки с окончательно обработанной базой и тонкостенные.

Оправки с регулируемыми винтами (рис. 11) точно центрируют заготовку, однако не позволяют получить хорошую круглость при обработке тонкостенных заготовок. Вспомогательное время при использовании таких оправок велико.

Оправки со сферическими базовыми элементами (СБЭ), показанные на рис. 12, применяют для обработки прецизионных деталей типа тел вращения с цилиндрическими отверстиями диаметром 12 мм и более.

Методика расчета. Исходные данные: заготовка имеет сквозное центральное отверстие диаметром $d_2 = 25$ мм и ширину фасок $l_1 = 5,4$ мм.

1. По ГОСТ 14034—74* выбираем диаметр центровых отверстий оправки $d = 1$ мм и форму R1, тогда радиус кривизны образующей $r = 3,15$ мм и наибольший диаметр конического отверстия $d_1 = 2,5$ мм.

2. Расстояние от центра сферы СБЭ до плоскости большого диаметра конической фаски СБЭ, мм:

$$a = 0,5\,[(d + l\,\mathrm{tg}\,\alpha)\,\mathrm{tg}\,\alpha - l],$$

где α — половина угла при вершине конической фаски СБЭ, градусы; l — ширина фаски СБЭ, мм.

Для центровых отверстий с дугообразной образующей и

$\alpha = 30°$ $a = 0,2887\,(d + 2r) - 0,5 \times$

$\times\sqrt{4r^2 - (2r + d - d_1)^2}$.

Пример. Имеем

$a = 0,2887\,(1 + 2 \cdot 3,15) - 0,5\sqrt{4 \cdot 3,15^2 -}$ →

$\leftarrow -(2 \cdot 3,15 + 1 + 2,5)^2 = 0,068$ мм.

3. Радиус сферы СБЭ, мм,

$$R = \frac{d_2 + l_1\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{2\cos\alpha_1},$$

где α_1 — половина угла при вершине конической фаски заготовки;

при $\alpha_1 = 30°$ $R = 0,5774d_2 + 0,3334l_1$ или $R = 0,5774 \cdot 25 + 0,3334 \cdot 5,4 = 16,24$ мм.

Оправки с гофрированными втулками (рис. 13) являются прецизионными. Они предназначены для обработки зубчатых колес, колец, втулок, гильз (в том числе тонкостенных).

Под действием осевого сжимающего усилия гофрированная втулка упруго деформируется. При этом наружный ее диаметр увеличивается, а внутренний — уменьшается. Внутренним диаметром втулка устанавливается на валу оправки, а наружным — точно центрирует и крепит заготовку. Вид контакта гофрированной втулки с валом оправки и с заготовкой показан в табл. 21. В местах контакта гофрированной втулки с заготовкой и валом оправки действуют постоянные по угловой координате кольцевые силы интенсивностью Q_1, Q_2 и Q_3. При устранении осевого сжимающего усилия гофрированная втулка упруго возвращается в исходное состояние, освобождая обработанную деталь.

На оправках с гофрированными втулками можно обрабатывать заготовки с цилиндрическими отверстиями (сквозными, глухими, прерывистыми, ступенчатыми или имеющими перемычку меньшего диаметра). Поля допусков отверстий заготовок H_5 — H_9. Эти оправки обеспечивают надежное закрепление заготовок на окончательных операциях обработки, отличаются повышенной надежностью (снижение точности центрирования в среднем 1 мкм за 10^4 установок) и допускают быструю замену износившихся гофрированных втулок.

Методика расчета. Исходные данные: диаметр d_3 и длина l_3 базового отверстия заготовки, мм; δd_3 — поле допуска на диаметр d_3, мкм; $M_{кр}$ —

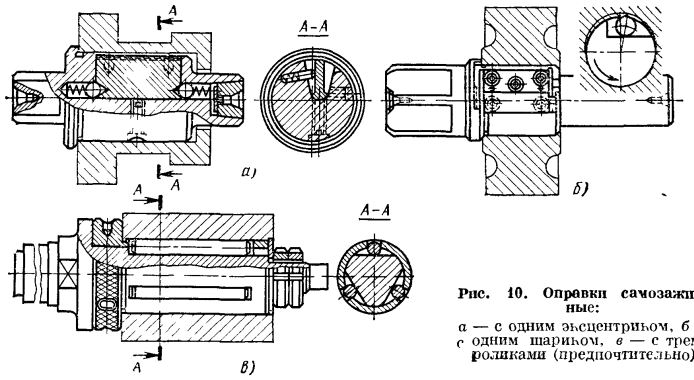


Рис. 10. Оправки самозажимные:
а — с одним эксцентриком, *б* — с одним шариком, *в* — с тремя роликами (предпочтительно)

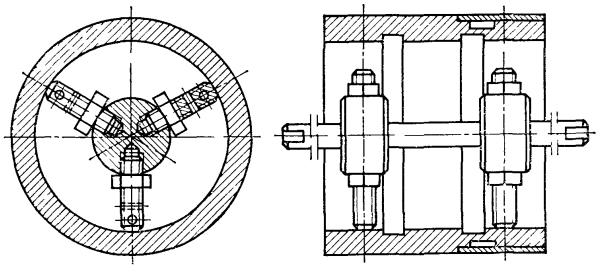


Рис. 11. Оправки с регулируемыми винтами

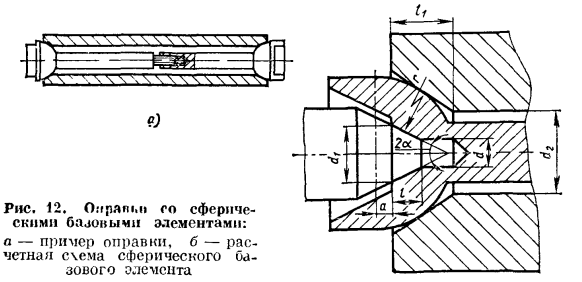
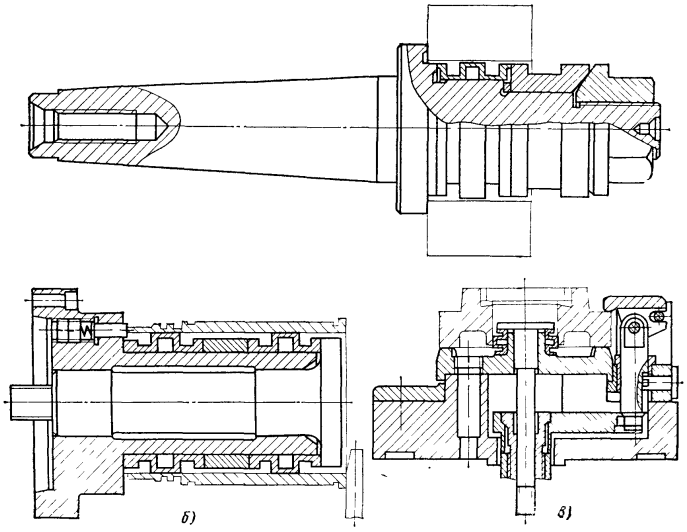
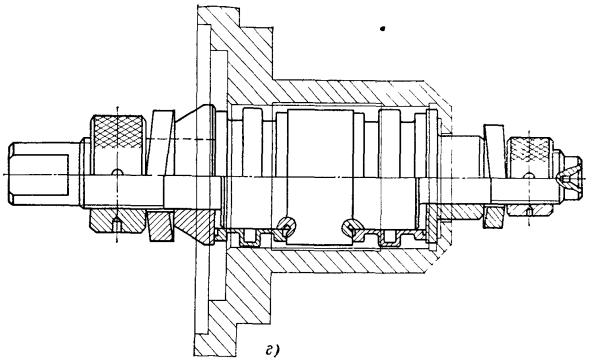


Рис. 12. Оправки со сферическими базовыми элементами:
а — пример оправки, *б* — расчетная схема сферического базового элемента





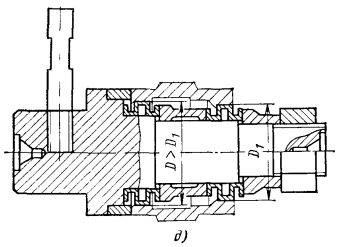
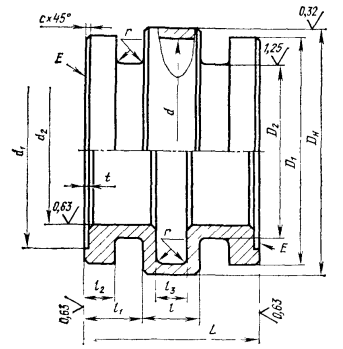
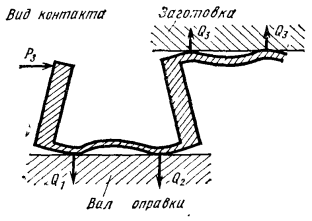


Рис. 13. Оправка с гофрированными втулками:

а — шпиндельная с немеханизированным приводом, *б* — фланцевая с механизированным приводом, *в* — к зубодолбежному станку, *г* — центровая с двумя автономными немеханизированными приводами, *д* — для установки заготовки по ступенчатому отверстию

21. Гофрированные втулки (размеры, мм)





Диаметр базы заготовки d_3		D_1 (поле допуска $h9$)	D_2 (поле допуска $h6$)	h	d_1 (поле допуска $H9$)	d_2 (поле допуска $H4$)	L	l	l_1	l_2	l_3	Расчетные коэффициенты	
Св.	До											x, мкм/H	ψ, 1/мм²
20	21	19,8	12,8	0.4	16	12	19,4	6,4	6,5	3.5	4	0,0162	0,767
21	22	20,8			17							0 0180	0,841
22	23	21,8			18							0,0211	0,917
23	24	22,8			19							0,0236	0,989
24	25	23,8	15,8	0.45	20	15	19,5	6 5				0,0200	0,714
25	26	24,8			21							0 0224	0 779
26	27	25,8			23							0,0248	0 841
27	28	26,8			23							0 0272	0,900
28	29	27,8			24							0,0296	0,952
29	30	28,8			25							0 0319	0,986
30	31	29,8	18.9		26	18	21	8				0 0210	0,629
31	32	30,8			27							0 0229	0,648
32	33	31,8	21		28	20	24		8	4	5	0 0204	0,552
33	34	32,8			29							0,0223	0,588
34	35	33 8			30							0,0240	0,628
35	36	34 8			31							0,0260	0,665
36	37	35.8	26	0 6	32	25	25	9		4.5		0,0133	0,280
37	38	36,8			33							0,0144	0,302
38	39	37,8			34							0,0155	0,321
39	40	38,8			35							0 0167	0,343
40	41	39,8			36							0,0178	0,354
41	42	40,8	33.2		37	32	29	10	9,5		5,5	0,0082	0,122
42	43	41,8			38							0,0088	0,134
43	44	42,8			39							0,0097	0,148
44	45	43 8			40							0,0105	0,160
45	46	44,8	35.5	0.75	41	34	29,5	10,5			6.0	0,0059	0,081
46	47	45,8			42							0,0067	0,090
47	48	46,8			43							0,0075	0,100
48	49	47,8			44							0,0083	0,109
49	50	48,8			45							0,0092	0,117
50	51	49,8	39,5	0.77	46	38	30,5					0,0090	0,115
51	52	50,8			47							0,0098	0,124
52	53	51,8			48							0,0106	0,134

Продолжение табл. 21

Диаметр базы отверстия заготовки d_3		D_1 (поле допуска $h9$)	D_2 (поле допуска $h6$)	h	d_1 (поле допуска $H9$)	d_3 (поле допуска $H4$)	L	l	l_1	l_2	l_3	Расчетные коэффициенты	
Св.	До											x, мкм/H	ψ, 1/мм²
53	55	52,8			49							0,0083	0,118
55	57	54,8	41,6	0,8	51	40	30,5		10			0,0109	0,131
57	59	56,8			53			10,5		4,5	6,0	0,0121	0,145
59	61	58,5			54,7							0,0080	0,091
61	63	60,5	46,6	0,9	56,7	45	31,5					0,0091	0,101
63	65	62,5			58,7							0,0101	0,112
65	67	64,5			60,7				10,5			0,0057	0,060
67	69	66,5			62,7							0,0063	0,068
69	71	68,5	51,7	1,0	64,7	50	34	13		5,5		0,0077	0,082
71	73	70,5			66,7							0,0084	0,089
73	75	72,5			68,7							0,0092	0,097
75	77	74,5			70,5							0,0072	0,072
77	79	76,5	54,7	1,1	72,5	53	37	14	11,5	6,5	7	0,080	0,080
79	80	78,5			74,5							0,0088	0,090
80	82	79,5			75,5							0,0088	0,060
82	84	81,5			77,5							0,0095	0,065
84	86	83,5	57,7	1,2	79,5	56	42	15	13,5	7,5		0,0098	0,071
86	88	85,5			81,5							0,0104	0,076
88	90	87,5			83,5							0,0109	0,082
90	92	89,5			84,5							0,0087	0,072
92	94	91,5			86,5							0,0092	0,076
94	96	93,5	61,8	1,3	88,5	60	51	18			10	0,0097	0,081
96	98	95,5			90,5							0,0101	0,086
98	100	97,5			92,5							0,0106	0,090
100	105	99,5			93,5							0,0093	0,078
105	110	104,5			98,5				16,5	8,5		0,0100	0,088
110	115	109,5	73	1,5	103,5	71	54	21			11	0,0108	0,098
115	120	114,5			108,5							0,0114	0,109
120	125	119,5			113,5							0,0086	0,048
125	130	124,5			118,5							0,0074	0,053
130	135	129,5	82,5	1,6	123,5	80	55	22			12	0,0081	0,057
135	140	134,5			128,5							0,0043	0,026
140	145	139,5	103	1,75	133,5	100	64	25	19,5	9,5	15	0,0049	0,029
145	150	144,5			137,5							0,0032	0,018
150	155	149,5	113,5	2,0	142,5	110	77	32			18	0,0037	0,020
155	160	154,5			147,5							0,0042	0,030
160	165	159,5			152,5				22,5	10,5		0,0033	0,017
165	170	164,5			157,5							0,0037	0,019
170	175	169,5	123,8	2,25	162,5	120	79	34			20	0,0041	0,021
175	180	174,5			167,5							0,0046	0,023
180	185	179,5			169,5							0,0034	0,015
185	190	184,5	134	2,5	174,5	130	97	36	30,5	15,5	22	0,0037	0,017
190	195	189,5			179,5							0,0041	0,018
195	200	194,5			184,5							0,0044	0,020

Примечания: 1. Допуски радиального биения относительно оси отверстия диаметром d_2: поверхности диаметром $D_н$ по 2-й степени точности; поверхности диаметром D_2 — по 5-й степени точности.

2. Допуск радиального биения поверхности диаметром d относительно поверхности диаметром $D_н$ — по 7-й степени точности.

3. Допуск биения торцов E относительно оси отверстия диаметром d_2 — по 4-й степени точности.

крутящий момент от сил резания, Н·мм.

1. По известному значению диаметра d_3 базы заготовки по табл. 11 находим основные геометрические размеры гофрированной втулки: D_1, D_2, h, d_1, d_2, L, l, l_1, l_2, l_3.

2. Номинальный наружный диаметр гофрированной втулки, мм:

$$D_н = d_3 - \Delta_{гар}.$$

Рекомендуются следующие значения гарантированного зазора (мкм) между базой заготовки и наружным диаметром (мм) гофрированной втулки: при $20 < d_3 \leqslant 29$ $\Delta_{гар} = 10$; при $29 < d_3 \leqslant 53$ $\Delta_{гар} = 20$; при $53 < d_3 \leqslant 80$ $\Delta_{гар} = 30$; при $80 < d_3 \leqslant 100$ $\Delta_{гар} = 40$; при $d_3 > 100$ $\Delta_{гар} = 50$.

3. Номинальный диаметр центральной расточки гофрированной втулки (мм), $d = D_н - 2h$.

4. Приращение наружного диаметра $D_н$ (мм) гофрированной втулки для установки заготовки

$$\Delta D_н = \delta D_н + \delta d_3 + \Delta_{гар},$$

где $\delta D_н$ — допуск на наружный диаметр гофрированной втулки, мкм; рекомендуются следующие значения: при $D_н \leqslant 22$ $\delta D_н = 2{,}5$; при $22 D_н \leqslant 50$ $\delta D_н = 4$; при $50 < D_н \leqslant 80$ $\delta D_н = 5$; при $80 \leqslant D_н < 120$ $\delta D_н = 6$; при $120 < D_н \leqslant 180$ $\delta D_н = 12$; при $D_н > 180$ $\delta D_н = 20$.

5. Осевое сжимающее усилие (Н), которое нужно приложить к гофрированным втулкам для установки заготовки,

$$P_э = \frac{D_н}{x}.$$

Коэффициент x берется из табл. 21.

6. Наибольшее напряжение (МПа), возникающее в материале гофрированной втулки при нагружении осевым сжимающим усилием $P_э$,

$$\sigma_{max} = P_э \psi.$$

Коэффициент ψ берется из табл. 11.

7. По вычисленному наибольшему напряжению σ_{max} определяют материал и твердость гофрированной втулки.

8. Число гофрированных втулок оправки $n = 2$, если $2L \leqslant l_з$, и $n = 1$, если $2L > l_{заг}$.

9. Крутящий момент (Н·мм), гарантированно передаваемый спроектированной оправкой,

$$M_{кр.\,гар} = 1{,}5\pi d_3^2 P_э n 10^{-4}.$$

Должно быть соблюдено условие $M_{кр.гар} \geqslant M_{кр} K$, где $K \geqslant 2{,}5$ (см. т. 1, с. 382).

10. Не указанные в табл. 21 размеры t, c и r гофрированной втулки следующие, мм: $t = c = 0{,}3$ при $d_3 \leqslant 50$; $t = c = 0{,}5$ при $50 < d_3 \leqslant 100$; $t = c = 1{,}0$ при $100 < d_3 \leqslant 200$; $r = 0{,}5$ при $d_3 \leqslant 60$; $r = 0{,}75$ при $60 < d_3 \leqslant 90$; $r = 1{,}0$ при $90 < d_3 \leqslant 105$; $r = 2{,}5$ при $105 < d_3 \leqslant 145$; $r = 5{,}0$ при $145 < d_3 \leqslant 200$.

11. Осевые размеры вала оправки следует назначать с учетом осевых размеров обрабатываемой заготовки. Гарантированный зазор между валом оправки и втулкой $\delta_{гар} = 10$ мкм при $d_3 \leqslant 30$; $\delta_{гар} = 20$ мкм при $30 < d_3 \leqslant 100$ мм; $\delta_{гар} = 30 \div 50$ мкм при $d_3 > 100$ мм.

Поле допуска диаметра вала оправки $h4$; допуск радиального биения посадочного диаметра вала оправки относительно оси центров — в пределах 1-й, а допуск биения торца — в пределах 3—4-й степени точности. Материал вала оправки — сталь 18ХГТ или 20Х с цементированием ответственных поверхностей на глубину 1,0—1,2 мм и термообработкой до $HRC_э$ 53—57, $Ra = 0{,}63 \div 0{,}32$.

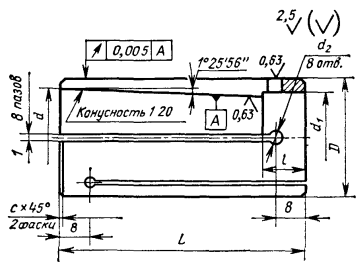
При использовании шпиндельных и фланцевых оправок отношение длины оправки к ее диаметру рекомендуется принимать не более пяти.

12. Осевые размеры проставки и нажимной втулки назначают из конструктивных соображений с учетом осевых размеров заготовки и гофрированных втулок.

Наружный диаметр проставки и нажимной втулки рекомендуется принимать равным диаметру D_1 гофрированной втулки (поле допуска $h9$).

Диаметральный зазор между проставкой (нажимной втулкой) и валом оправки 0,03—0,05 мм. Внутренний диаметр и торцы проставки и нажимной втулки шлифовать, Ra 0,32. Допуски биения торцов проставки и нажимной втулки относительно внутреннего диаметра в пределах 3—4-й

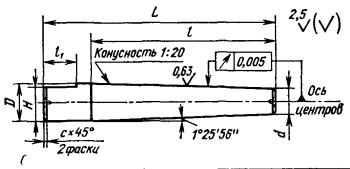
22. Цанги разрезные (размеры, мм)



D	L	d	d_1	d_2	l	c
12 13 14 15	50	8,7	—	3	—	0,6 1
16 17 18 19	70	11,7				
20 21 22 23 24	80	14,7	16 18	4	10	1,6
25 26 28 30	100	20,2	— 20		— 12	1 1,6
32 34 35 36 38	120	26,7	26 28 30	5	14	1 1,6
40 42 44 45	126	35	32 34 36 40		16	

Примечание. Материал — сталь 65Г; $HRC_э$ 41,5—46,5

23. Конический вал оправки с разрезной цангой (размеры, мм)



D	L	d	l	l_1	H	Диаметр центрального отверстия d_1	c
11	120	6	99,99	14	9	1,6	0,6
15	160	8	139,99	18	14	2	1
18	175	10,5	149,99		16		
25	225	15	199,98	20	23	2,5	2
30		20,5	189,98	30	28	3,15	
42	300	28,5	269,98	28	40	4	2,5

Примечания. 1. Материал — сталь 40Х; $HRC_э$ 46,5—51,5.
2. Размер l — для справок.

степени точности. Материал и термообработка — как у вала оправки.

Пример. Спроектировать центровую оправку с гофрированными втулками для шлифования заготовки имеющей $d_з = 70$ мм; $l_з = 150$ мм; $\delta d_з = 30$ мкм, $M_{кр} = 3500$ Н·мм.

1. По табл. 21 находим размеры, мм:
$D_1 = 68{,}5_{-0{,}06}$; $D_2 = 51{,}7_{-0{,}02}$; $h = 1{,}0$; $d_1 = 64{,}7^{+0{,}06}$; $d_2 = 50^{+0{,}007}$; $L = 34$; $l = 13$; $l_1 = 10{,}5$; $l_2 = 5{,}5$; $l_3 = 7$.
2. $D_н = 70 - 0{,}03 = 69{,}97$ мм.
3. $d = 69{,}97 - 2 \cdot 1 = 67{,}97$ мм
4. $\Delta D_н = 5 + 30 + 30 = 65$ мкм.
5. $P_з = \frac{65}{0{,}0077} \approx 8500$ Н.
6. $\sigma_{max} = 8500 \cdot 0{,}082 = 700$ МПа.
7. Так как $2 \cdot 34 = 68 < 150$ мм, $n = 2$.

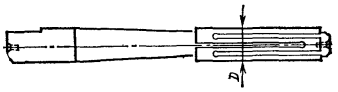


Рис. 14. Центровая оправка улучшенного типа с разрезной цангой

8. $M_{кр.гар} = 1{,}5\pi 70^2 \cdot 8500 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 39\,000$ Н·мм.
Условие $M_{кр.гар} \geqslant KM_{кр}$ соблюдается, так как $39\,000 > 2{,}5 \cdot 3500 = 8750$ Н·мм.
9. $t = c = 0{,}5$ мм; $r = 0{,}75$ мм.

Оправки центровые улучшенного типа с разрезной цангой (рис. 14) предназначены для точной обработки заготовок типа втулок и гильз (в том числе тонкостенных) на токарных и круглошлифовальных станках. Имеют большой разжим, достигающий 6—10 % от номинального диаметра, причем остаточные деформации не возникают. Это позволяет без подналадки обрабатывать заготовки в широком диапазоне диаметров базы. Точность центрирования и передаваемый крутящий момент мало зависят от исходного зазора между заготовкой и оправкой. Эти оправки отличаются повышенной надежностью и позволяют обработать до 200 тыс. заготовок. Размеры разрезной цанги см. в табл. 22, а конического вала — в табл. 23.

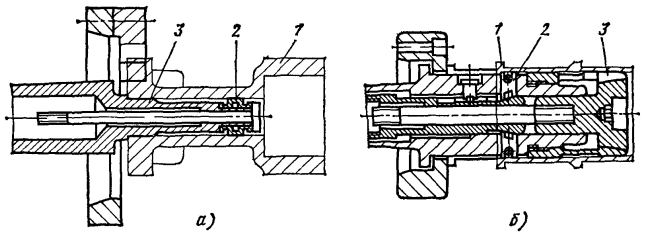


Рис. 15. Оправки с комбинированными центрирующими зажимными механизмами для одновременной установки заготовки *1*:

а — с помощью гофрированной втулки *2* и по конической шейке *3*, *б* — кулачками *2* и цангой *3*

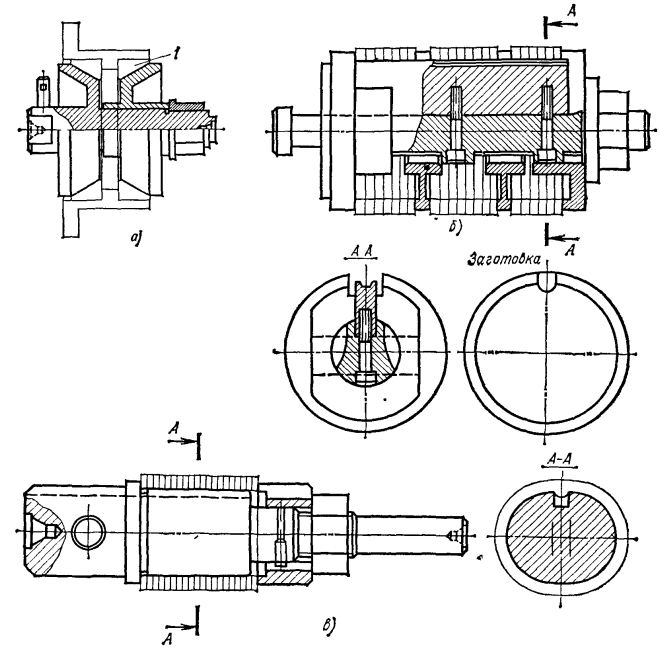


Рис. 16. Оправки для обработки:

а — заготовок с запрессованными кольцами *1* конического подшипника, *б* — пакета разрезных колец, *в* — пакета заготовок с овальным отверстием

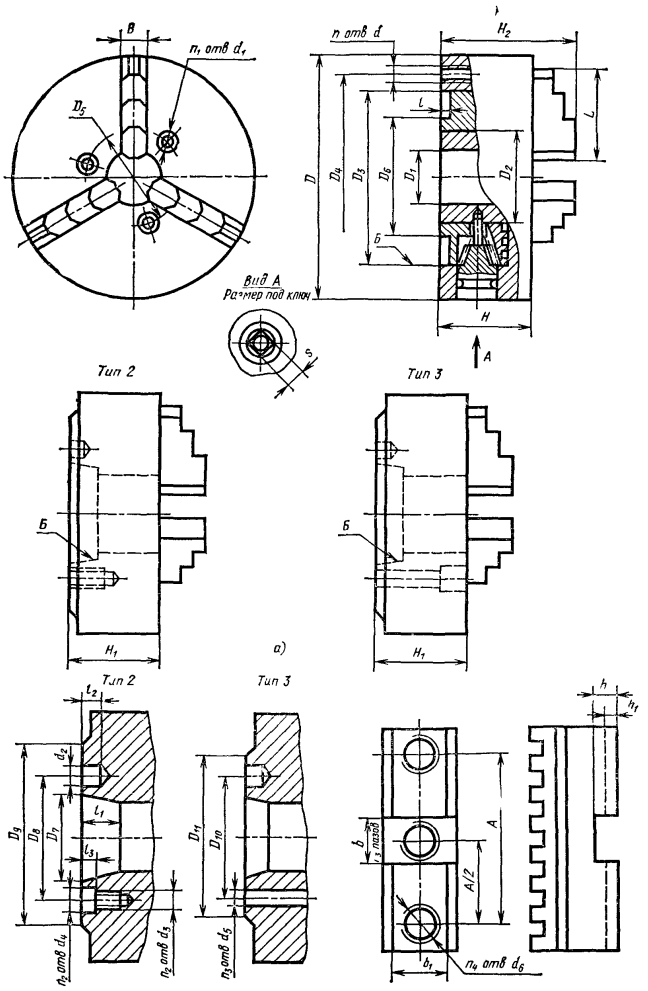


Рис. 17. Патрон самоцентрирующий трехкулачковый по ГОСТ 2675—80*:

— общий вид, *б* — присоединительные размеры патронов типов 2 и 3, присоединительные размеры кулачков исполнения *2*

Оправки могут иметь комбинированные центрирующие зажимные механизмы (рис. 15) или применяться для обработки заготовок с базами, отличающимися от рассмотренных выше цилиндрических, шлицевых и резьбовых отверстий (рис. 16).

Усилия закрепления заготовок при использовании различных оправок см. т. 1, с. 378; погрешности установки заготовок на оправках см. т. 1, с. 519; деформации заготовок при закреплении на различных оправках и возникающие при этом отклонения формы и расположения обработанных поверхностей заготовок см. т. 1 с. 540.

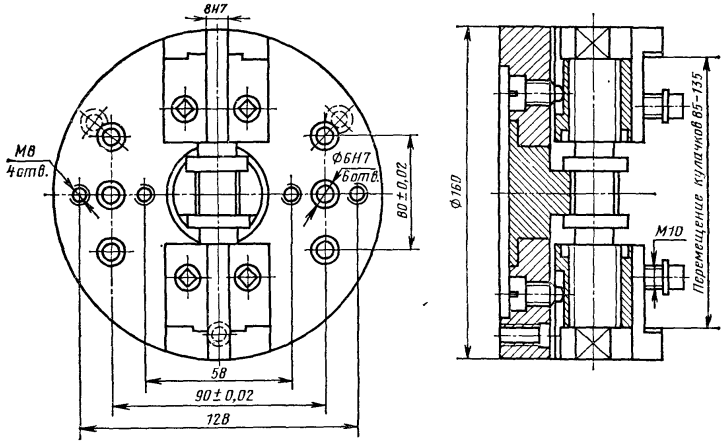


Рис. 18. Патрон двухкулачковый переналаживаемый диаметром 160 мм.

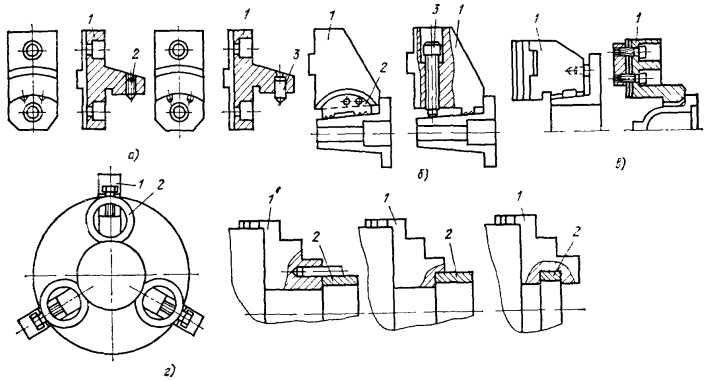


Рис. 19 Накладные кулачки *1*:

а — с регулируемыми винтами *2* или с постоянными штифтами *3*, *б* — с качающейся губкой *2* или с регулируемым винтом *3* для установки по конической базе, *в* — для установки по диаметру заготовки; *г* — с расточенными пальцами *2*; *д* — схемы расточки накладных кулачков при зажатом распорном кольце *2*

ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Самоцентрирующие двух- и трехкулачковые токарные патроны общего назначения стандартизованы (рис. 17, табл. 24—28).

Двухкулачковые патроны служат для установки небольших заготовок сложной формы (детали арматуры и др.), часто используются как переналаживаемые. В двухкулачковом переналаживаемом патроне (рис. 18) заготовка устанавливается на ложементе и закрепляется наладками, установленными на кулачках с помощью шпоночного паза 8*H*7 и двух болтов М10. На торце патрона можно установить дополнительную наладку по двум отверстиям диаметром 6*H*7 с креплением винтами М8.

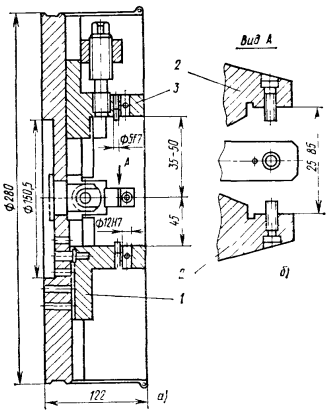


Рис. 20. Патрон четырехкулачковый для обработки штуцеров:

а — базовая конструкция (заготовка устанавливается на опоре *1* с помощью сменной наладки и закрепляется сменными губками кулачков *2* и *3*); *б* — пример наладки

Трехкулачковые спирально-реечные патроны обычно имеют сборные кулачки и два комплекта цельных кулачков — прямых и обратных для установки больших заготовок. В целях переналадки используют накладные кулачки, которые растачивают в размер базы заготовки при зажатом распорном кольце (рис. 19).

Четырехкулачковые патроны применяют для установки заготовок с некруглыми базами, а также при изготовлении эксцентриков, при обработке отверстий со смещенными осями и др. (рис. 20). Корпуса четырехкулачковых патронов могут использоваться в качестве планшайб для установки заготовок по обработанным базам.

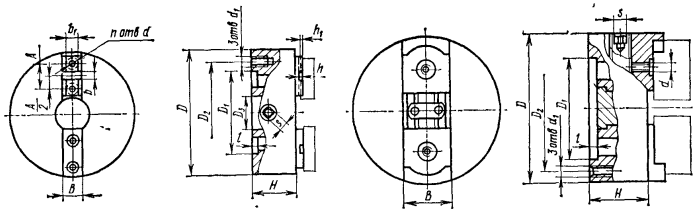
Токарные патроны общего назначения бывают классов точности: нормальной (Н), повышенной (П), высокой (В) и особо высокой (А); изготавливаются в соответствии с техническими требованиями, указанными в табл. 29—37.

Параметры шероховатости ответственных поверхностей деталей патронов: передней и цилиндрической поверхностей патрона $Ra \leqslant 1{,}25$; поверхностей пазов корпуса и кулачков, зубьев кулачков, спирали и посадочных поверхностей спиральных дисков, посадочной поверхности ступицы корпуса, пазов ползуна клиновых патронов $Ra \leqslant 2{,}5$ патронов классов точности Н и П и $Ra \leqslant 1{,}25$ для патронов классов точности В и А; профиля резьбы винтов для кулачков патронов с независимым перемещением $Rz \leqslant 20$; поверхности зубьев шестерен и профиля резьбы кулачков для патронов с независимым перемещением — $Rz \leqslant 40$. Внутренние необработанные поверхности подлежат очистке и маслостойкой окраске.

Патроны подлежат проверке на прочность (см. табл. 35), точность патронов должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 30—32. Допуски биений переходного фланца и конца шпинделя см. табл. 36, суммарное усилие закрепления заготовок в трехкулачковых патронах см. табл. 27.

Погрешности установки заготовок в токарных патронах см. т. 1, с. 520.

24. Патроны самоцентрирующие двухкулачковые (ГОСТ 14903—69*), размеры, мм



Обозначение патронов		D	D_1 (поле допуска $H7$)	D_2 (поле допуска $H11$)	D_3, не менее	B		H, не более		b (поле допуска $H7$) $= b_1$ (поле допуска $H8$)	A	h	h_1	n	d		d_1
Тип А	Тип Б					Тип А	Тип Б	Тип А	Тип Б						Тип А	Тип Б	
7102—0001	7102—0006	125	95	108	30	20	28	60	80	10	30	5	3	2	М8	М10	М8
7102—0002	7102—0007	160	130	142	40	28	36	65	90	15	40				М10	М12	
7102—0003	7102—0008	200	165	180	50		40	75	100		50						М10
7102—0004	7102—0009	250	210	226	65	36	50	85	110	20	65	7			М12	М16	М12
7102—0005	7102—0010	315	270	290	80		60	95	115		80	8	4	3			

Примечания: 1. Тип А — спиральнореечные, тип Б — винтовые.
2. Крепление через переходной фланец по ГОСТ 3889—80*.
3. Посадка сменного кулачка в рейку по размеру b — по $H7/h6$, по размеру b_1 — по $H8/h8$.
4. В ГОСТ 14903—69* предусмотрено. $l = 4$ и 5; $s = 9 \div 14$.
Пример условного обозначения патрона типа А диаметром 125 мм: патрон 7102—0001 ГОСТ 14903—69*; патрона типа Б диаметром 125 мм: патрон 7102—0006 ГОСТ 14903—69*.

25. Патроны самоцентрирующие трехкулачковые по ГОСТ 2675—80* (см. рис. 17), размеры, мм

Обозначение патрона						D	Условный размер конца шпинделя для патронов типа		D_1, не менее	H	H_1	H_2	L	Масса, кг
Тип 1		Тип 2		Тип 3						Не более				
Исполнения														
1	*2*	*1*	*2*	*1*	*2*		2	3						
7100—0001	—	—	—	—	—	80	—	—	16	50	—	66	32	2
7100—0002	—	—	—	—	—	100			20	55		75	42	4
7100—0003	—	7100—0025	—	—	—	125	3	—	25	60	65	90	51	6
—	—	7100—0026	—	—	—		4							
7100—0005	7100—0006	7100—0027	7100—0028	—	—	160			40	65	75	105	70	12
—	—	7100—0029	7100—0030	—			5							
7100—0007	7100—0008	7100—0031	7100—0032	7100—0059	7100—0060	200		4	50	75	85	125	85	17
—	—	7100—0033	7100—0034	—	—		6	—						
7100—0009	7100—0010	7100—0035	7100—0036	7100—0061	7100—0062	250		5	65	85	95	140	105	31
—	—	7100—0037	7100—0038	—	—		8	—						
7100—0011	7100—0012	7100—0039	7100—0040	7100—0063	7100—0064	315	6	6	80	95	100	145	125	50
—	—	7100—0041	7100—0042	—	—		8	—						
7100—0015	7100—0016	7100—0043	7100—0044	7100—0065	7100—0066	400		8	100	105	110	190	145	90
—	—	7100—0045	7100—0046	—	—		11	—						
7100—0017	—	7100—0047	7100—0048	—	—	500	8		140	115	120	200	170 (145)	140
—	7100—0018	7100—0049	7100—0050	7100—0067	7100—0068		11	11						
7100—0019	—	7100—0051	7100—0052	—	—	630	11	—	190	125	130	210	225 (160)	190
—	7100—0020	7100—53	7100—54	7100—0069	7100—0070		15	15						

Примечания: 1. Размеры и обозначения см. рис. 17, *а — в*.
2. Типы патронов: 1 — с цилиндрическим центрирующим пояском, устанавливаемые на шпиндель станка через переходной фланец; 2 — с креплением непосредственно на фланцевые концы шпинделей под поворотную шайбу;
3 — с креплением непосредственно на фланцевые концы шпинделей по ГОСТ 12595—72*.
3. Исполнения: *1* — с цельными и *2* — со сборными кулачками.
4. Размеры в скобках для патронов исполнения *2*.
5. $D_2 = 33 \div 360$; $B = 12 \div 60$ и $s = 6 \div 17$.
6. Присоединительные размеры патронов типа 1 см. табл. 16; типов 2 и 3 — табл. 27; для кулачков исполнения *2* — табл. 28;
Пример условного обозначения патрона типа 1 диаметром 200 с цельными кулачками, класса точности П: патрон 7100—0007—П — ГОСТ 2675—80*.

26. Присоединительные размеры (мм) патронов типа 1 по ГОСТ 2675—80* (см. рис. 17)

D	D_3 (поле допуска $H7$)	D_4	D_5	D_6	d	d_1	l
80	55	66	—	38	M6	—	3
100	72	86		45	M8		4
125	95	108		60			
160	130	142	62	86		11	
200	165	180	82,6	110	M10		
250	210	226	104,8	142	M12		5
315	270	290	133,4	162		13	
400	340	368	171,4	218	M16	17	
500	440	465	235	290		22	6
630	560	595	330,2	390		26	

Примечания: 1. Для патронов диаметром $D \leqslant 400$ $n = 3$ и $D \geqslant 500$, $n = 6$.
2. Для патронов $D \leqslant 160$ $n_1 = 3$.

27. Присоединительные размеры (мм) патронов типов 2 и 3 по ГОСТ 2675—80 (см. рис. 17)

Условный размер конуса шпинделя станка	D_7		D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	d_2	d_3	d_4	d_5	l_1	l_2	l_3	n_2	n_3
	номинальный	пред. откл.													
3	53,975	+0,003 −0,005	75	102	—	—	—	M10	12	—	11	6,5	5	3	—
4	63,513		85	112	82,6	108	14,7			12	—				3
5	82,563	+0,004 −0,006	104,8	135	104,8	133	16,3				13			4	6
6	106,375		133,4	170	133,4	165	9,45	M12	14	14	14		5,5		
8	139,719	+0,004 −0,008	171,4	220	171,4	210	24,2	M16	18	18	16	8	6,5		
11	196,869	+0,004 −0,01	235	290	235	280	29,4	M20	22	22	18		8,5	6	
15	285,775	+0,004 −0,012	330,2	400	330,2	380	35,7	M24	26	26	19	10	—		

Примечание. Смещение осей отверстий диаметров d_2, d_3, d_4 от номинального расположения для патронов диаметром $D \leqslant 500$ составляет 0,15 мм, для $D > 500$ — 0,2 мм; база — отверстие $Б$ (допуск зависимый).

28. Присоединительные размеры (мм) для кулачков исполнения 2 патронов по ГОСТ 2675—80* (см. рис. 17)

D	h	h_1	$b = b_1$	d_6	n_3	n_4	A
160	5	3	12	M8	1	2	40
200			15	M10			50
250	7		20	M12			65
315	8	4				3	80
400	9		25	M16			95
500					2	4	
630			30	M20	3	5	

Примечание. Смещение осей отверстий диаметром d_6 для патронов диаметром $D \leqslant 500$ мм составляет 0,15 мм; $D > 500$ мм — 0,2 мм.

29. Материалы и твердость ответственных деталей патронов

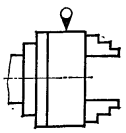
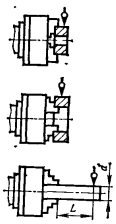
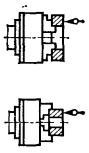
Наименование деталей	Материалы	$HRC_э$, не менее
Корпус	Чугун с показателями не ниже, чем у марки СЧ 30. Стали с пределом прочности $\sigma_в \geqslant 500$ МПа	43,5 (для поверхностей, указанных в рабочих чертежах)
Спиральные диски, ползуны, винты для независимого перемещения кулачков	Стали с пределом прочности $\sigma_в \geqslant 500$ МПа	53,5
Основания кулачков, кулачки, рейки, рычаги, конические шестерни, седла, втулки опорных подшипников		43,5
Накладные кулачки	Цветные сплавы и стали	Без термообработки

30. Предельные значения допустимой статической неуравновешенности патронов, кг·м

Класс точности патронов	Диаметр патрона, мм									
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
А	0,00011	0,00016	0,00023	0,00032	0,00045	0,00063	0,00090	0,00140	0,00200	0,00250
В	0,00018	0,00025	0,00035	0,00050	0,00071	0,00100	0,00140	0,00200	0,00250	0,00400
П	0,00028	0,00040	0,00056	0,00080	0,00112	0,00160	0,00224	0,00310	0,00420	0,00600
Н	0,00045	0,00063	0,00090	0,00125	0,00180	0,00250	0,00355	0,00500	0,00710	0,01

Примечание. Патроны в собранном виде, кулачки — в крайнем наружном положении.

31. Допуски формы и расположения поверхностей для самоцентрирующих патронов, мкм

Наименования отклонений	Схема проверки	Классы точности патрона	Диаметр патрона, мм									
			80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Радиальное биение наружного диаметра		А	10		12		15		20	40		20 *
		В	15		20		25		30	60		
		П	25		30		40		50	100		10 *
		Н	40		50		60		80			
Радиальное биение контрольного кольца или контрольной оправки, установленных в прямых кулачках		А	20		25		30		40	50		
		В	30		40		50		60	80		
		П	50		60		80		100	120		
		Н	60		80		100		120	160		
Торцовое биение контрольного кольца (для патронов со сборными кулачками кольцо закреплено только внутренними ступенями кулачков)		А	10		15				20			
		В	20		30				40			
		П	30		40				50			
		Н	40		60				80			

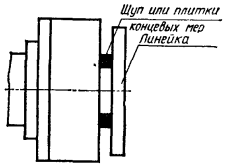
Примечания: 1. Значения со звездочкой — для радиального биения по контрольному пояску патронов диаметром 630 мм.
2. Размеры контрольных колец см. табл. 33.
3. Диаметры d и вылеты L контрольных оправок см. табл. 34.
4. Для патронов со сборными кулачками закрепление контрольного кольца только внутренними ступенями кулачков.

32. Допуски формы и расположения поверхностей для патронов с независимым перемещением кулачков, мкм

Наименование отклонения	Классы точности патронов	Диаметр патрона, мм									
		160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
Торцовое биение контрольного кольца, закрепленного внутренними и наружными ступенями кулачков *	А	30				40				60	
	В	80								100	
	П	120								160	
	Н	200								250	

* См. эскиз табл. 31.

Продолжение табл. 32

Наименование отклонения	Классы точности патронов	Диаметр патрона, мм									
		160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
Отклонение от плоскостности передней поверхности патрона 	А	20		25			30				
	В										
	П	30		40			50				
	Н	50		60			80				

33. Контрольные кольца (размеры, мм)

Параметр кольца	Диаметр патрона									
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Наружный диаметр при установке в обратных кулачках	63	80	100		160		250		400	
	35	50	62	88	96	150	210	250	300	400
Внутренний диаметр при установке в прямых кулачках	60	75	100	135	162	200	252	282		325
	45	52	62		92	135	202			
Ширина	30		40		45		50		55	

34. Контрольные оправки (размеры, мм) *

Параметр оправки	Диаметр патрона, мм									
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Диаметр d	8	12	16	20	25	32	50		55	
	12	16	20	32		50	80			
	15	18	28	40	45	55	100		125	
Вылет L	40		50		80		120		160	

* См. эскиз табл. 31.

35. Глубина резания t (мм) и подача s (мм/об) обработки заготовок при проверке патронов на прочность

Диаметр патронов	Диаметр заготовки	Вылет заготовки	Класс точности патронов							
			А		В		П		Н	
мм			t	s	t	s	t	s	t	s
80	22	30	0,4	0,1	0,6	0,15	1,1	0,25	1,4	0,3
100	25	40	0,45	0,12	0,7	0,18	1,2	0,3	1,6	0,4
125	35	50	0,5	0,14	0,8	0,22	1,3	0,36	1,8	0,5
160	55	70	0,55	0,15	0,9	0,25	1,5	0,42	2,4	0,6
200	75	90	0,6	0,18	1	0,3	1,7	0,5	2,6	0,7
250	95	110	0,7	0,2	1,1	0,33	1,9	0,55	3	0,8
315	120	130	0,8	0,22	1,3	0,36	2,1	0,6	3,5	0,9
400	150	150	0,9	0,3	1,5	0,45	2,4	0,7	4	1
500	190	180	1	0,3	1,6	0,5	2,7	0,75	4,5	1,1
630	230	210	1,1	0,35	1,8	0,55	3	0,8	5	1,2

Примечания: 1. Вылет заготовки отсчитывается от торцов кулачков патрона.
2 Скорость резания 20 м/мин.

36. Допуски радиального и торцового биений (мкм) переходного фланца и конца шпинделя станка, принятого для контроля точности токарных патронов

Класс точности патронов	Диаметр патрона, мм								
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
А	2		3	4		5		6		
В	4		5	6		8		10		
П	6		8	10		12		15		
Н	10		12	16		20		25		

37. Суммарное усилие закрепления заготовок в трехкулачковых самоцентрирующих патронах

Диаметр патронов, мм	Максимальный крутящий момент на ключе, Н·м	Суммарное усилие закрепления тремя кулачками, Н
80	34,3	7 840
100	49	8 820
125	73,5	16 660
160	122,5	24 500
200	156,8	29 400
250	176,4	44 100
315	196	53 900
400	274,4	63 700
500	352,8	83 300
630	450,8	102 900

Достигаемые точности обработки см. т. 1, с. 539. Деформации заготовок при закреплении в патронах см. т. 1, с. 540.

МАГНИТНЫЕ ПАТРОНЫ И ПЛАНШАЙБЫ

В качестве универсальных безналадочных приспособлений часто применяют магнитные патроны. В табл. 38 приведены их основные размеры по ГОСТ 24568—81.

Технические требования на магнитные патроны определены ГОСТ 24568—81. Они выпускаются четырех классов точности: Н, П, В и А.

Предельные отклонения показателей точности патронов классов точности Н и В не должны превышать значений, указанных в табл. 39.

Жесткость патронов характеризуется смещением δ образца под действием нагрузки Q (табл. 40).

На рис. 21 приведена схема определения удельной силы притяжения патрона p_y на полюсе, определяемая по формуле

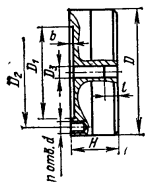
$$p_y = p/2l\,(t+l),$$

где p — усилие отрыва, Н; l — ширина полюса, мм; t — межполюсное расстояние, мм; для патронов классов точности Н и П $p_y \geqslant 70$ Н/см²; для патронов классов точности В и А $p_y \geqslant 40$ Н/см².

Удельная сила притяжения p_0, вызванная остаточным магнетизмом патрона, не должна превышать 0,5 Н/см².

Крутящий момент $M_{кр}$ на рукоятке ключа, необходимый для включения

38. Универсальные магнитные патроны по ГОСТ 24568—81 мм (размеры, мм)



Обозначение патронов	D	D_1	D_2	$D_3 = l$, не более	b	d (поле допуска $H7$)	H, не более	Число отверстий n	Масса, кг, не более
7108—0001	80	55	66	8	3	М6	50	3	1,5
7108—0002	100	72	86	10		М8	55		2,0
7108—0003	125	95	108	12	4		60		4.0
7108—0005	160	130	142	16			65		8,0
7108—0006	200	165	180	20		М10	75		12,0
7108—0007	250	210	226	25	5	М12	85		24,0
7108—0008	315	270	290	32			95		40,0
7108—0010	400	340	368	40		М16	105		70,0
7108—0011	500	440	465	50	6		115	6	120,0

Примечания: 1. Патроны с центральным отверстием D_3 изготавливаются по требованию заказчика.
2 Для патронов классов точности П, В и А в условное обозначение добавляется индекс класса точности.
Примеры условного обозначения патрона класса точности Н, диаметром $D = 80$ мм: патрон 7108—0001 ГОСТ 24568—81.
Патрон класса точности П, диаметром $D = 80$ мм: патрон 7108—0001 П ГОСТ 24568—81.

39. Предельные отклонения показателей точности стандартных магнитных патронов

Наименование отклонений	Класс точности патронов	Предельные отклонения, мкм, для диаметров D патронов, мм			
		До 125	Св. 125 до 200	Св. 200 до 315	Св. 315
Допуски прямолинейности рабочей поверхности патронов в заданных сечениях, параллельности рабочей поверхности патрона относительно поверхности основания, торцового биения рабочей поверхности патрона	Н	8	10	12	16
	П	5	6	8	10
	В	3	4	5	6
	А	2	2,5	3	4
Допуск радиального биения наружной поверхности патрона относительно D_1	Н	25	32	40	50
	П	15	20	25	30
	В	10	12	16	20
	А	6	8	10	12

Примечания: 1. Выпуклость рабочей поверхности патрона не допускается.
2. Патроны классов точности П и А изготавливаются по требованию заказчика.

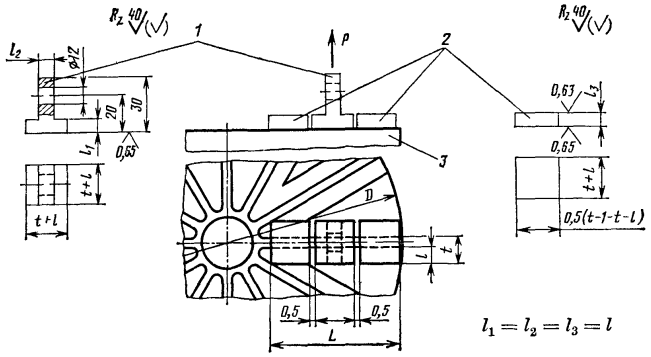


Рис. 21. Схема определения удельной силы магнитного притяжения магнитного патрона по ГОСТ 24568—81:

1 — испытательная пластина; *2* — перекрывающая пластина; *3* — магнитный патрон

40. Нормы жесткости стандартных магнитных патронов

Диаметр патрона, мм	Для патронов классов точности			
	Н и П		В и А	
	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более
До 125	63	5,0	40	2,0
Св. 125 » 200	100	8,0	63	3,2
» 200 » 315	160	12,0	100	5,0
» 315	250	20,0	160	8,0

и выключения приспособления, не должен превышать 3,2 Н·м для патрона диаметром 80 мм и 20,0 Н·м — для патрона диаметром 500 мм. При этом усилие на рукоятке ключа для патронов диаметром до 125 мм не должно превышать 50 Н, для патронов диаметром более 125 мм — 80 Н.

Возможность использования стандартных магнитных патронов при точении деталей типа дисков ориентировочно определяется данными, приведенными в табл. 41.

Нестандартные магнитные патроны отличаются от стандартных габаритами, конструкцией и другими параметрами, которые сообщают приспособлению требуемые для данной операции качества. Как правило, нестандартные магнитные патроны имеют более высокую удельную силу притяжения.

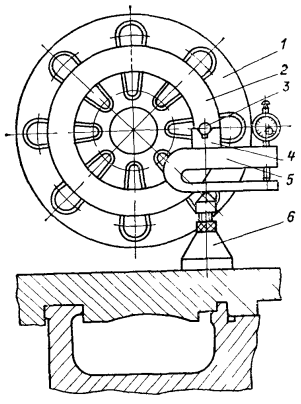


Рис. 22. Схема установки для испытания магнитного патрона:

1 — магнитный патрон; *2* — экспериментальная деталь-кольцо, *3* — палец, *4* — призма; *5* — динамометр, *6* — домкрат

41. Ориентировочные режимы резания при обработке деталей типа дисков на стандартных магнитных патронах

Диаметр патрона, мм	Размеры образца диска, мм		Класс точности патрона	Режим обработки*	
	Диаметр	Толщина		Глубина резания, мм	Подача, мм/об
80	80	10	Н, П	0,40	0,110
			В, А	0,14	0,050
100	100		Н, П	0,45	0,120
			В, А	0,16	0,056
125	125	20	Н, П	0,50	0,140
			В, А	0,18	0,063
160	160		Н, П	0,56	0,160
			В, А	0,20	0,071
200	200		Н, П	0,63	0,180
			В, А	0,22	0,080
250	250		Н, П	0,71	0,200
			В, А	0,25	0,090
315	315		Н, П	0,80	0,220
			В, А	0,28	0,100
400	400		Н, П	0,90	0,250
			В, А	0,32	0,110
500	500		Н, П	1,0	0,280
			В, А	0,36	0,120

* Скорость резания 20 мм/мин.

Примечание. Заготовка укрепляется на патроне предварительно обработанной поверхностью.

Магнитные патроны применяют в основном для закрепления единичных заготовок типа дисков, колец и фланцев при выполнении таких операций, как точение, сверление, шлифование, а также в поворотных и делительных устройствах и прежде всего для разметочных работ.

При выбранной конструкции магнитного патрона основной технологической задачей является расчет условий равновесия заготовки, находящейся под действием магнитных сил и сил резания.

При специализации магнитных патронов для выполнения определенных видов работ расчет условий равновесия заготовок основывается на экспериментальных данных, что повышает точность и оперативность решения задачи. В качестве примера на рис. 22 приведен эскиз установки для экспериментального определения критического крутящего момента $M_{кр}$ заготовки в виде кольца (с наружным и внутренним диаметром соответственно D и d), закрепленной на магнитном патроне. Для определения условий равновесия заготовок разных размеров вытачивается несколько колец с диаметрами $D_1 < D_2 < D_3$ и т. д. при $d = d_{min} = \text{const}$. Закрепляя каждое кольцо на патроне и растачивая (увеличивая) внутренний диаметр его d, экспериментально определяют функцию $M_{кр} = f(d)$ при $D_i = \text{const}$. Эта функция представляется графически (квадрант *I*, рис. 23) и может быть использована для решения задачи о равновесии заготовки:

$$M_{кр} \geqslant P_z \frac{D_i}{2}.$$

Используя зависимость $P_z = C_p t^{x_p} s^{y_p}$ и представляя ее в логарифмической системе координат, можно построить номограмму для определения допустимой (по моменту) подачи s при выбранном припуске (глубине резания t) и заданных габаритных размерах заготовки (D и d). Изменяя основные факторы, влияющие на силу магнитного притяжения заготовки (материал, шероховатость опорной поверхности и др.), можно вычислить эквивалентные значения подач ($0{,}75s$; $0{,}5s$ и т. д.) и тем самым расширить универсальность номограммы.

ЦАНГОВЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Цанги применяются в металлорежущих станках для зажима заготовок и режущего инструмента.

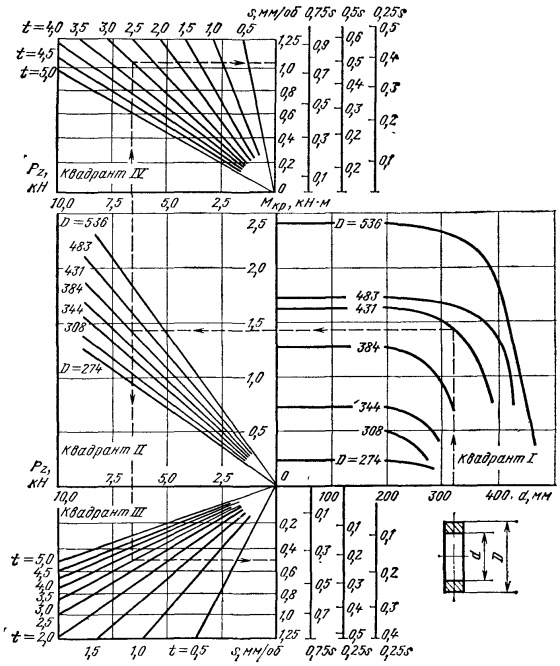


Рис. 23. Номограмма для определения условий равновесия заготовок, закрепленных на магнитном патроне (диаметром 530 мм $P_у$ = 680 кПа); квадрант *III* — для продольного точения, квадрант *IV* — для подрезки торца

Область применения цанг увеличивается с повышением точности зажима, которая в свою очередь зависит от жесткости связи между зажимными элементами цанги и уменьшается с увеличением отклонений размеров зажимаемой детали. Цанги являются наиболее подходящим видом приспособления для установки и закрепления тонкостенных малоустойчивых деталей. Кроме выполнения этих функций, цанги служат для подачи и загрузки (подающие цанги), а также для установки обрабатываемой детали или режущего инструмента — центрируют ее по наружной или внутренней цилиндрической поверхности.

Цанговые патроны являются главным средством крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком.

На рис. 24 приведены варианты конструктивных схем цангового зажима.

Основные элементы цанги (рис. 25) следующие: *I* — рабочая часть — губка, образованная разрезами и служащая зажимным элементом (*ЗЭ*), включающая клиновое передаточно-усилительное звено (*ПУЗ*); *II* — упругая часть — лепесток, образованный разрезами, и переходной участок; *III* — присоединительная часть — направляющий поясок и резьбовая часть.

Некоторые элементы могут отсутствовать или, наоборот, могут быть дополнительные элементы.

Патрон (или приспособление) вместе с объектом закрепления (заготовка — деталь, режущий инструмент, подвижный рабочий орган) составляют систему *П — Д* (патрон — деталь или приспособление — деталь), основными характеристиками которой являются сила, жесткость, точность, прочность, долговечность, быстродействие, компактность, простота, защищенность от попадания стружки, эмульсии и др.

Синтез схемы или выбор оптимальной структуры патрона (приспособления) в начальной стадии проектирования в зависимости от исходных данных не может быть выполнен без строгой обобщающей классификации. На рис. 26 приведена элементная структура зажимного патрона механического исполнения с указанием

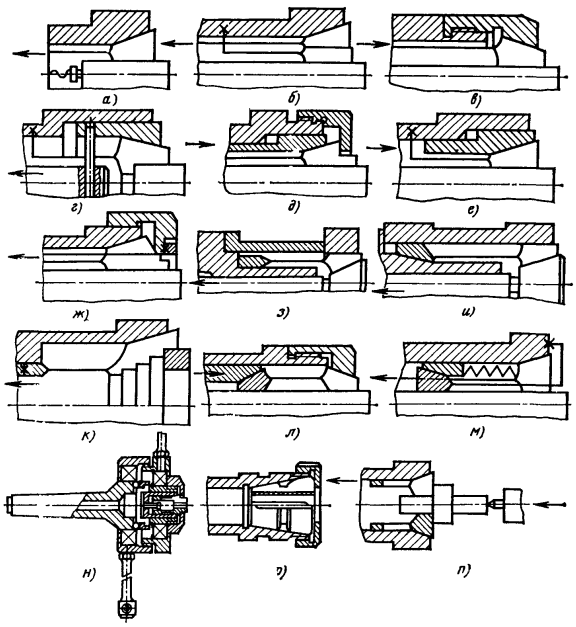


Рис. 24. Конструктивные схемы цанговых приспособлений и патронов:
а — с цангой тянущего типа; *б* — с неподвижной цилиндрической цангой (дополнительной); *в* — с нажимной цангой, имеющей обратный конус; *г* — с нажимной втулкой и цангой с обратным конусом; *д* — с нажимной втулкой, неподвижной цангой и упорной гайкой; *е* — с нажимной втулкой и неподвижной цангой; *ж* — с нажимной втулкой и плавающей цангой; *з* — для одинарного зажима детали по отверстию; *и* — для двойного зажима детали по отверстию; *к*—для зажима деталей разного диаметра; *л* — со сдвоенной цангой и нажимной втулкой; *м* — с дополнительной неподвижной цангой; *н* — для зажима на ходу; *о* — с двухконусной безлепестковой цангой и нажимной гайкой; *п* — с зажимом от давления заднего центра

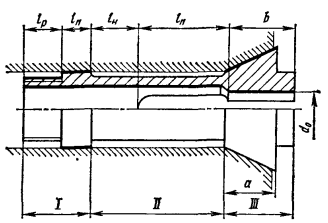


Рис. 25. Основные элементы зажимной цанги:

$l_р$ — длина резьбы; $l_н$ — длина направляющего пояска; $l_п$ — длина переходного участка; $l_л$ — длина лепестка; b — длина губки

внешних и внутренних связей элементов: передаточно-усилительных звеньев (*ПУЭ*); зажимных (*ЗЭ*), упругих (*УЭ*), а также вспомогательных (*ВЭ*). Зажимные элементы *ЗЭ* могут располагаться в один, два и более рядов (для закрепления деталей типа тел вращения и хвостового режущего инструмента применяется одинарный и двойной зажимы). Различают *ЗЭ* основные (*О*), промежуточные (*П*), дополнительные (*Д*), фиксирующие или стопорящие (*Ф*) и их сочетания.

Основные *ЗЭ* связаны с приводом (с одной стороны) и с деталью (с другой стороны); иногда основной *ЗЭ* связан с деталью через промежуточный *ЗЭ*. Промежуточный *ЗЭ* никогда не связан с приводом, так как не участвует в преобразовании сил и перемещений и остается неподвижным в осевом направлении, перемещаясь с основным *ЗЭ* (сменный элемент) или с деталью (плавающий элемент).

Дополнительные *ЗЭ* могут образовывать дополнительный ряд зажима, сдвинутый относительно основных *ЗЭ*, или располагаться в одном ряду с основными *ЗЭ*, чередуясь. Дополнительные *ЗЭ* могут быть связаны с приводом самостоятельно или через основные *ЗЭ*. Связь дополнительных и основных *ЗЭ* может быть жесткая, через упругий элемент (*УЭ*) или с помощью байонетного замка. За счет регулировки или конструктивного исполнения основные и дополнительные *ЗЭ* работают независимо, последовательно, параллельно и параллельно-последовательно, что в каждом случае требует различного описания процесса зажима.

Фиксирующие *ЗЭ* могут быть связаны с корпусом *К* или с другими *ЗЭ*. Эти элементы фиксируют положение объекта или стопорят его до закрепления.

УЭ могут быть связаны с *ПУЭ*, *ЗЭ* или корпусом *К* патрона (*П*)

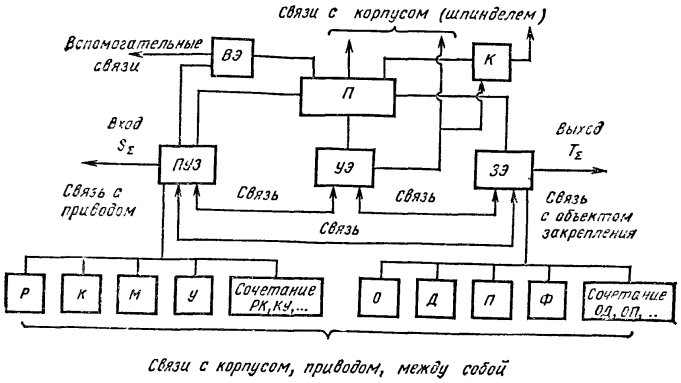


Рис. 26. Структура элементов зажимного патрона (приспособления) и связей в нем

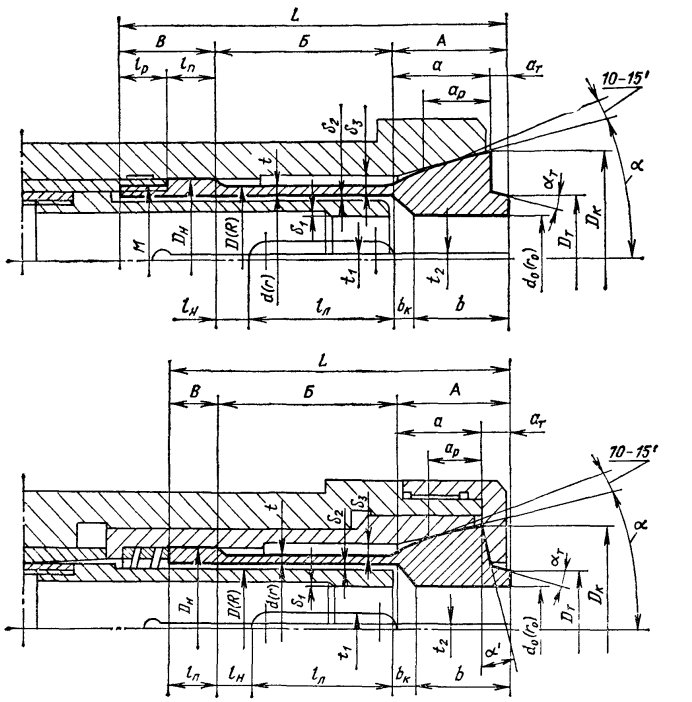


Рис. 27. Основные параметры стандартных зажимных и подающих цанг, применяемых в токарных автоматах и револьверных станках:

а — тянущего типа; *б* — с упорной гайкой

и выполнять различные функции. Вспомогательные элементы (*ВЭ*) определяют не столько принцип действия патрона, сколько его конструктивные особенности. К ним относятся фланцы, упоры, оси, втулки, уплотнения, демпферы и др.

Материалом для цанг служат цементируемые или высокоуглеродистые стали, обладающие большой ударной вязкостью (упругостью) и позволяющие при закалке обеспечить высокую твердость рабочей поверхности, что существенно увеличивает сопротивляемость износу. По степени увеличения износостойкости марки сталей, применяемые для цанг, распределяются следующим образом: 65Г, 18ХГТ, У7А—У12А, 4ХС, 9ХС, Р9. По упругим свойствам (ударной вязкости) они располагаются в обратной последовательности.

В особых средах (высокая температура, коррозия и др.) могут применяться высоколегированные коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные (деформируемые стали и сплавы по ГОСТу 5632—72 *). Наиболее рекомендуется сталь 65Г (ГОСТ 1050—74 **).

42. Материалы для цанг, их механические свойства и термообработка

Сталь	Наименование стали и ГОСТ	Механические свойства $\sigma_в$, МПа	Механические свойства $\sigma_т$, МПа	Закалка: Температура и охлаждающая среда, °С	Отпуск: Температура и охлаждающая среда, °С	HRC: рабочей части губки, не менее	HRC: упругой части лепестка, не более
65Г	Углеродистая качественная конструкционная, 1050—74 **	1000	800	830, м	480, м		
60С2А 50ХФА	Рессорно-пружинная, 14959—79	1600 1300	1400 1100	870, м 850, м	420, м 520, м	58—62	42—48
У7А У8А У9А	Инструментальная углеродистая, 1435—74	750—1200	650	800—820, в 780—800, в	450—480, м	60—62	35—40
У10А; У11А У12А; У13А			750	760—780, в	Старение 120—150, м		
4ХС 9ХС	Инструментальная легированная, 5950—73 *	850 900	650 700	880—900, м 820—860, м	400—450, м 420—450, м	52—56 57—60	40—44 47—50
12ХН3А 15ХА 18ХГТ	Легированная конструкционная, 4543—71 *	1000 750 1500	850 600 1300	860, м 880, м 880, м	180, вз, м 180, вз, м 200, в (м)	58—62	40—45
Р9	Быстрорежущая	1300	650	850, м	300, вз, м	60—65	40—45

Примечание. Вода — в; масло — м; воздух — вз.

43. Минимальные зазоры Δ_{min} между зажимаемой поверхностью заготовки (инструмента) и цангой (размеры, мм)

Зажимаемый объект	Диаметр зажимаемого объекта d, мм: 5—15	15—30	30—55	50—90	Св. 90
Пруговый материал Штучные заготовки	0,1—0,15 0,08—0,1	0,15—0,2 0,1—0,13	0,2—0,3 0,13—0,18	0,25—0,35 0,18—0,25	0,35—0,5 0,25—0,35
Предварительно обработанная поверхность, режущий инструмент	0,02—0,04	0,04—0,06	0,06—0,08	0,08—0,12	0,12—0,18

Выбор марки стали для цанг определяется их упругими и другими механическими свойствами, условиями работы конструкции приспособления, характером нагрузок и напряжений, износостойкостью. Для повышения износостойкости цанг их рабочую часть армируют твердым сплавом или выполняют специальное напыление.

Основные сведения о материалах для цанг приведены в табл. 42.

При регулировке зажимных цанг для надежной подачи и установки детали или инструмента необходимо выдержать зазор, минимальное значение Δ_{min} которого приведено в табл. 43.

В случае отсутствия в приспособлении принудительного раскрытия цанги, регулировка, жесткость и угол конуса цанги должны предусматривать ее саморазжим.

Характеристики зажимных и подающих цанг (рис. 27 и табл. 49—50) зависят от основных параметров их

44. Формулы для расчета основных параметров поперечного сечения цанги (см. рис. 28,б)

Параметр	Формула для расчета	Примечание
Центральный угол, °	$\psi = \frac{360°}{Z} - 2\arcsin\frac{t_1}{R+r}$	Z — число лепестков; t_1 — ширина разреза лепестка
Момент инерции относительно центральной оси, мм⁴	$J = K_1(R^4 - r^4) - K_2\frac{(R^3-r^3)^2}{R^2-r^2}$	$K_1 = 0{,}125\,(0{,}01745\,\psi + \sin\psi)$ $K_2 = 25{,}4648\,\frac{1-\cos\psi}{\psi}$
Координата центра тяжести, мм	$Y_c = K_3\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}$	$K_3 = \frac{76{,}394}{\psi}\sin\frac{\psi}{2}$
Площадь, мм²	$S = K_4(R^2 - r^2)$	$K_4 = 0{,}00873\psi$
Постоянная заделки, мм⁻²	$\varepsilon = K_5\frac{1}{(R-r)^2}\left(\psi = \psi_0 = \frac{360°}{Z}\right)$	$K_5 = \frac{16\,300}{\psi^2}\,(0{,}01745\,\psi + \sin\psi)$
Коэффициент затухания, мм⁻¹	$\lambda = \sqrt[4]{\frac{12\,(1-\mu_п^2)}{(R^2-r^2)^2}} = \frac{1{,}815}{\sqrt{R^2-r^2}}$	$\mu_п = 0.3$ (коэффициент Пуассона для стали)
Расстояние до крайних внутренних волокон, мм	$Y_1 = Y_c - r\cos\frac{\psi}{2}$	—
Расстояние до крайних наружных волокон, мм	$Y_2 = R - Y_c$	—

Если сила P приложена в начале губки (точка K) с моментом инерции среднего поперечного сечения $J_г$, то изгибная жесткость на вылете $l_у = l_л + b$ (рис. 28, *а*) определяется из формулы

$$C_{(K)} = \frac{3EJ_л}{\xi l_у^3 - b^3\frac{J_г - J_л}{J_г + J_л} + J_л\varepsilon l_л\,(1 + 2\lambda l_л)},$$

поперечного и продольного сечения (рис. 28). В табл. 44 приведены формулы для расчета параметров поперечного сечения упругой части цанг.

Изгибная жесткость лепестка может быть получена из уравнения упругой линии лепестка с податливой заделкой в виде цилиндрической оболочки.

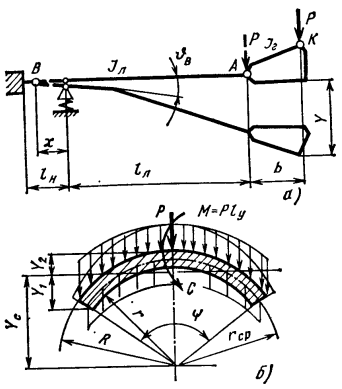


Рис. 28. Лепесток цанги:
а — упругая линия; *б* — поперечное сечение

где $l_л$ — длина лепестка; ξ — коэффициент, учитывающий изменение поперечного сечения лепестка в продольном направлении; для постоянного сечения $\xi = 1$; для сечения лепестка, рассматриваемого как балка равного сопротивления изгибу, $\xi = 1{,}5$; $J_л$ — момент инерции сечения лепестка относительно центральной оси; b — длина губки; λ — коэффициент затухания деформаций в цилиндрической оболочке; ε — постоянная заделки.

Если сила P приложена в конце губки (начале лепестка — точка A, рис. 28, *а*), то изгибная жесткость на вылете $l_y = l_л$ (рис. 28):

$$C_{(A)} = \frac{3EJ_л}{\xi l_л^3 + J_л \varepsilon l_л (1 + 2\lambda l_л)}.$$

Угол поворота заделки лепестка

$$\vartheta_B = \frac{\varepsilon (1 + 2\lambda l_л)}{3EJ_л}.$$

Деформация цилиндрической оболочки по мере удаления от нагруженного края быстро уменьшается на основании так называемого краевого эффекта, и расстояние от конца разрезки до сечения оболочки, где угол поворота практически равен нулю, может быть определено из формулы

$$\varkappa = \frac{1}{\lambda} [\pi - \operatorname{arctg}(1 + 2\lambda l_л)] \leqslant l_н.$$

При определении коэффициентов затухания λ и заделки ε необходимо учитывать положение и сечение направляющего пояска. Если расстояние от конца разрезки до направляющего пояска $l_н \geqslant \varkappa$, то при расчете λ и ε следует брать радиусы сечения лепестка R и r. Если $0 \leqslant l_н \leqslant 0{,}5\varkappa$, то можно брать радиусы сечения направляющего пояска $R_н = D_н/2$ (см. рис. 27). Если $0{,}5\varkappa < l_н < \varkappa$, то можно брать среднеарифметическое значение радиусов сечения лепестка и направляющего пояска.

Характеристики зажима определяются взаимодействием цанги с заготовкой и корпусом (шпинделем) по конической поверхности.

При зажиме заготовок в зависимости от условий контактирования (рис. 29) величина контактного сближения (мкм) изменяется и может быть определена ориентировочно по формуле

$$h_к = A_м \sigma^m + T [A_d \Delta d/b + A_\vartheta \vartheta + A_\gamma (90° - \gamma_B)],$$

где $\sigma = T/S_к$ — нормальное напряжение (давление) при полном контакте; $S_к$ — площадь контакта; при зажиме круглой заготовки $S_к = \pi d \gamma_0 b/180°$, а при зажиме плоской $S_к = ab$; $d = 2r$ — диаметр заготовки, a и b — ширина и длина губки зажимного элемента; γ_0 — половина угла обхвата; $A_м$ — коэффициент, зависящий в основном от материала и шероховатости контактирующих поверхностей; A_d, A_ϑ и A_γ — коэффициенты, зависящие соответственно

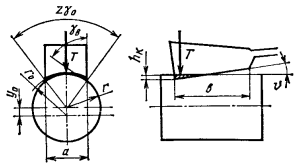


Рис. 29. Схема контактирования губки цанги с деталью

45. Ориентировочные значения коэффициентов $A_м$, A_d, A_ϑ, A_γ и показателя степени m* для различных пар контактирующих поверхностей

Отклонение диаметра $\Delta d = d - d_0$, мм	Контактирующая пара	$A_м$	A_d, мкм/Н	A_ϑ	A_γ
				мкм/Н · °	
Более 0	Каленая сталь — сталь нетермообработанная	0,13	0,02	0,0013	0,00004
	Каленая сталь — дуралюминий	0,18	0,048	0,0017	0,00007
0	Каленая сталь — сталь нетермообработанная	0,13	0	0,00065	0
	Каленая сталь — дуралюминий	0,18		0,0009	
Менее 0	Каленая сталь — сталь нетермообработанная	0,13	0,012	0,0011	0
	Каленая сталь — дуралюминий	0,18	0,012	0,0016	

* $m = 0{,}6$.

от отклонения размеров детали, характера продольного и поперечного внедрения зажимных элементов в деталь; m — показатель степени (табл. 45).

На осевую силу проскальзывания $P_{пр}$ и момент прокручивания $M_{пр}$ в месте сцепления губки цанги с заготовкой влияют форма поверхности губок, способ нагружения, состояние поверхностей контакта (сухая или смазанная поверхность) и др.

В табл. 46 приведены ориентировочные значения коэффициентов сцепления в момент сдвига для различных форм губок: μ_1 — при действии крутящего момента; μ_2 — при действии осевой силы; μ — при одновременном действии крутящего момента и осевой силы. При движении заготовок коэффициенты сцепления уменьшаются (табл. 47).

С увеличением $\Delta d = d - d_0$ ($r - r_0$) коэффициенты сцепления также уменьшаются, так как растет давление и происходит срезание острыми кромками цанг верхних слоев металла. Коэффициенты сцепления можно определить и аналитическим путем (см. табл. 48).

При расчете сил сцепления зажимной цанги с заготовкой, направленных в сторону, противоположную силе, вызывающей нарушение фрикционной связи, принимают условие, что сила сцепления представляет

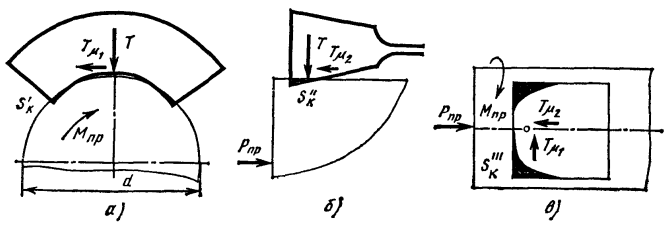
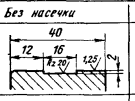
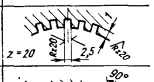
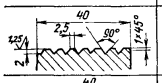
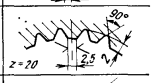
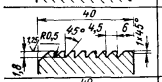
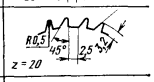
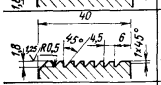
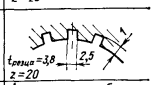
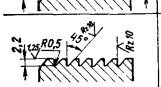
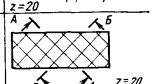
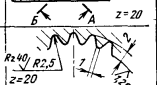
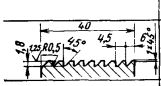
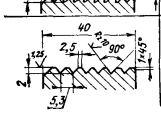
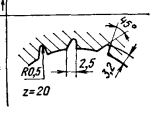


Рис. 30. Расчетные схемы для определения сил и коэффициентов сцепления зажимной цанги (зажимного элемента) с зажимаемой деталью

46. Ориентировочные значения коэффициентов сцепления покоя (начального сдвига) при зажиме в цанге стальных нетермообработанных заготовок ($d = d_0$)

Профиль насечки в направлении		Коэффициент начального сдвига на поверхности					
		сухой			смазанной		
продольном	поперечном	μ_1	μ_2	μ	μ_1	μ_2	μ
Без насечки	*Без насечки*	0,35—0,4	0,7—0,6	0,45	0,35	0,7	0,35
	*Без насечки*	0,55	0,9—0,75	0,7—0,55	0,4	0,7	0,4
Без насечки		0,5—0,45	0,95—0,8	0,5	0,4	0,8	0,4
		0,45	1,0	0,6—0,45	0,45	1,0	0,45
		0,4	0,75—0,7	0,5—0,4	0,35	0,7	0,4
		0,35	0,75—0,7	0,4—0,35	0,35	0,7	0,35
		0,35	0,8—0,7	0,45—0,4	0,35	0,7	0,4
Без насечки		0,5—0,45	0,9—0,8	0,45	0,4	0,8	0,4
	*Без насечки*	0,35	0,7—0,6	0,4	0,3	0,7	0,35
		0,35	0,7—0,6	0,4	0,3	0,6	0,35

собой сумму нормальных и тангенциальных сил сопротивления поверхностных слоев, а также силу трения.

Сила сцепления, создающая момент сцепления и направленная по касательной к поверхности заготовки в плоскости, перпендикулярной ее оси, соответствует моменту прокручивания и коэффициенту сцепления (трения) μ_1 (рис. 30, *а* и *в*):

$$M_{пр} = M_{с.н} + M_{с.т} + M_т;$$

$$\mu_1 = \frac{2M_{пр}}{dTz}.$$

Сила сцепления, направленная вдоль оси заготовки и удерживающая ее от проскальзывания, соответствует силе проталкивания и коэффициенту сцепления (трения) μ_2 (рис. 30, *б* и *в*):

$$P_{пр} = P_{сц_0} = P_{с.н} + P_{с.т} + F_т;$$

$$\mu_2 = P_{пр}/(Tz) = P_{сц_0}/(Tz).$$

В этих формулах d — диаметр зажимаемой поверхности; $P_{с.н}$ и $M_{с.н}$ — нормальные сила и момент сопротивления поверхностных слоев соответственно вдоль оси заготовки и в плоскости, перпендикулярной ей; $P_{с.т}$ и $M_{с.т}$ — тангенциальные сила и момент сопротивления поверхностных слоев соответственно вдоль оси заготовки и в плоскости, перпендикулярной ей; $F_т$ — сила трения.

47. Ориентировочные значения коэффициентов сцепления при движении зажатых стальных заготовок (сухой контакт)

Состояние заготовки	Губки цанги	μ_1	μ_2
Незакаленная Закаленная	Гладкие	0,15—0,3 0,07—0,2	0,35—0,4 0,15—0,3
Незакаленная Закаленная	С кольцевыми канавками	0,2—0,35 0,15—0,25	0,5—0,65 0,35—0,4

В табл. 48 приведены приближенные формулы коэффициентов сцепления при прокручивании и проталкивании, которые при одновременном действии моментов и сил представляют геометрическую сумму и имеют различные значения при покое и движении.

При взаимодействии губки цанги с корпусом (шпинделем) по конической поверхности угол контакта β_0 и величина сближения $\Delta_к$ в зависимости от действующих сил P_Σ и величины смещения Y_0 центра кривизны цанги относительно центра кривизны заготовки:

$$\beta_0 = \arcsin 2\sqrt{\frac{2(1-\mu_п^2)P_\Sigma}{\pi E(Y_0 - h_к)a_к}},$$

$$\Delta_к = 2\left[R_1 \sin^2\frac{1}{4}\left(\arcsin\frac{R_2 \sin\beta_0}{R_1}\right) - R_2 \sin^2\frac{\beta_0}{4}\right],$$

48. Приближенные формулы для определения коэффициентов сцепления зажимного элемента с заготовкой

Вид нарушения фрикционной связи	μ	Покой	Движение
Упругое оттеснение	μ_1	$\sigma_у S''_к/T + f + \tau F'''_к/T$	$\sigma_у S''_к/T + f$
	μ_2	$\sigma_у S'_к/T + f + \tau F'''_к/T$	$\sigma_у S'_к/T + f$
Пластическое оттеснение	μ_1	$\sigma_т S''_к/T + f + \tau F'''_к/T$	$\sigma_т S''_к/T + f$
	μ_2	$\sigma_т S'_к/T + f + \tau F'''_к/T$	$\sigma_т S'_к/T + f$
Микрорезание	μ_1	$\sigma_т S''_к/T + f$	$\tau S''_к/T + f$
	μ_2	$\sigma_т S'_к/T + f$	$\tau S'_к/T + f$

Примечание. $\tau \geqslant [\tau]$, $[\tau] \geqslant \frac{[\sigma]}{1+\mu_п} \approx 0{,}6 \div 0{,}8\,[\sigma]$;

Обозначения: $[\sigma]$ — допускаемое напряжение на растяжение; f — коэффициент трения скольжения; τ — касательные напряжения среза; $\sigma_у$ — предел упругости; $\sigma_т$ — предел текучести; $S'_к$, $S''_к$, $S'''_к$ — площади контакта (удвоенные при кромочных контактах относительно оси зажимного элемента) в направлениях соответственно действию момента $M_{пр}$ (рис. 30, *а*), силы $P_{пр}$ (рис. 30, *б*), силы I (рис. 30, *в*).

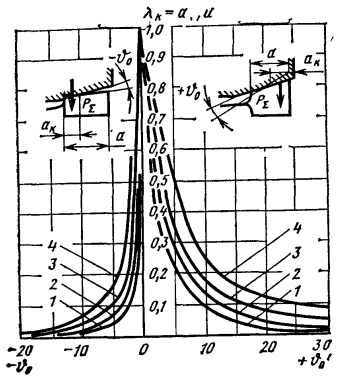


Рис. 31. Графики зависимости относительной длины конического контакта от углового зазора:
1 — $P_\Sigma = 10$ кН; *2* — $P_\Sigma = 20$ кН; *3* — $P_\Sigma = 30$ кН; *4* — $P_\Sigma = 40$ кН

где $\mu_п$ — коэффициент Пуассона; E — модуль упругости;

$Y_0 = 0{,}5\,(\sqrt{d^2 - d^2 \sin^2 \gamma_0} - d_0 \cos \gamma_0)$ для $d > d_0$ $(\Delta d > 0)$; $Y_0 = \pm\, \Delta d/2$ для $\Delta'_к = 0$ и $d < d_0$ $(\Delta d < 0)$; R_1 и R_2 — радиусы кривизн соответственно наружного конуса цанги и шпинделя в месте контакта; $a_к = \lambda_к a$ — фактическая длина продольного контакта; $\lambda_к$ см. рис. 31, $h_к$ — величина контактного сближения губки цанги и заготовки.

Экспериментальные исследования показали, что на коэффициент трения между губкой цанги и шпинделем оказывают влияние следующие параметры: угол контакта, скорость зажима, угловая скорость и амплитуда колебаний вращающегося прутка, время колебаний, смазка трущихся поверхностей и др.

При $\mu_п = 0{,}3$, $E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа.

$$\beta_0 \approx \arcsin 0{,}01 \sqrt{\frac{P_\Sigma}{(Y_0 - h_к)a}}.$$

Приведенный угол трения

$$\varphi_{пр} = \operatorname{arctg} \frac{2 \sin \beta_0 \operatorname{tg} (\alpha + \varphi)}{\sin \beta_0 \cos \beta_0 + \beta_0} - \alpha$$

(рис. 32).

Ориентировочно $\varphi = 10 \div 13°$ ($f = 0{,}18 \div 0{,}23$), при наличии смазочного материала и действия центробежных сил и скоростей f уменьшается.

При выборе параметров зажимных цанг необходимо учитывать следующие соображения.

Число лепестков z для повышения точности зажима по диаметру следует выполнять нечетным, т. е. 3;5; 7; 9;11. Чем выше диаметр зажимаемой детали, тем больше z.

Для цанг, зажимающих прутки диаметром до 50 мм, число лепестков z следует принимать равным трем, для зажима прутков и труб диаметром до 100—120 — пяти, а для зажима труб больших диаметров (например, до 500 мм в трубообрабатывающих станках) — свыше пяти (7—11 и более).

С точки зрения технологичности изготовления z должно быть кратно 360°; т. е. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16 и т. д. Для гранных деталей z кратно или равно числу граней.

Угол разрезки ψ лепестков (или разброс размеров хорды) должен быть таким, чтобы отклонение упругости лепестков одной цанги не превышало ±10 %.

Диаметр d_0 рабочего отверстия должен гарантировать натяг между цангой и зажимаемым прутком в пределах величины суммарных контактных сближений между губкой цанги, шпинделем (или нажимной втулкой) и прутком с учетом допуска на размер прутка.

В общем случае диаметр рабочего отверстия

$$d_0 = d_п - (h_к + \Delta_к + \delta_р) - \Delta d_1 - \Delta_и,$$

где $d_п$ — номинальный диаметр заготовки; $h_к$ — контактное сближение в сопряжении острых кромок губки цанги с заготовкой; $\Delta_к$ — контактное сближение в сопряжении губки цанги со шпинделем (или нажимной втулкой); $\delta_р$ — суммарная деформация губки цанги (как балки на двух опорах) и шпинделя (как толстостенного кольца); Δd_1 — отклонение диаметра заготовки от номинального в меньшую сторону; $\Delta_и$ — конструктивный запас на изнашивание.

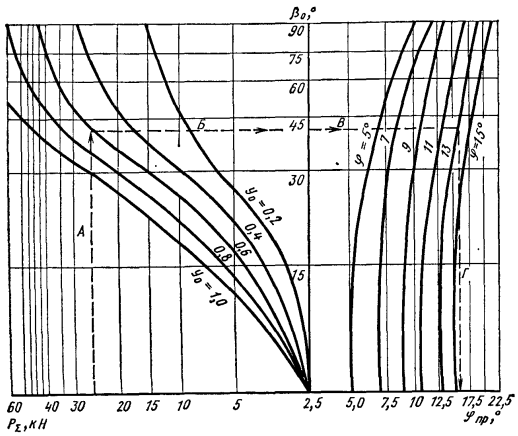


Рис. 32. Номограмма для определения половины угла контакта и приведенного угла трения (при угловом зазоре не более 30′). Контур *АБВГ* — направление определения $\gamma_{пс}$

Для заготовок диаметром $d \leqslant 30 \div 50$ мм диаметр рабочего отверстия должен быть меньше минимального диаметра зажимаемого прутка и определен по эмпирической формуле $d_0 = 0{,}997 d_п - \Delta d_1 - \Delta_и$.

Рабочее отверстие цанг может быть не только круглым, но и шестигранным, квадратным и любой другой формы (см. табл. 50).

Для зажима заготовок сравнительно больших диаметров выполнение рабочего отверстия d_0 меньшим минимального диаметра прутка при малом числе лепестков может привести к поломкам губки из-за значительного расстояния между точками контакта с заготовкой в поперечном сечении. В этих случаях целесообразно увеличивать число лепестков, выполнять дополнительные надрезы на губках цанги или дополнительно шлифовать губки цанг на оправке, диаметр которой на 0,05—0,1 мм больше максимального диаметра зажимаемой заготовки.

Уменьшение смещения Y_0 центра кривизны отверстия цанги относительно центра кривизны заготовки может быть достигнуто снятием внутренних фасок по краям и в местах распиловки губок (у шлицев), что в некоторой степени уменьшает колебания коэффициента сцепления цанги с заготовкой в продольном и поперечном направлениях.

Угол α конусов в продольном сечении должен быть равен по номиналу половине угла конуса шпинделя (корпуса патрона или нажимной втулки), т. е. угловой зазор между конусами должен отсутствовать или быть предельно малым положительным (до 3—5′), что уменьшает неравномерность и увеличивает абсолютную величину жесткости зажима благодаря прилеганию губки цанги к конической поверхности шпинделя по всей длине образующей. Для уменьшения осевой силы, прилагаемой к цанге при зажиме, выгодно уменьшать угол α. Для внутреннего зажима $\alpha = 5 \div 15°$. Конусность в эластичных цангах с большим числом прорезей с каждого торца выбирается 1 : 5. Однако при $\alpha = 12°$ разжим цанги за счет упругих свойств лепестков не всегда гарантируется. Поэтому при отсутствии принудительного разжима обычно принимают для наружного зажима $\alpha = 15°$.

Допуск на угол α назначается в

49. Формулы для расчета основных параметров зажимных цанг (см. рис. 27), размеры, мм

Параметр	Формула для расчета
Губка	
Диаметр рабочего отверстия	$d_0 = 0{,}997\, d_{\text{п}} - \Delta d_1 - \Delta_{\text{и}}$
Длина конусной части	$a = 0{,}5\,(D_{\text{к}} - D_{\text{н}})\operatorname{ctg}\alpha$
Длина технологического конуса	$a_{\text{т}} = 0{,}5\,(D_{\text{к}} - d_{\text{н}})\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$
Длина зажимной части	$b = a + a_{\text{т}} - b_{\text{к}}$
Лепесток	
Длина лепестка	$l_{\text{л}} = \sqrt{\dfrac{J_{\text{л}}\varepsilon}{\xi}\left(\dfrac{J_{\text{л}}\varepsilon\lambda^2}{\xi} - 1\right) + \dfrac{3E\,(\delta_0 + \Delta d + \Delta_{\text{и}})\,Y_1}{([\sigma] \pm \sigma_{\text{р}})\,\xi}} - J_{\text{л}}\varepsilon\lambda/\xi$
Расстояние от начала лепестка до центра его вращения	$X_{\text{ц. в}} = \dfrac{\xi l_{\text{л}} + J_{\text{л}}\varepsilon l_{\text{л}}\,(1 + 2\lambda l_{\text{л}})}{1{,}5\xi l_{\text{л}} + J_{\text{л}}\varepsilon\,(1 + 2\lambda l_{\text{л}})}$
Стрела разводки (сведения) лепестка у заднего конца губки	$\delta_0 = \dfrac{Q_{\text{разж}}}{6EJ_{\text{л}}z}\,[2\,(\xi l_{\text{л}}^2 + \varepsilon J l_{\text{л}})\operatorname{ctg}(\alpha - \varphi) + 3l_{\text{л}}l_{\text{л}}^2 + 4\varepsilon J_{\text{л}}\lambda l_{\text{в}} l_{\text{л}}] + \Delta + 0{,}5\Delta d_{\max}$
Угол разводки (сведения), рад (°)	$\theta_{\text{р}} = \delta_0 / X_{\text{ц. в}}$ $(\theta_{\text{р}} = \delta_0 / 0{,}01745 X_{\text{ц. в}})$

сторону увеличения таким образом, чтобы во всех случаях контакт между цангой и шпинделем располагался ближе к месту обработки, что повышает коэффициент усиления. С целью увеличения жесткости зажима выгодно выполнять образующие губки криволинейными или заменять криволинейный профиль двойным конусом с разностью углов $\alpha_{\text{ц}_2} - \alpha_{\text{ц}_1} = 5' \div 15'$. Увеличение радиального хода губок цанги для возможности зажима заготовки с большими отклонениями диаметра может быть достигнуто при $\alpha = 20 \div 25°$, что целесообразно выполнять в дополнительных цангах патронов с двойным зажимом. Компенсация углового зазора может быть упругой, упруго-фрикционной силовой и технологической.

Длина a конусной части (см. рис. 27) и ее положение должны выбираться так, чтобы результирующая реакция со стороны шпинделя проходила через рабочую часть губки, что очень важно с точки зрения повышения радиальной точности и жесткости, особенно при угле конуса губки $\alpha_{\text{г}}$, большем угла конуса шпинделя $\alpha_{\text{ш}}$. В этом случае при диаметре прутка $d > d_0$ осевое смещение прутка уменьшается при увеличении a, т. е. когда конусная часть сдвинута относительно передней части на длину $a_{\text{т}}$ технологического конуса. Для обеспечения стабильности силы зажима и для перемещения контакта к передней части головки цанги заднюю часть конической поверхности рекомендуется выполнять со сферической образующей или с увеличенным углом $\alpha_{\text{ц}_2}$ на длину примерно 0,25 a. При этом конус образующей или угол $\alpha_{\text{ц}_2}$ выбирается так, чтобы максимальный зазор между образующими шпинделя и цанги не превышал 0,05—0,2 мм. Обычно $a = (0{,}55 \div 1)\,d$, причем бо́льшие значения для меньших d.

Длина b рабочей части губки при

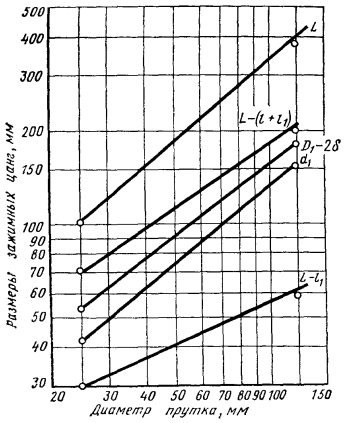


Рис. 33. Выбор размеров зажимных цанг: L — общая длина цанги; l_1 — длина лепестка; l — длина переходного участка; l_2 — длина резьбы, D_1 и D_2 — соответственно наружный и внутренний диаметры лепестка

одинарном зажиме не превышает $(1{,}5—2)\,d$ и ограничена габаритом узла шпинделя по диаметру. С целью повышения жесткости зажима длину губки при заданном габарите патрона можно увеличить изменением длины $a_{\text{т}}$ установкой дополнительных губок или второй цанги. Для увеличения силы сцепления цанги с прутком на рабочей поверхности губок делают насечки различной формы. Эффективным является также выполнение камеры шириной $(0{,}25 \div 0{,}4)\,b$ со смещением ее в сторону лепестков для перераспределения контакта и увеличения силы зажима на задней части губки.

С увеличением длины губки b и конусной части a радиальные биения и конусность зажатой оправки уменьшаются, причем минимальные значения они составляют при $d = d_0$.

Длина лепестка $l_{\text{л}}$ определяется исходя из допускаемых нормальных напряжений на изгиб $\sigma_{\text{и}}$ в сечении, соответствующем концу разрезки лепестка, причем наибольшие напряжения возникают в крайних внутренних или наружных волокнах при зажиме прутка минимального диаметра, т. е. на расстоянии Y_1 и Y_2 от центра тяжести сечения лепестка (см. рис. 28, *б*), т. е. $\sigma_{\text{и}} = [\sigma] \pm \sigma_{\text{р}}$, где $[\sigma]$ — допускаемое суммарное напряжение в основании лепестка, вызванное изгибом и растяжением ($[\sigma]$ должно быть меньше σ_{-1} и σ_0); $\sigma_{\text{р}} = Q/S$ — напряжение растяжения при затяжке цанги (здесь S — площадь поперечного сечения лепестка); знак «плюс» — для внутренних волокон, знак «минус» — для наружных.

При определении $l_{\text{л}}$ необходимо также учитывать запас на износ рабочего отверстия $\Delta_{\text{и}} = 0{,}05 \div 0{,}4$ мм, причем чем больше диаметр рабочего отверстия, тем большее значение $\Delta_{\text{и}}$ следует принимать. С увеличением длины лепестка заметно возрастают сила и жесткость зажима и уменьшается осевое смещение прутка при зажиме. Длину лепестка целесообразно увеличивать до некоторого предела, который, например, для трехлепестковых цанг составляет полторы-две длины губки. При большей длине лепестка можно зажимать прутки с бо́льшими отклонениями диаметра. Уменьшение длины лепестка и габаритов цанги может быть достигнуто за счет выполнения лепестков по винтовой линии.

Чтобы деформация заделки лепестка не влияла на направляющий поясок, расстояние $l_{\text{п}}$ до направляющего пояска должно быть примерно равным участку затухания $\varkappa$.

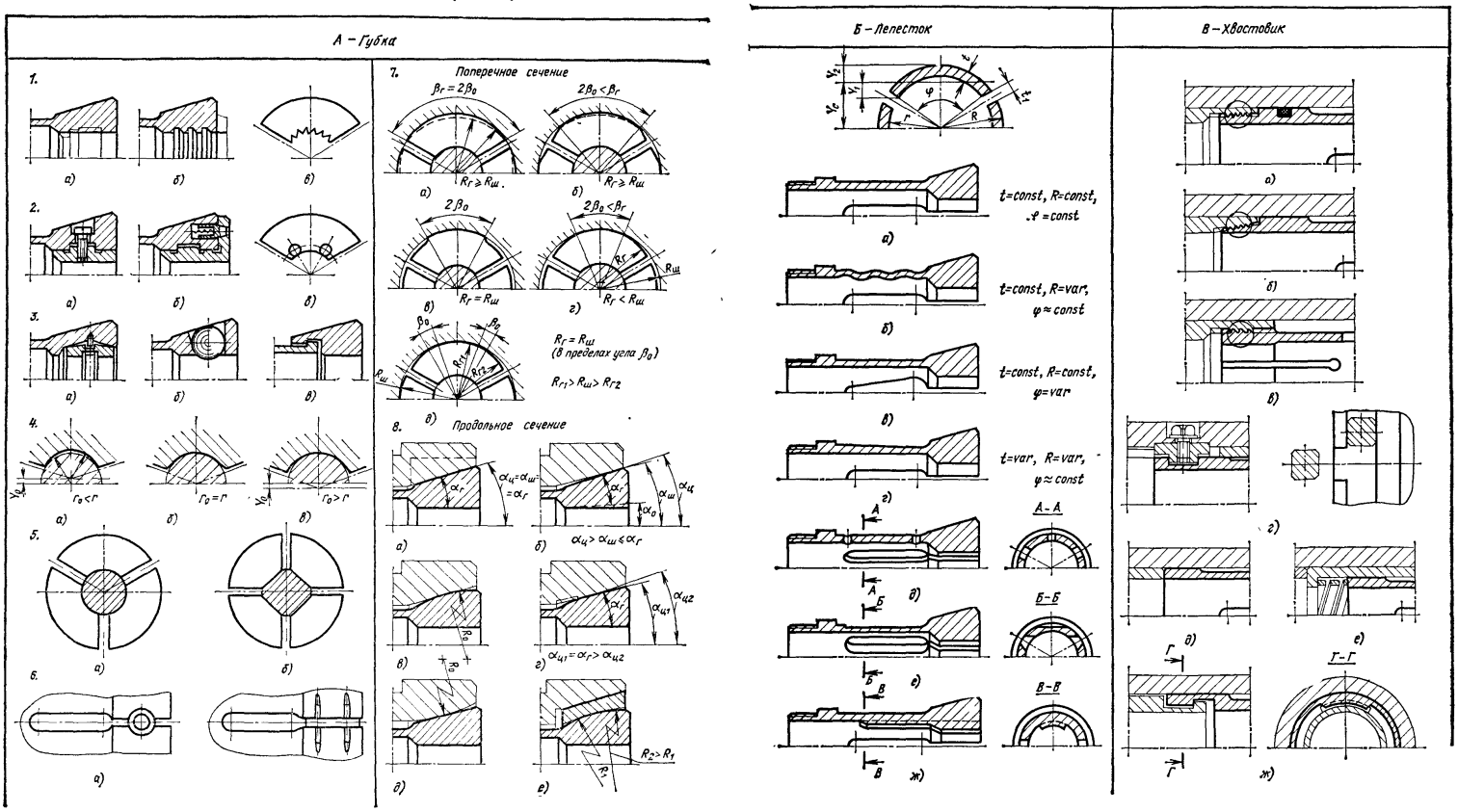
Обозначение параметров цанг приведено на рис. 27, а формулы для их определения в табл. 49.

Формы и разновидности основных элементов цанг приведены в табл. 50. Размеры основных типов цанг приведены в табл. 51, 52 и могут быть ориентировочно определены из рис. 33.

Для расширения технологических возможностей цанги используются сменные вкладыши на различный диаметр заготовки, что, однако, снижает жесткость зажима, но зато избавляет от расхода металла на изготовление комплекта цельных цанг.

Расчет сил зажима. При обработке на станках заготовок, удерживаемых

50. Формы и разновидности основных элементов цанг.



силами сцепления с зажимными элементами, составляющие сил резания могут вызывать прокручивание заготовки от крутящего момента резания $M_р$, проскальзывание от осевых сил резания P_0, поворот относительно точки опоры от изгибающих моментов $M_и$, а также смещение от различных сочетаний действия этих составляющих.

Для вращающихся обрабатываемых заготовок сравнительно высокой жесткости необходимая сила зажима T_Σ определяется из следующих условий:

1. Момент закрепления $M_{пр}$ должен быть больше крутящего момента от составляющих сил резания $M_р$, стремящихся провернуть заготовку вокруг оси вращения ($M_{пр} > M_р$).

2. При отсутствии упора суммарная осевая сила сцепления $P_{пр}$ должна быть больше суммарной осевой силы резания P_0 ($P_{пр} > P_0$).

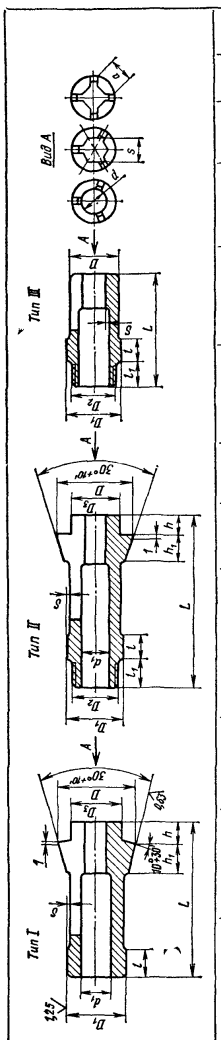
3. Момент зажима $M_в$ от силы сцепления должен быть больше изгибающего момента $M_и$ от составляющих сил резания, стремящихся повернуть заготовку относительно точки опоры ($M_в > M_и$).

При закреплении невращающихся заготовок сила T_Σ может определяться из последних двух условий.

На рис. 34 представлена наиболее общая схема обработки заготовки, зажатой в цанговом патроне со значительной базой зажима.

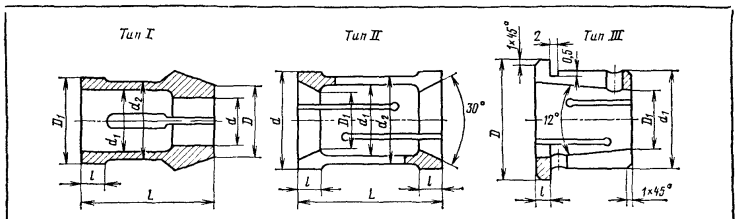
Момент и осевая сила резания, действующие на заготовку, при диа-

51. Цанги зажимные и падающие для пруткового материала по ГОСТ 2876—80 (типы I, II) и ГОСТ 2877—80 (тип III), размеры, мм



Размеры рабочего отверстия d	s	a	D			D_1			D_2, лев.			D_3			d_1			δ			L			l			l_1			h			h_1		
			I	II	III	I	II	III	II	III		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
3—12	3—10	3—8	30	35	16	22	25	17	M22×1	M16×1		22	22	17	17	17	0,5	2,0	0,25	60	95	75	10	12	10	10	14	10	6	7	3	12	18
12—18	10—15	8—12	38	42	22	28	32	23	M27×1,5	M22×1		28	28	23	23	23	0,5	2,5	0,25	70	105	85	12	14	10	14	16	12	8	—	4	16	20
18—25	15—21	12—17	48	—	—	35	—	—	—	—		38	—	—	31	—	0,5	—	—	80	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—
18—20	15—17	12—14	—	50	24,5	—	35	25	M30×1,5	M24×1		—	32	—	—	25	0,5	—	0,25	—	120	95	16	18	10	12	18	12	4	—	4	20	—
20—25	17—21	14—17	—	60	30	—	45	30	M36×1,5	M30×1,5		—	38	—	—	30	0,5	—	0,25	—	135	110	18	20	10	15	20	15	5	—	5	22	—
25—30	21—30	17—25	60	—	—	48	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	0,5	—	—	95	—	—	18	—	—	—	—	—	9	—	—	20	—
25—32	21—27	17—22	—	70	40	—	53	40	M48×1,5	M39×1,5		—	45	—	—	40	—	3,5	0,5	—	150	130	—	20	15	15	22	15	—	5	—	5	32	—
32—40	27—34	22—28	—	82	—	—	63	52	M58×1,5	M48×1,5		—	54	—	—	48	—	4,0	0,5	—	170	150	—	22	20	15	24	15	—	5	—	5	38	—
25—40	21—34	17—28	65	—	—	52	—	—	—	—	54	—	—	—	48	—	0,5	—	—	95	—	—	18	—	—	—	—	—	9	—	—	24	—	—
40—50	34—42	28—34	80	96	58	65	72	60	M65×1,5	M56×1,5		65	65	58	58	58	1,0	4,0	0,5	115	190	170	22	24	22	18	26	20	10	10	6	28	42
50—65	42—56	34—45	105	115	75	85	83	76	M85×1,5	M72×1,5	85	85	85	76	76	76	1,5	5,0	0,5	140	220	190	26	28	25	20	28	20	10	10	6	35	45
65—80	56—70	45—56	—	130	90	—	110	92	M100×1,5	M90×1,5	—	—	100	—	—	92	—	5,0	1,0	—	260	220	—	28	25	20	30	20	—	8	—	8	50	—
80—100	70—85	56—70	—	165	112	—	135	115	M125×1,5	M110×1,5	—	—	120	—	—	115	—	5,0	1,0	—	300	250	—	30	30	20	32	20	—	8	—	8	60	—
100—125	85—95	70—85	—	200	138	—	170	140	M155×2,0	M140×1,5	—	—	150	—	—	140	—	10,0	2,0	—	350	280	—	35	30	20	36	20	—	12	—	8	70	—

52. Цанги зажимные для инструмента и штучных заготовок (размеры, мм)



d	D_1			d_1		d_2		D		t			L		
	I	II	III	I	II	I	II	I	III	I	II	III	I	II	III
5—10	14	—	—	11,0	—	13,0	—	17	—	8	—	—	30	—	—
11—15	19	—	—	15,5	—	18,0	—	23	—	11	—	—	40	—	—
16—20	25	—	—	21,0	—	23,0	—	31	—	13	—	—	50	—	—
21—25	31	—	9,5	26,0	—	29,5	—	40	30	17	—	5	55	—	35
26—30	37	—	16,5	31,0	—	35,0	—	47	35	20	—	5	65	—	35
31—35	44	—	19,5	37,0	—	41,0	—	56	40	23	—	5	75	—	35
36—40	49	—	26,5	42,0	—	46,5	—	62	45	25	—	5	85	—	35
41—45	56	30	30,0	47,0	34	52,0	38	70	50	29	10	5	90	62	35
46—50	60	32	34,5	52,0	37	57,0	42	77	55	30	12	5	98	70	35
51—60	73	36	38,0	63,0	43	69,0	49	87	63	35	15	5	110	90	45
61—70	83	45	47,0	73,0	52	79,0	58	99	76	38	20	8	122	100	52
71—80	95	53	57,0	83,0	61	90,0	70	112	88	42	20	8	132	120	52
81—90	105	—	—	93,0	—	100,0	—	126	—	47	—	—	145	—	—
91—100	116	—	—	104,0	—	111,0	—	140	—	52	—	—	162	—	—
101—110	126	—	—	114,0	—	121,0	—	153	—	56	—	—	175	—	—
111—125	143	—	—	129,0	—	137,0	—	166	—	60	—	—	190	—	—

метре обработки d_0:

$$M_p = \frac{P_Z d_0}{2} + M_{св}; \quad P_0 = P_X + P_{св}.$$

При многорезцовой обработке

$$M_p = \frac{\Sigma P_{Z_i} d_i}{2} + M_{св}; \quad P_0 = \Sigma P_{X_i} + P_{св}.$$

Минимальные силы, удерживающие заготовку от вращения и осевого смещения,

$$\Sigma R_1 = \frac{2M_{пр}}{d} \text{ и } \Sigma R_2 = P_0.$$

Полная расчетная сила на поверхности зажима диаметром d $R_\Sigma =$

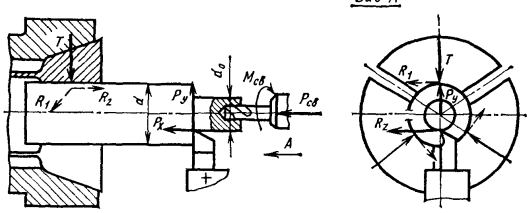


Рис. 34. Схема для определения силы зажима в цанговом патроне

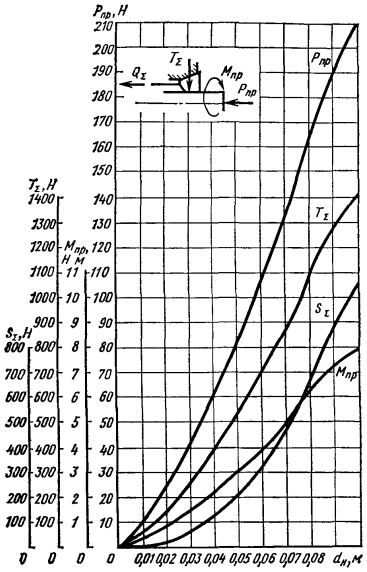


Рис. 35. Диаграммы для определения ориентировочных значений сил зажима в зависимости от номинального диаметра заготовки

$= \sqrt{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}$, а суммарная радиальная сила зажима, прижимающая губки цанги к заготовке, с учетом коэффициента запаса $K_{зап}$

$$T_\Sigma = \frac{K_{зап} R_\Sigma}{\mu d} = \frac{K_{зап}}{\mu d}\sqrt{(P_Z d_0 + 2M_{св})^2 + (P_X + P_{св})^2 d^2},$$

где μ — коэффициент сцепления между губками цанги и заготовкой, значение которого зависит от вида насечек на губках, материала заготовки и схемы действия сил (см. табл. 46, 47).

При проектировании цанговых зажимных механизмов и их обслуживании для определения размеров и режимов обработки необходимо знать ориентировочные минимально допустимые силы зажима. Для этого можно пользоваться диаграммами T_Σ (Q_Σ, $M_{пр}$, $P_{пр}$) $= f(d)$ (рис. 35).

Суммарная осевая сила

$$Q_\Sigma = z(Q_1 + Q_2),$$

где Q_1 — осевая сила, необходимая для выборки зазора Δ между цангой и заготовкой;

$$Q_1 = R \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi),$$

где $R = R_у + R_ц$, $R_у = C\Delta$ — сила упругости; C — изгибная жесткость упругой части в месте контакта; Q_2 — осевая сила, необходимая для натяга системы, т. е. обеспечения радиальной силы зажима T; $R_ц = G_м/gR_м\omega^2$ — центробежная сила, где $G_м$ и $R_м$ — соответственно сила тяжести и координата (радиус) центра тяжести губки и лепестка цанги, ω — угловая скорость вращения шпинделя; g — ускорение свободного падения. При зажиме невращающихся деталей $R_ц = 0$.

Необходимая осевая сила Q_2, развивающая силу T, для различных схем патронов приведена в табл. 53, 54.

Расчет цанги на прочность. Разрушение цанги возможно в лепестках или губке. Основными параметрами при расчете цанги на прочность являются нормальные напряжения изгиба $\sigma_и$ в конце разрезки лепестка, которые достигают максимальных значений при зажиме заготовки минимального диаметра и с учетом растягивающих напряжений $\sigma_р$ определяются по формулам:

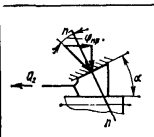
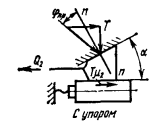
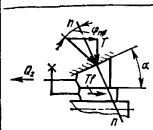
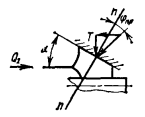
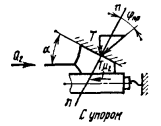
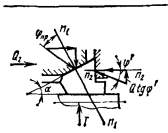
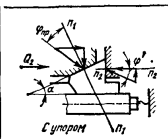
для наружных волокон

$$\sigma_{к.н} = \sigma_и + \sigma_р = \frac{3E\left(\Delta_{min} + \frac{\Delta d}{2}\right)Y_1}{\xi l_л + J_л \varepsilon (1 + 2\lambda l_л)} + \frac{Q}{S};$$

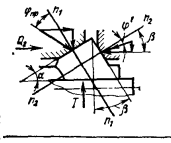
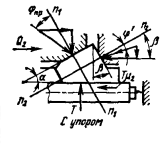
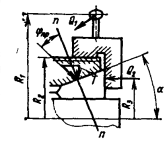
для внутренних волокон

$$\sigma_{к.в} = \sigma_и - \sigma_р = \frac{3E\left(\Delta_{min} + \frac{\Delta d}{2}\right)Y_2}{\xi l_л^2 + J_л \varepsilon (1 + 2\lambda l_л)} - \frac{Q}{S}.$$

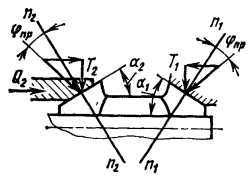
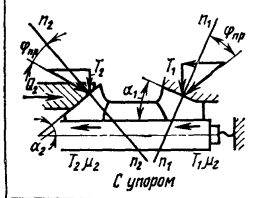
53. Формулы для ориентировочного определения осевой силы Q_2 (при $d = d_0$) при одинарном зажиме

Схема	Формула для расчета	Примечание, обозначение
	$Q_2 = T \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})$	$\varphi_{пр}$ — приведенный угол трения между цангой и шпинделем (корпусом)
	$Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + \mu_2]$	μ_2 — коэффициент сцепления в осевом направлении между цангой и заготовкой
	$Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + f]$	f — коэффициент трения между цангами
	$Q_2 = T \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})$	—
	$Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + K_1\mu_2]$	$K_1 = 0{,}3 \div 1{,}0$ — коэффициент, зависящий от жесткости упора
	$Q_2 = T \dfrac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})\operatorname{tg}\varphi'}$	φ' — угол трения между цангой и упорной гайкой
	$Q_2 = T \dfrac{1 - \mu_2 \operatorname{tg}\varphi'}{\operatorname{ctg}(\alpha + \varphi_{пр}) - \operatorname{tg}\varphi'}$	—

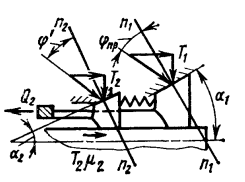
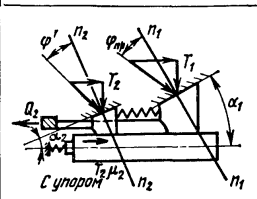
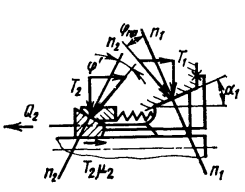
Продолжение табл. 53

Схема	Формула для расчета	Примечание, обозначение
	$Q_2 = T\dfrac{\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{пр})}{1+\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{пр})\operatorname{tg}(\beta-\varphi')}$	β — угол конуса упорной гайки (обычно 10—12°)
 С упором	$Q_2 = T\dfrac{1+\mu_2\operatorname{tg}(\beta-\varphi')}{\operatorname{ctg}(\alpha+\varphi_{пр})+\operatorname{tg}(\beta-\varphi')}$	—
	$Q_1 = T\dfrac{R_2\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{пр})}{R_1(1+f_1 l)}\times$ $\times\left[\operatorname{tg}(\gamma+\varphi)+f_1\dfrac{R_1}{R_2}\right]$	f_1 — коэффициент трения упорной гайки о цангу, γ — угол подъема резьбы; φ — угол трения в резьбе

54. Формулы для ориентировочного определения силы Q_2 (при $d=d_0$) при двойном зажиме

Схема	Формула для расчета	Примечание, обозначение
	При $T = T_1 + T_2$; $\alpha_1 \neq \alpha_2$; $T_1 \neq T_2$ $Q_2 = T\dfrac{\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi_{пр})}{\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi_{пр})}$. При $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ $Q_2 = T0{,}5\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{пр})$	$\varphi_{пр}$ — приведенный угол трения между цангой и упорными втулками
 С упором	При $\alpha_1 \neq \alpha_2$ $Q = T\dfrac{\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi_{пр})+\mu_2\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi_{пр})}{\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi_{пр})}$. При $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ $Q_2 = 0{,}5T[\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{пр})+\mu_2]$	—

Продолжение табл. 54

Схема	Формула для расчета	Примечание, обозначение
	При $T_1 > T_2$ $Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+\mu_2]+$ $+Q'[1-\operatorname{ctg}(\alpha_2+\varphi')\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})-$ $-2\operatorname{tg}(\alpha_2+\varphi')\mu_2]$; $Q' = \Delta(\operatorname{ctg}\alpha_1 - \operatorname{ctg}\alpha_2)C_{у.э}$	Δ — зазор между цангами и прутком; $C_{у.э}$ — жесткость упругого элемента; φ' — угол трения между дополнительной цангой и втулкой
 С упором	При $\varphi_{пр} \neq \varphi'$; $\alpha_1 \neq \alpha_2$ $Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+\mu_2]-$ $-Q'[1-\operatorname{ctg}(\alpha_2+\varphi')\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})]$. При $\varphi_{пр} = \varphi' = \varphi$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ $Q_2 = T[\operatorname{tg}(\alpha+\varphi)+\mu_2]$	Зазоры между цангами и прутком в разжатом состоянии равны, т. е. $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta$
	При $\varphi_{пр} \neq \varphi'$; $\alpha_1 \neq \alpha_2$ $Q_2 = T\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+Q'\times$ $\times[1-\operatorname{ctg}(\alpha_2+\varphi')\operatorname{tg}(\alpha_1+\varphi_{пр})+$ $+\operatorname{ctg}(\alpha_2+\varphi')\mu_2]$. При $\varphi_{пр} = \varphi' = \varphi$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ $Q_2 = T\operatorname{tg}(\alpha+\varphi)+Q'\operatorname{ctg}(\alpha+\varphi)\mu_2$	Конусная втулка цельная

Допускаемые напряжения в зависимости от марки стали $[\sigma] = 300 \div 500$ МПа.

Величина сведения губок при повторном шлифовании цанги, определяющая запас на ее восстановление,

$$\Delta\delta = \frac{([\sigma]-\sigma)\,l_{Т}\,(\xi l_1 + 2J\varepsilon\lambda)}{3Ey}.$$

Способ изготовления неразводных зажимных цанг допускает их многократное (до 3—5 раз) восстановление.

Расчет жесткости зажима. Под жесткостью зажима подразумевается $j = P_р/y$ ($P_р$ — сила резания, вызывающая деформацию заготовки y в направлении линии ее действия).

Жесткость системы *П—Д* (патрон-деталь) в *ЦЗМ* определяется способом консольного закрепления. Этот способ зависит от направления конуса цанги или цанг при двойном зажиме (рис. 36). В продольном сечении окружностями с центром O (или O_1 и O_2 при двойном зажиме) показаны шарниры трения (заделки), а точки контакта губки цанги со шпинделем обозначены K; с деталью — $Г$. Положение центра O окружностей определяет для одинарного зажима при базе b вылет прутка от места нагружения силами $P_р$ до результирующих точек контакта $Г$ (длина l) и K (длина l'). Чем меньше l и l', тем должна быть выше жесткость закрепления прутка (по схеме 1.2 выше, чем по схеме 1.1). На схемах 1.3 и 1.4 показано, что применение упорной гайки и второго конуса на губках

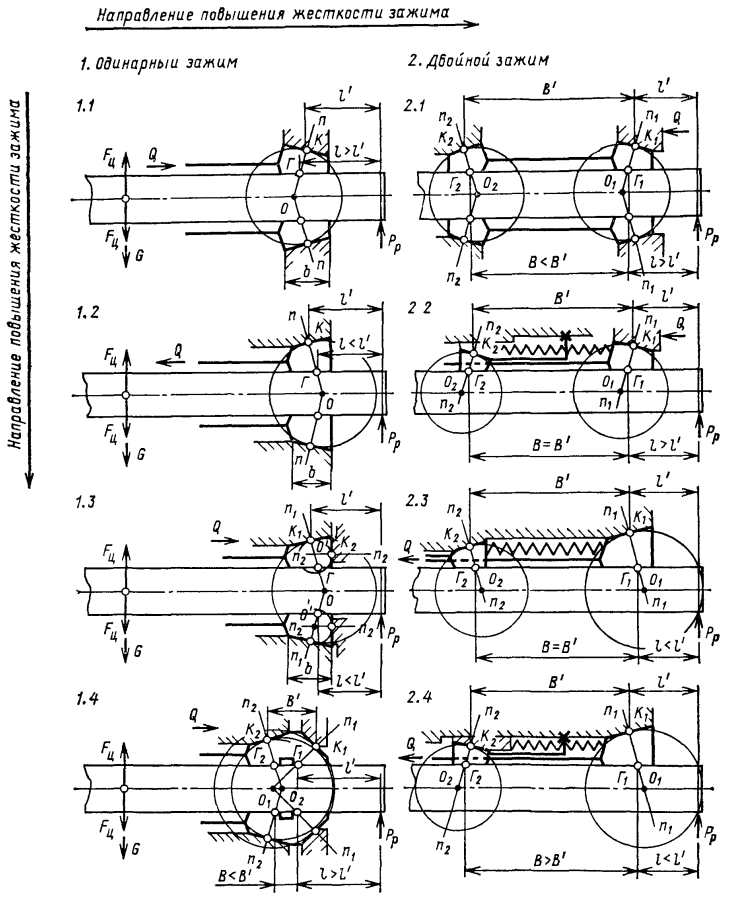


Рис. 36. Схемы консольного закрепления в цанговых приспособлениях и патронах заготовок и хвостовиков режущих инструментов

цанги повышает жесткость, так как кроме одного шарнира в плоскости, перпендикулярной к оси патрона, появляются расклинивающие шарниры с центром O (схема 1.3), а при растягивании второго конуса расстояние между точками Γ_1 и Γ_2 пересечения нормалей к конусам с поверхностью прутка (схема 1.4) образует участок зажима B вместо базы одинарного зажима B, т. е. начинают появляться вдоль оси патрона два шарнира трения. Для двойного зажима, имеющего два шарнира трения, базой зажима является не длина губки b, а расстояние между точками контакта Γ_1 и Γ_2 (базы B), а также точками K_1 и K_2 (база B') (схемы 2.1 и 2.4).

С точки зрения повышения жесткости системы П—Д наилучшим является тот патрон, у которого $l < l'$ и $B > B'$, т. е. схема 2.4. На рис. 13 схемы консольного закрепления расположены от 1.1 до 2.4 в направлении повышения жесткости системы П—Д.

При аналитическом расчете жесткости упругой системы П—Д в балансе упругих перемещений должны учитываться отжатия из-за зазоров $\Sigma y_л$ в звеньях приспособления (патрона), контактных сближений, $\Sigma y_к$ стыков и сопряжений, деформаций собственно тел элементов патрона $\Sigma y_т$, а также деформаций заготовки $y_и$ как балки с определенной схемой заделки:

$$y = \Sigma y_л + \Sigma y_к + \Sigma y_т + y_и.$$

ПЛИТЫ МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ

Стандартные плиты на основе магнитотвердых ферритов выпускаются по ГОСТ 16528—81. В табл. 55 представлены основные размеры прямоугольных магнитных плит классов точности Н, П, В и А.

Удельная сила притяжения $p_у$ определяется путем отрыва от поверхности плиты специального образца, размеры которого зависят от размеров приспособления,

$$p_у = p/(2t + l)^2,$$

где p — усилие отрыва; t — межполюсное расстояние; l — ширина полюса.

Удельная сила притяжения $p_у$ при включенной плите для плит класса точности Н и П не менее 30 Н/см², для плит класса точности В и А не менее 16 Н/см².

На крайних полюсах рабочей поверхности плиты допускается снижение удельной силы притяжения до 0,5 $p_у$.

Паспортная силовая характеристика плит по ГОСТ 16528—81 не может быть непосредственно использована для решения технологических задач по определению условий равновесия деталей.

Усилие на рукоятке, необходимое для включения плиты: для плит класса точности Н и П — не более 80 Н, для плит класса точности В и А — не более 50 Н.

Плиты разной точности отличаются друг от друга основными конструктивно-технологическими характеристиками.

Параметр шероховатости Ra (мкм) рабочей поверхности по ГОСТ 2789—73 должен быть не более для плит класса точности Н — 1,25; П — 0,63; В — 0,32; А — 0,16.

Параметр шероховатости Ra (мкм) поверхности основания плит должен быть не более: для плит класса точности Н — 2,5; П — 1,25; В — 0,63; А — 0,32.

Жесткость рабочей поверхности плит характеризуется смещением δ образца под действием нагрузки Q (табл. 56).

Основная область применения стандартных магнитных плит — плоское шлифование, получистовое и чистовое фрезерование, строгание и другие операции механической обработки плоскостных деталей машин при сравнительно небольших внешних нагрузках, действующих на деталь. Вопрос о возможности применения этих плит на операциях с интенсивными режимами резания должен решаться с использованием методики, изложенной в т. 1.

Нестандартные магнитные плиты выпускаются по ТУ соответствующих предприятий. Как правило, в них применены более мощные магниты, что позволяет получить повышенные

55. Прямоугольные плиты (размеры, мм)

Обозначение плит	Исполнение	B	L	H, не более	B_1, не более	L_1	L_2, не более	h, не менее	b	Межполюсное расстояние t, не более	Масса, кг
7208—0001	1	100	250	80	160	250	320	25	12	18	13,0
7208—0002	2		210								10,0
7208—0003	1	125	400		190	400	530				30,0
7208—0004	2		360								25,0
7208—0005	1	160	400		240		600				35,0
7208—0006	2		360								30,0
7208—0007	1		500			500	710				40,0
7208—0008	2		450								
7208—0009	1	200	500	90	280				14		58,0
7208—0010	2		450								52,0
7208—0011	1		630			630	850	30			75,0
7208—0012	2		560								65,0
7208—0013	1	250	630	100	340			35	18	28	92,0
7208—0014	2		560								82,0
7208—0015	1		800			800	1000				115,0
7208—0016	2		710								105,0
7208—0017	1	320	800		420						170,0
7208—0018	2		710								150,0
7208—0019	1		1000			1000	1320				205,0
7208—0020	2		900								190,0

Пример условного обозначения магнитной плиты исполнения *1*, класса точности П, с размерами $B = 100$ мм и $L = 250$ мм: плита 7208—0001 П ГОСТ 16528—81. В обозначении плит класса точности Н буква опускается.

56. Нормы жесткости стандартных магнитных плит

Длина плиты, мм	Для плит классов точности			
	Н и П		В и А	
	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более
До 320	160	4	100	1,6
Св. 320 до 500	250	6	160	2,5
» 500 » 800	400	10	250	4,0
Св. 800	630	16	400	6,0

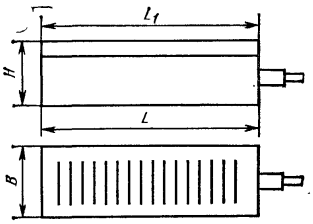


Рис. 37. Эскиз прямоугольной электромагнитной плиты

силовые характеристики (удельная сила притяжения до 75 Н/см²) и, следовательно, расширить область применения магнитных плит.

57. Электромагнитные плиты к плоскошлифовальным станкам (размеры, мм)

Обозначение плит	B, мм	L; L_1, мм	H, мм, не более	Диаметр испытательного образца, детали, мм	Мощность плиты, Вт, не более	Масса, кг, не более
7208—0031	125	250	100	18	80	25
7208—0032		400		25	130	40
7208—0033	200	400	110		160	70
7208—0034		630		35	180	110
7208—0035	320	630	120		290	185
7208—0036		800		50	330	240
7208—0037		1000			450	300
7208—0038		1250			550	370
7208—0039	400	1000			550	370
7208—0040		1250			700	470
7208—0041		1600		70	890	600
7208—0042	500	1250	125	50	890	600
7208—0043		1600			1110	760
7208—0044		2000		70	1400	990
7208—0045		2500			1700	1240
7208—0046	630	1600			1400	990
7208—0047		2000			1700	1240
7208—0048		2500			2160	1540

Примечания: 1. См. рис. 37.
2. Плиты размерами L большими, чем указанные, выполняются по специальному заказу потребителя.
3. Электромагнитные плиты выпускаются двух классов точности: П и А.
Пример условного обозначения плиты с размерами $B = 220$ мм, $L = 630$ мм, классом точности А, напряжением питания 110 В: плита 7208—0035 А 110 ГОСТ 17519—81; то же, при классе точности П: плита 7208—0035 П 110 ГОСТ 17519—81.

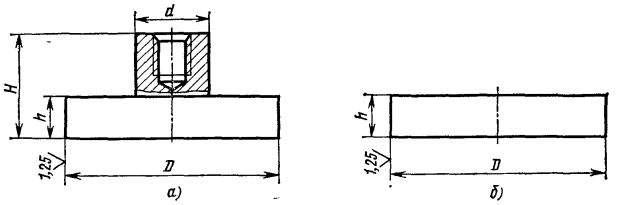


Рис. 38. Эскизы эталонного образца (*а*) и детали (*б*), используемых при определении p_y

Опыт ряда заводов страны показывает, что при закреплении на таких плитах деталей с опорной поверхностью не менее 200 × 200 мм их можно обрабатывать фрезерными головками с резцами из твердого сплава со следующими режимами: глубина резания $t = 5 \div 7$ мм, подача $s = 400 \div 500$ мм/мин. Эти плиты надежно удерживают заготовки из проката, отливки, а также поковки. Возможно применение наладок.

На рис. 37 показана схема электромагнитной плиты, выпускаемой отечественной промышленностью по ГОСТ 17519—81, и ее основные контролируемые размеры (конструкция приспособления стандартом не регламентируется). В табл. 57 приведены основные параметры наиболее распространенных электромагнитных плит к плоскошлифовальным станкам.

Допускается по специальному заказу применять дополнительное крепление плит вдоль боковых стенок.

Удельная сила притяжения p_y определяется по формуле

$$p_y = \frac{4P}{\pi D^2} 10^6,$$

где P — усилие отрыва эталонного образца, Н; D — диаметр эталонного образца, мм.

На рис. 38 показаны эталонный образец и деталь, используемые для определения p_y ($H \approx 40$ мм; $h = 7 \div 25$ мм; $d = 12 \div 16$ мм).

При испытании зеркало плиты загружается эталонными деталями (рис. 39). Эталонный образец последовательно помещается в точки, расположенные на диагонали зеркала (прямоугольника) с шагом $0{,}7D$, при этом каждый раз определяется усилие отрыва p_i. При испытании, по крайней мере, 0,5 поверхности плиты в зоне перемещения эталонного образца (зона A) должна быть загружена эталонными деталями, прилегающими друг к другу.

Экспериментальные значения p_i определяются при диаметрах эталонного образца (и детали) $D = 18$, 25, 35, 50 и 70 мм для специальных плит $D > 18$ мм. Испытания заканчиваются на том образце, для которого $w = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} 100 \leqslant 30\,\%$, при этом для определения p_y берется Q_{min}.

Полученные значения p_y и D являются основными силовыми характеристиками плиты при зазоре между деталью и приспособлением $\delta \leqslant 0{,}05$ мм. Их можно использовать для решения технологических задач.

Например, если для данной электромагнитной плиты $p_y = 350$ кПа при эталонном образце $D = 50$ мм, это значит, что на плите можно закреплять детали с размером $D \geqslant 50$ мм и гарантированной удельной силой притяжения 350 кПа. Вероятность надежного закрепления деталей размером меньше 50 мм (например, 35 мм) не гарантируется.

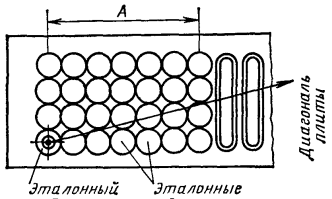


Рис. 39. Расположение деталей на зеркале плиты при определении p_y

По ГОСТ 17519—81 удельная сила притяжения для электромагнитных плит должна быть не менее: 250 кПа для плит класса точности П и 160 кПа — для плит класса точности А.

По специальному заказу выпускаются электромагнитные плиты для силового шлифования, у которых $p_y = 350 \div 500$ кПа при $D = 100$ мм.

По специальному заказу могут быть изготовлены плиты для закрепления заготовок, имеющих размер меньше указанного в табл. 47. Согласно ГОСТ 17519—81 точность электромагнитных плит определяется по точности обработанного на них образца (на плоскошлифовальном станке соответствующей точности). При этом плоскостность обработанной поверхности образца и параллельность ее опорной поверхности должны соответствовать нормам точности плоскошлифовального станка.

Для определения погрешностей обработки, обусловленных упругими деформациями электромагнитной плиты, можно руководствоваться данными, приведенными в табл. 58,

58. Нормы жесткости стандартных электромагнитных плит

Длина плиты, мм	Для плит классов точности			
	П		А	
	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более	Нагружающая сила Q, Н	Смещение δ, мкм, не более
До 500	245,0	5,0	98,0	1,6
Св. 500 до 800	390,0	8,0	150,0	2,0
» 800 » 1250	600,0	12,5	245,0	3,0
» 1250 » 2000	980,0	20,0	390,0	5,0
» 2000	600,0	31,0	—	—

Превышение установившейся температуры рабочей поверхности плиты над температурой окружающего воздуха при работе без охлаждения не должно быть более 25 °С — для плит класса П, 7 °С — для плит класса А.

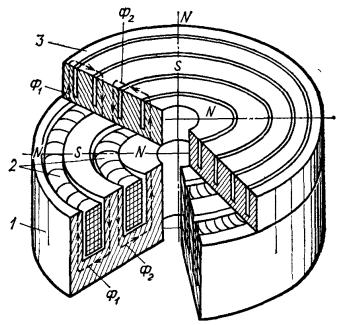


Рис. 40. Принципиальный вид электромагнитной плиты с кольцевыми катушками

Широкое применение имеют круглые и кольцевые электромагнитные плиты. Конструкция их достаточно разнообразна и в основном определяется функциональным назначением станка.

На рис. 40 показана принципиальная схема наиболее распространенных круглых плит с кольцевыми катушками *2*, концентрично расположенными в стальном корпусе *1*. Адаптерная плита *3* представляет собой монолитный стальной диск, в котором прорезаны глубокие разделительные пазы, заполненные немагнитным материалом. Путь прохождения рабочего потока (Φ_1 и Φ_2) понятен из рисунка.

Промышленность выпускает плиты такой конструкции диаметром 400—1600 мм (диаметр закрепляемой детали 50 мм и выше). Для закрепления мелких деталей ($D < 35$ мм) по специальному заказу изготавливаются круглые плиты с «витым» адаптером.

На рис. 41 показана принципиальная схема конструкции круглой (кольцевой) плиты к плоскошлифовальным станкам непрерывного действия. Корпус плиты образован не соединенными между собой непосред-

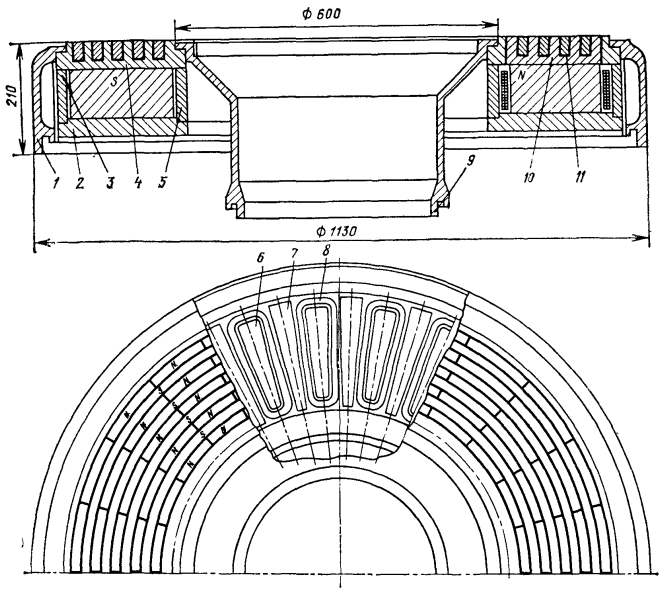


Рис. 41. Схема круглой электромагнитной плиты непрерывного действия

ственно деталями *1* и *9* из немагнитного (маломагнитного) материала. Внутри него на стальном основании *2* в виде диска закреплены чередующиеся стальные сердечники *6* с электромагнитными катушками *8* и проставки *7*. Подключение электромагнитных катушек к источнику постоянного тока выполнено так, что все сердечники *6* имеют одну полярность, а подставки *7* другую. Адаптерная плита выполнена в виде сборной конструкции, состоящей из стальной детали *4* и определенного числа стальных вставок *10*. Деталь *4* (корпус адаптера) в виде стального кольца сверху имеет не сквозные концентрические пазы, а снизу (в местах над сердечниками *6* и электромагнитными катушками *8*) — радиальные пазы, (трапецеидального вида) на глубину до соединения с концентрическими пазами в этой же детали. Оставшиеся снизу перемычки корпуса адаптера при наложении на силовой блок и кольца *3* и *5* соединяются с проставками *7* и поэтому на рабочей поверхности плиты концентрично расположенные полюса приобретают определенную полярность. В пазы корпуса *4* снизу, через немагнитные прокладки *11*, заводятся вставки *10*, представляющие собой своеобразные гребенки, основания которых соединяются с торцовыми поверхностями сердечников *6*. Таким образом на поверхности плиты образуются концентрически расположенные чередующиеся полюса (*N* и *S*).

При вращении плиты со скоростью круговой подачи в определенной зоне катушки подключаются к источнику питания (находятся под напряжением), в другой зоне (очень незначительной) — размагничивают систему и, наконец, в третьей зоне — отключены. Этим создаются две основные зоны: зона разгрузки-загрузки плиты и рабочая зона, где деталь удерживается на приспособлении магнитными силами.

СТОЛЫ

Столы неподвижные круглые предназначены для установки и закрепления заготовок при выполнении сверлильных и других видов станочных работ. Конструкция столов позволяет закреплять заготовки непосредственно на установочной поверхности стола, а также применять сменные установочные наладки и накладные кондукторы.

Столы неподвижные круглые с эксцентриковым зажимом (рис. 42).

Техническая характеристика

Диаметр установочной поверхности, мм	125	200	300
Резьба зажимного винта	М12	М16	М20
Ход плунжера, мм	2	2,5	2,5

Столы неподвижные круглые с пневматическим зажимом. Основные размеры — по ГОСТ 20217—74*, см. табл. 59.

Столы неподвижные круглые с пневматическим зажимом и Т-образными пазами на рабочей поверхности (рис. 43). Основные размеры — по ГОСТ 20218—74*, см. табл. 60.

Конструкция стола предусматривает применение дополнительных наладок для одновременного закрепления двух и более заготовок, а также использование в качестве пневмопривода для специальных станочных приспособлений.

Столы-тумбы неподвижные. *Стол-тумба неподвижный с пневматическим зажимом*. Основные размеры — по ГОСТ 16206—76* (рис. 44) предназначен для установки заготовок в сменных наладках и закрепления заготовок при механической обработке отверстий. Примеры сменных наладок показаны на рис. 45.

Стол-тумба неподвижный с пневмоприводом (рис. 46) предназначен для установки и закрепления заготовок как непосредственно на столе, так и в сменных наладках или приспособлениях. Усилие зажима передается непосредственно от штока пневмоцилиндра или через систему рычагов двум вертикальным и одной горизонтальной тягам.

Техническая характеристика

Число тяг	4	4	4
Диаметр цилиндра, мм	200	200	200
Ход тяги, мм	30	15	10
Усилие зажима при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	12 000	24 000	36 000

Столы плавающие. *Стол плавающий с пневматическим фиксированием* (табл. 61).

Стол плавающий на воздушной подушке с магнитным фиксированием (рис. 47). Стол состоит из основания *2* и верхней планшайбы *1* диаметром 200 или 300 мм. На зеркале основания расположены жиклеры *4*, к которым через каналы подводится сжатый воздух от пневмосети и штуцера *5*. Снизу в планшайбу вмонтированы магнитные блоки *3*, фиксирующие планшайбу при обработке отверстий с усилием соответственно 3600 и 5600 Н.

Стол плавающий (рис. 48) конструкции Вильнюсского НПО Литстанкопроект.

Техническая характеристика

Размеры зеркала стола, мм	320 × 220	400 × 280	450 × 320
Наибольшее продольное перемещение, мм	300	350	400
Наибольшее поперечное перемещение, мм	200	250	300
Наибольшая масса устанавливаемых изделий, кг	125	160	200

Столы поворотные. *Столы поворотные круглые с ручным и механизированным приводами* по ГОСТ 16936—71* (табл. 62) предназначены для установки и закрепления заготовок при обработке их на металлорежущих станках. Стандарт устанавливает два класса точности столов — Н и П. Столы изготавливают в двух исполнениях: *1* — с ручным

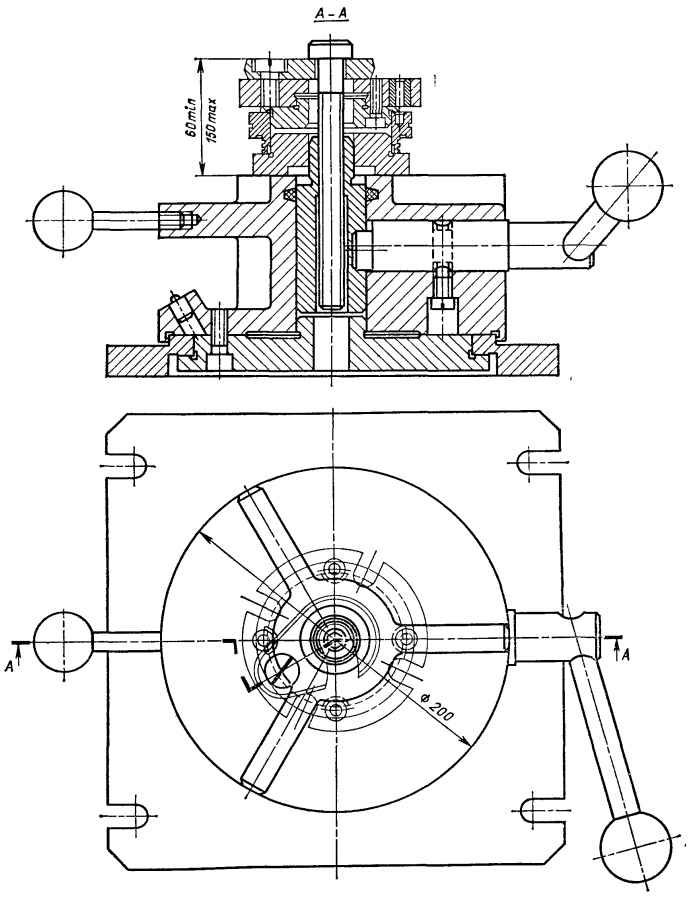


Рис. 42. Стол неподвижный круглый с эксцентриковым зажимом

приводом; *2* — с механизированным приводом от станка.

Столы поворотные круглые с ручным приводом (табл. 63) предназначены для установки и крепления деталей при обработке на металлорежущих станках. Класс точности — Н. Основные размеры по ГОСТ 16936—71*.

Стол (см. эскиз к табл. 63) состоит из планшайбы *1*, корпуса *2* и червячной пары, размещенной в корпусе. Вращение планшайбы осуществляется червяком с помощью

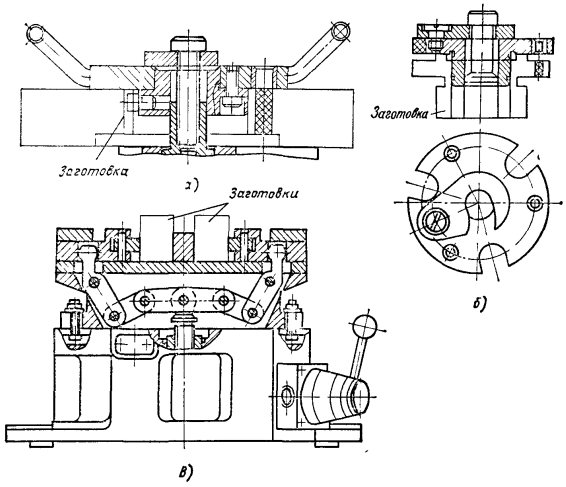


Рис. 43. Примеры применения столов:
а, б — накладным кондуктором; *в* — со специальной двухместной наладкой

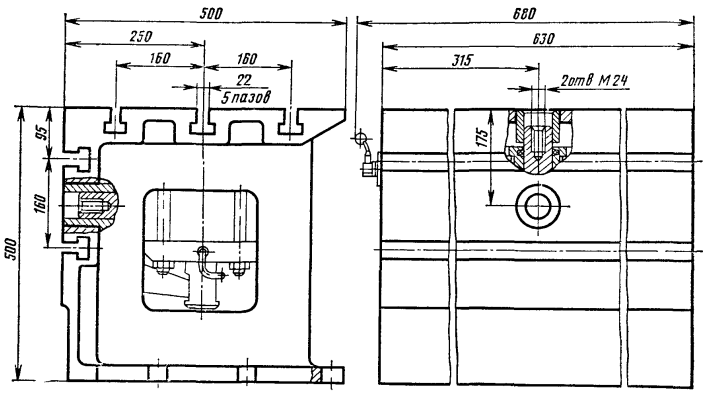


Рис. 44. Стол-тумба неподвижный с пневматическим зажимом

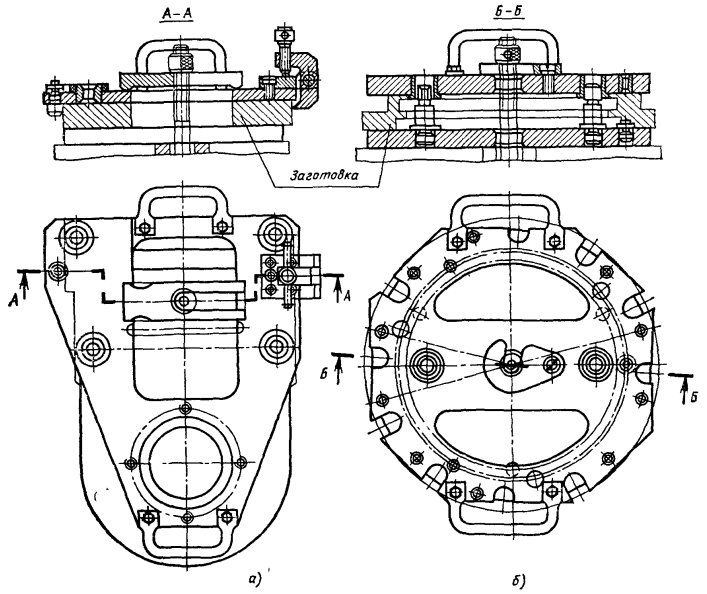


Рис. 45. Примеры применения сменных наладок:
а — для обработки отверстий в плите; *б* — для обработки отверстий во фланце

рукоятки *6*. Отсчет угла поворота производится по лимбу *5* или по шкале, размещенной на планшайбе. Положение планшайбы фиксируется поворотом ручки *7*. Червяк можно вывести из зацепления с червячным колесом эксцентриковой гильзой *4* и произвести поворот непосредственно планшайбой. Положение эксцентриковой гильзы фиксируется рукояткой *3*.

Стол поворотный круглый с ручным и механизированным приводами (табл. 64) предназначен для установки и крепления деталей при фрезеровании с круговой подачей, при механической обработке прямолинейных участков под различными углами друг к другу на фрезерных, долбежных, расточных и других металлорежущих станках. Класс точности — II.

Стол состоит из следующих основных частей (см. эскиз к табл. 64): планшайбы *1*, корпуса *2*, червячной пары, размещенной в корпусе. Планшайба вращается на плоских направляющих скольжения. Вращение осуществляется вручную с помощью рукоятки *7* или механически от кинематики станка через присоединительный валик *3*. Отсчет угла поворота производится по лимбу *6* или по шкале, размещенной на планшайбе. Положение планшайбы фиксируется поворотом ручки *8*. Ручка *4* служит для включения и выключения механического привода. Кулачок *5* предназначен для автоматического выключения механического привода в заданном положении планшайбы.

Основные размеры — по ГОСТ 16936—71*.

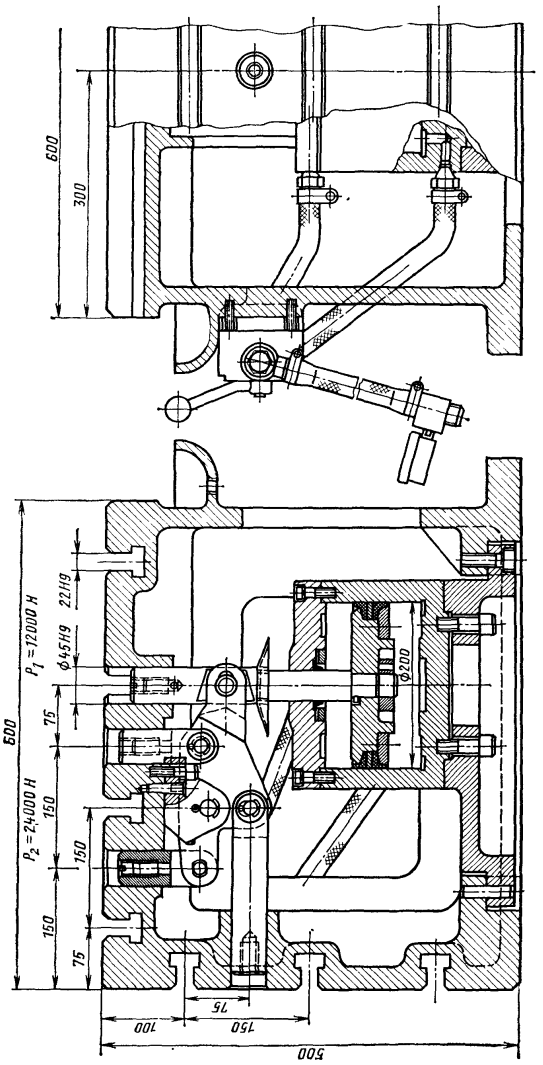


Рис. 46. Стол-тумба неподвижный с пневмоприводом:
P_1 и P_2 — усилия на тягах

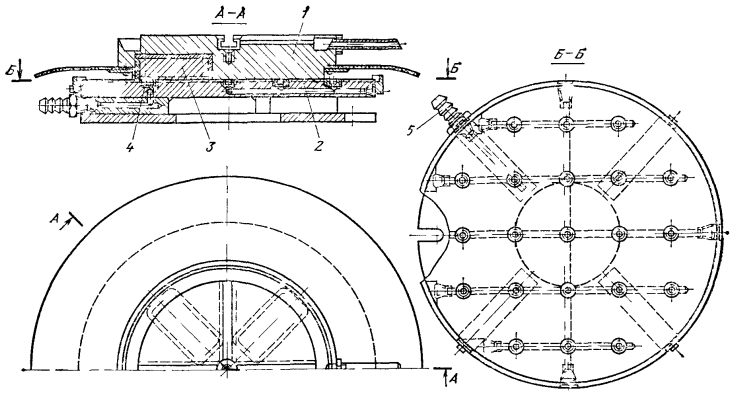


Рис. 47. Стол плавающий на воздушной подушке с магнитным фиксированием

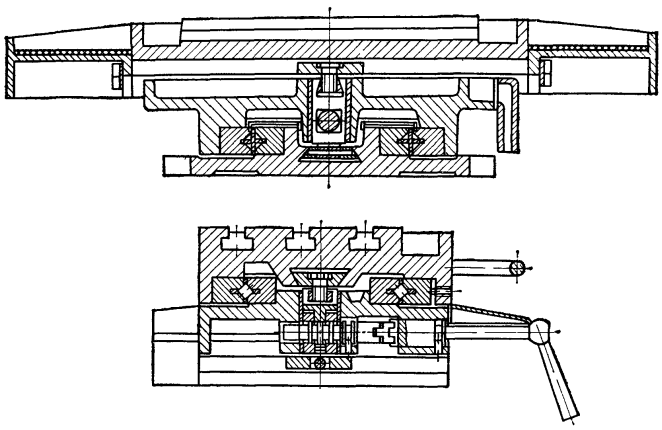
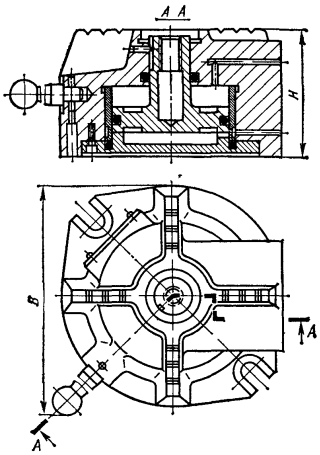


Рис. 48. Стол плавающий конструкции НПО Литстанкопроект

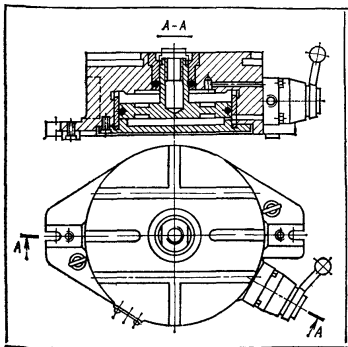
59 Столы неподвижные круглые с пневматическим зажимом



Обозначение столов	Габаритные размеры (диаметр×ширина×высота) ($D \times B \times H$), мм	Усилие зажима, Н		Масса, кг
		тянущее	толкающее	
7304—0041	125×307×160	2910 6	3106,6	6,8
7304—0042	160×357×165	4ə47 2	48ə1,0	9,2
7304—0043	200×395×210	7085 4	7545 4	13,7
7304—0044	2ə0×445×260	11642,4	12406,8	18,6

Примечание Теоретическое усилие рассчитано при давлении 0,63 МПа

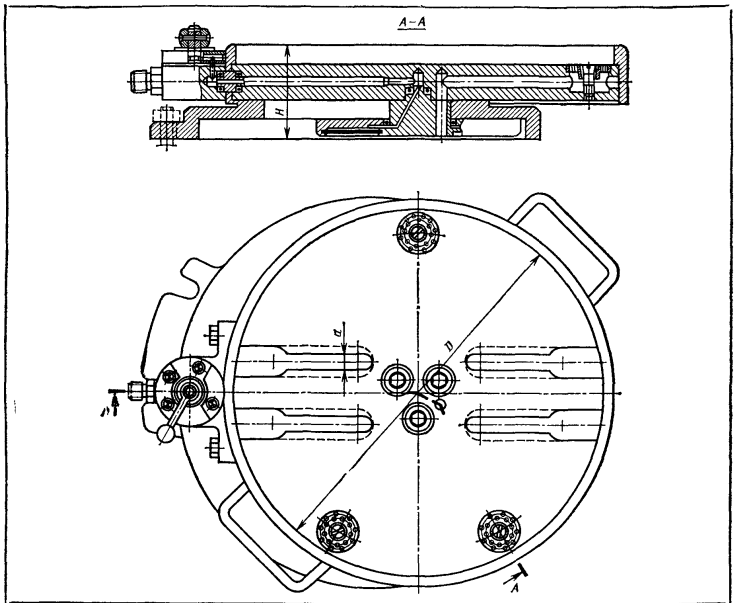
60 Столы неподвижные круглые с пневматическим зажимом и Т-образными пазами



Обозначение столов	Габаритные размеры (диаметр×ширина× высота) ($D \times B \times H$), мм	Усилие зажима, Н		Масса, кг
		тянущее	толкающее	
7304—0051	250×340×95	11642,4	12406,8	29,5
7304—0052	320×430×95	18188,8	19384,4	50,2
7304—0053	400×ə10×95	28390,6	30297,8	74,2

Примечание. Теоретическое усилие рассчитано при давлении 0,63 МПа.

61. Столы плавающие с пневматическим фиксированием (размеры, мм)



Обозначение столов	D	Ход стола	a	H
7303–0201 *1	250	90	12	65
7303–0202 *1	400	155	14	70
7303–0211 *2	630	240	18	105

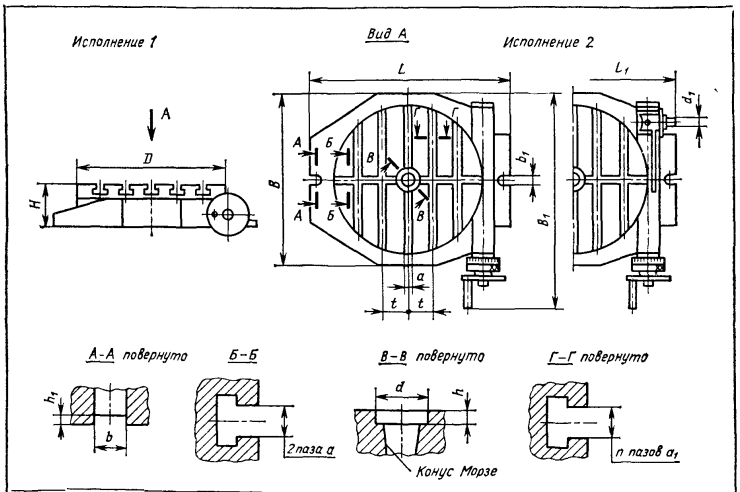
*1 по МН 3869–62.
*2 по МН 3870–62.

Стол круглый кантующийся РКВ 7205—4003 (табл. 65) предназначен для установки и закрепления деталей при фрезеровании с круговой подачей, при механической обработке прямолинейных участков под различными углами друг к другу на фрезерных, долбежных и других станках, а также при сверлении отверстий, расположенных по окружности.

Стол может быть установлен в горизонтальном и вертикальном положениях, что дает возможность совместить функции делительного стола и делительной стойки. Класс точности — Н.

Стол (см. эскиз к табл. 65) состоит из планшайбы *1*, корпуса *2*, червячного колеса и червяка. Вращение осуществляется при помощи червячной пары вручную ручкой маховика *5*. Положение планшайбы фиксируется посредством двух рукояток *3* и экс-

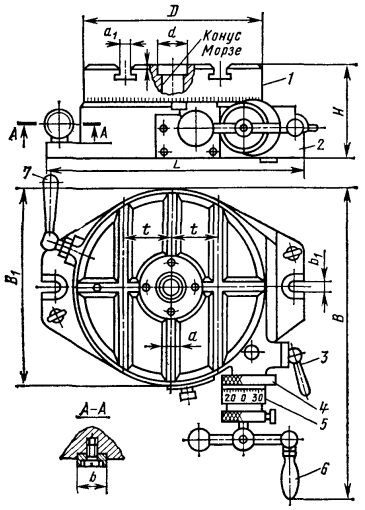
62. Столы поворотные круглые с ручным и механизированным приводами (размеры, мм)



Обозначение столов исполнений		D	H для исполнения		B	B1	L	L1	l	a (поле допуска H8)	a1 (поле допуска H8)	d (поле допуска H7)	d1 (поле допуска h6)	Конус Морзе	b (поле допуска H8)	b1	h	h1	Число пазов
1	2		1	2	Не более														
7204–0001	—	160	110	—	250	420	260	—	—	12	—	30	—	3	12	12	8	4	—
7204–0002	—	200			300	480	320		50		12								2
7204–0003	7204–0021	250	125		360	560	380	420	63; (70)			40	20	4	14	14		—	
7204–0004	7204–0022	320			420	630	450	500	(70); 80	14	14				18	18		6	4
7204–0005	7204–0023	400	140		500	670	560	600	63 (70)										
7204–0006	7204–0024	500	160		600	750	630	700	80; (90)						22	22			
7204–0007	—	630	180		710	900	800		100; (110)	18	18	50	—	5			12	8	6
7204–0008	—	800	200	—	900	1060	900	—							28	28			
7204–0009	—	1000	200		1120	1250	1120		125; (140)	22	22								
7204–0010	—	1250			1400	1500	1400		160; (170)	28	28							8	6

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, допускается применять по требованию потребителя.

63. Столы поворотные круглые с ручным приводом (размеры, мм)



Обозначение столов	D	(поле допуска H7)	h	a (поле допуска H8)	a_1 (поле допуска H9)	b (поле допуска H8)	b_1	t	B_1	L	B	H	Конус Морзе
7204—0002	200	30	8	12	12	14	14	50	210	300	355	97	3
7204—0003	250	40						63	260	350	435	107	4
7204—0004—01	320			14	4	18	18	80	400	425	585	118	

Примечания: 1. Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.
2. В комплект поставки входят стол в сборе — 1; шпонка — 2; винт — 2.

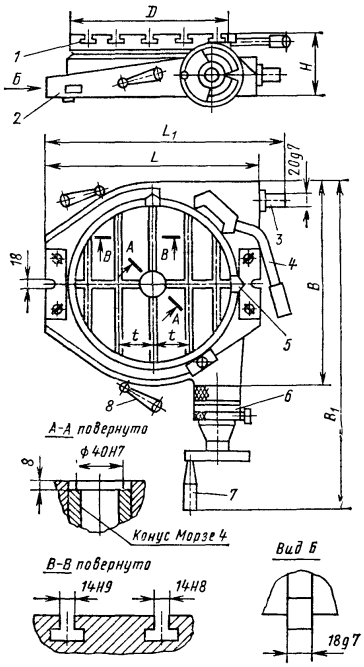
центриковых зажимов. Регулирование радиального зазора, ввод и вывод из зацепления червяка с червячным колесом осуществляются поворотом эксцентриковой втулки *4*. Отсчет угла поворота планшайбы осуществляется по шкале планшайбы или по лимбу. Делительные диски с отверстиями, входящие в комплект стола, используются для отсчета делений.

Основные размеры — по ГОСТ 16936—71*.

Столы угловые прямоугольные по ГОСТ 21166—75 (табл. 66) предназначены для установки и закрепления заготовок под углом до 45° в обе стороны при выполнении фрезерных, сверлильных и других видов станочных работ.

Столы поворотные трехкоординатные (табл. 67) предназначены для

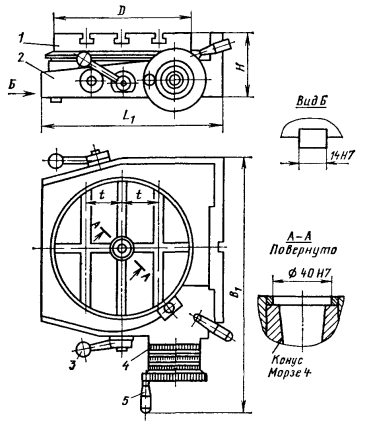
64. Столы поворотные круглые (размеры, мм)



Обозначение столов	D	Конус Морзе	B	B_1	L	L_1	H	t	Цена деления шкалы		Передаточное отношение
									лимба	планшайбы	
7204—0022—01	320	4	430	630	475	500	118	80	1°	1°	1 : 90
7204—0023—01	400		470	670	510	535	130	63			

Примечания: 1. Разработчик — Вильнюсское НПО Литстанкопроект.
2. Изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей. В комплект поставки входят стол в сборе — 1; шпонка — 2 по ГОСТ 14737—69*; винт — 2 по ГОСТ 1491—80*. Поставляются по особому заказу за отдельную плату: болт — 2 по ГОСТ 13152—67*.

65. Стол круглый кантующийся (размеры, мм)



Обозначение стола	D	Конус Морзе	B_1	L_1	H	t	Цена деления шкалы		Передаточное отношение червячной пары
							лимба	планшайбы	
РКВ 7205–4003	250	4	338	495	145	63	1′	1°	1 : 90

Примечания: 1. Разработчик — Вильнюсское НПО Литстанкопроект. Изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.
2. В комплект поставки входят стол в сборе — 2; прихват — 2; шпонка 7031–0607 по ГОСТ 14737–69* — 2. Поставляется по особому заказу за отдельную плату делительный диск.

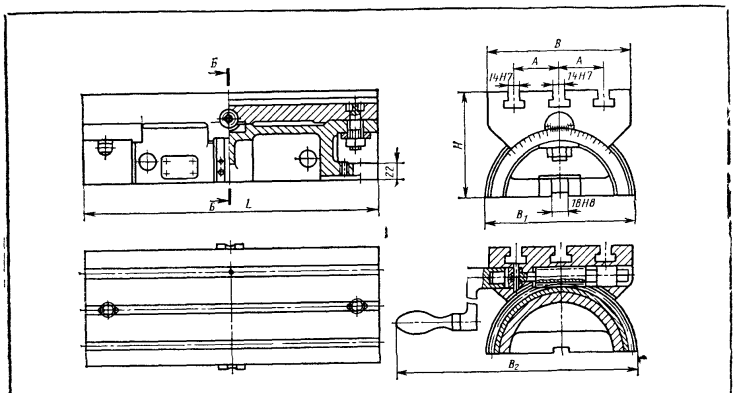
установки и закрепления заготовок под углом до 45° в обе стороны и поворота вокруг вертикальной оси до 360° при выполнении фрезерных, сверлильных и других видов станочных работ.

Столы поворотные трехкоординатные (табл. 68) предназначены для установки заготовок при их механической обработке под разными углами. Конструкция стола должна обеспечивать поворот вокруг вертикальной оси на 360°, поворот вокруг горизонтальной оси до 90° и до 45° в обе стороны.

Столы делительные. *Столы делительные с ручным и механизированным зажимом* (табл. 69) предназначены для установки заготовок при их механической обработке. Столы должны изготовляться трех типов: 1 — с ручным зажимом; 2 — с пневматическим зажимом; 3 — с гидравлическим зажимом, каждый из которых двух исполнений: *1* — с радиальным расположением Т-образных пазов; *2* — с прямоугольным расположением Т-образных пазов.

Примеры применения делительных столов показаны на рис. 49, *а—в*.

66. Столы угловые прямоугольные (размеры, мм)



Обозначение столов	B	L	H	A	B_1	B_2
7205–0081	160	400	125	50	162	262
7205–0082	200	500	140		202	300
7205–0083	250	630	170	80	252	350

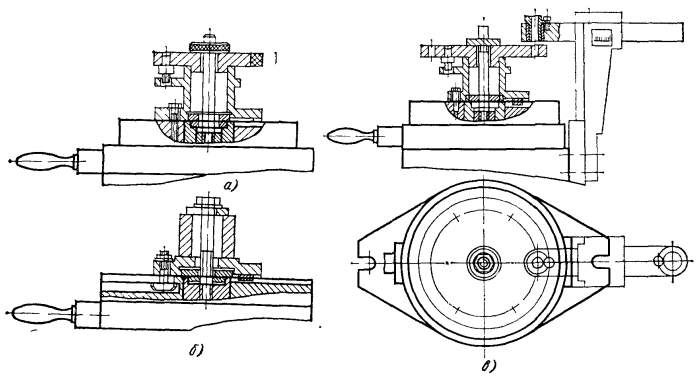
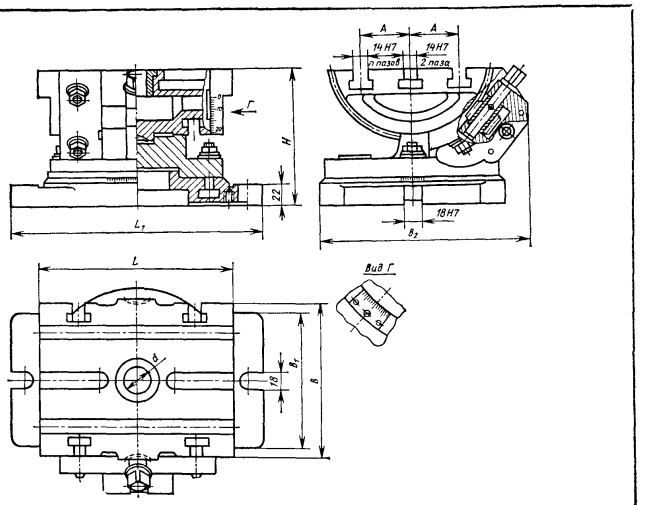


Рис. 49. Примеры применения делительных столов

67. Столы поворотные трехкоординатные (размеры, мм)



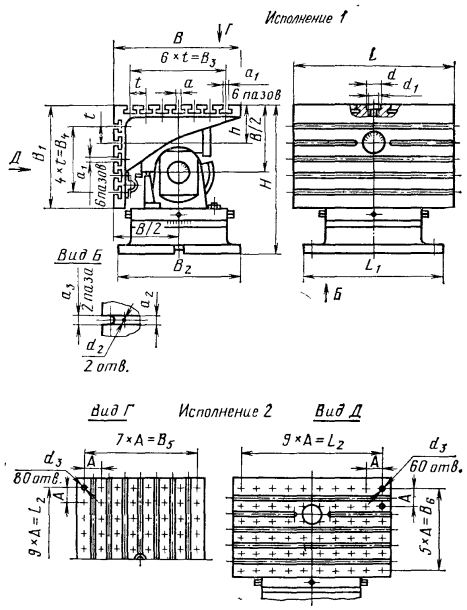
Обозначение столов	B	H	L	A	B_1	B_2	d (поле допуска H7)	L_1	Число пазов
7205—0001	125	120	160	—	125	190	20	240	—
7205—0002	160	140	200	40	140	215	25	260	2
7205—0003	200	160	250		160	245		360	
7205—0004	250	185	320	60	200	285		320	
7205—0005	320	220	400	80	250	340		380	

Столы делительные с пневматическим приводом (табл. 70) предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке.

Столы поворотные делительные наклонные (табл. 71) предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке. Конструкция предусматривает поворот рабочей части стола на 360° вокруг вертикальной оси и наклон на 90°. Столы должны изготовляться двух исполнений: *1* — с радиальным расположением Т-образных пазов; *2* — с прямоугольным расположением Т-образных пазов.

Столы делительные кантующиеся со сменными делительными дисками (табл. 72) предназначены для установки заготовок при их механической обработке.

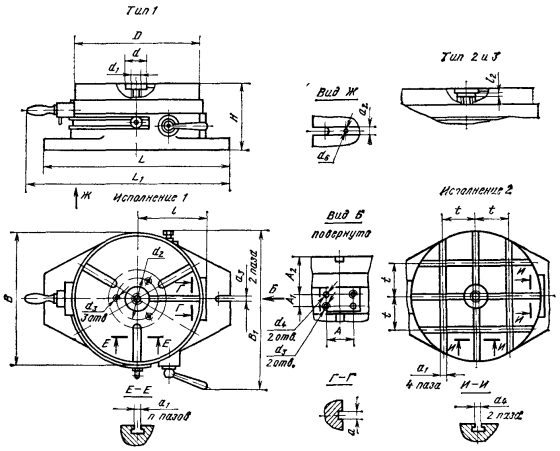
68. Столы поворотные трехкоординатные (размеры, мм)



Обозначение столов	Исполнение	B	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	H (не более)	L (не более)	L_1	L_2
7205—0091 7205—0092	*1* *2*	630	500	700	480	320	— 560	— 400	680	800	700	— 720
7205—0093 7205—0094	*1* *2*	800	630	800	600	400	— 700	— 500	850	1000	800	— 900

Обозначение столов	Исполнение	h	A	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	d_3 (Поле допуска H7)	a (Поле допуска H7)	a_1	a_2 (поле допуска H7)	a_3	t
7205—0091 7205—0092	*1* *2*	185	— 80	50	M20	M6	— 16	18	18	22	22	80
7205—0093 7205—0094	*1* *2*	250	— 100	85	M24	M10	— 20	22	22	28	28	100

69. Столы делительные с ручным и механизированным зажимами
(размеры, мм)



Обозначение столов	Тип	Исполнение	D	B	B_1	H	L	L_1	L_2 (ход штока), не менее	l	A	A_1	A_2	d (поле допуска H7)
				Не более							Пред. откл. ±0.016			
7204–0101	1	1	160	160	215	110	250	300	—	85	40	20	55	25
7204–0111	2	1	160	200	235	125 / 150	280	320	5 / 10	100	40	20	55	25
7204–0121	3	1	160	200	235	125 / 150	280	320	5 / 10	100	40	20	55	25
7204–0102	1	2	160	160	215	110	250	300	—	85	40	20	55	25
7204–0112	2	2	160	200	225	125 / 150	280	320	5 / 10	100	40	20	55	25
7204–0122	3	2	160	200	225	125 / 150	280	320	5 / 10	100	40	20	55	25
7204–0103	1	1	200	250	135	300	360	—	110	50	25	70	40	

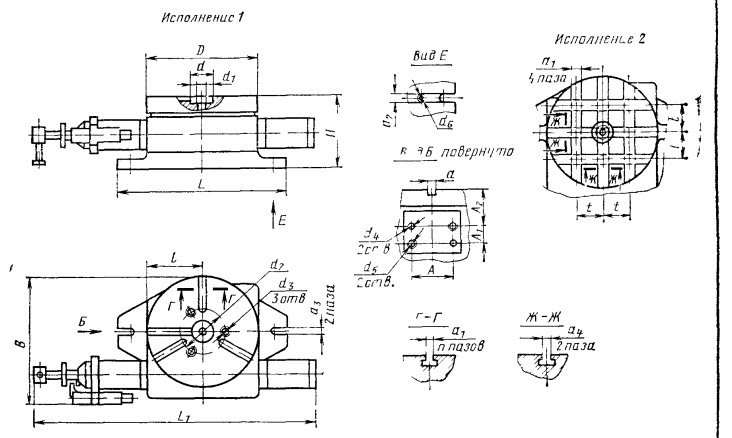
Продолжение табл. 69

Обозначение столов	Тип	Исполнение	D	B	B_1	H	L	L_1	L_2 (ход штока), не менее	l	A	A_1	A_2	d (поле допуска H7)
				Не более							Пред. откл. ±0.016			
7204–0113	2	1	200	240	290	170 / 175	330	390	5 / 10	125	50	25	70	40
7204–0123	3	1	200	240	290	170 / 175	330	390	5 / 10	125	50	25	70	40
7204–0104	1	2	200	200	250	135	300	360	—	110	50	25	70	40
7204–0114	2	2	200	240	290	170 / 175	330	390	5 / 10	125	50	25	70	40
7204–0124	3	2	200	240	290	170 / 175	330	390	5 / 10	125	50	25	70	40
7204–0105	1	1	250	250	310	135	360	420	—	135	50	25	70	40
7204–0115	2	1	250	290	320	180	370	425	8	140	50	25	70	40
7204–0125	3	1	250	250	310	135	360	420	15 / —	135	50	25	70	40
7204–0106	1	2	250	250	310	135	360	420	15 / —	135	50	25	70	40
7204–0116	2	2	250	290	320	180	370	425	8 / 15	140	50	25	70	40
7204–0126	3	2	250	290	320	180	370	425	8 / 15	140	50	25	70	40
7204–0107	1	1	320	320	400	160 / 190	420	480	— / 8	170	80	40	80	50
7204–0117	2	1	320	360	400	190 / 200	450	500	8 / 15	170	80	40	80	50
7204–0127	3	1	320	360	400	190 / 200	450	500	8 / 15	170	80	40	80	50
7204–0108	1	2	320	320	400	160 / 190	420	480	— / 8	170	80	40	80	50
7204–0118	2	2	320	360	400	190 / 200	450	500	8 / 15	170	80	40	80	50
7204–0128	3	2	320	360	400	190 / 200	450	500	8 / 15	170	80	40	80	50

Продолжение табл. 69

Обозначение столов	d_1	d_2	d_3	d_4 (поле допуска *H7*)	d_5	d_6	a (поле допуска *H7*)	a_1	a_2 (поле допуска *H7*)	a_3	a_4 (поле допуска *H7*)	t	n	Усилие зажима, Н	Масса, кг, не более
7204—0101	М10	60	М8	8	М10	М5	10	10	14	14	—	—	3	—	15
7204—0111	М12													6 500	28
7204—0121														7 000	30
7204—0102	М10	—	—				—				10	40	—	—	15
7204—0112	М12													6 500	28
7204—0122														7 000	30
7204—0103	М12	75	М10	12	М12		14	14			—	—	3	—	28
7204—0113	М20													11 000	52
7204—0123														20 000	45
7204—0104	М12	—	—				—				14	60	—	—	28
7204—0114	М20													11 000	52
7204—0124								14						20 000	45
7204—0105	М12	—	—				14				—	—	3	—	42
7204—0115	М20	75	М10											17 000	90
7204—0125														20 000	75
7204—0106	М12	—	—				—				14	60	—	—	42
7204—0116	М20													17 000	90
7204—0126														20 000	75
7204—0107	М16	80	М12	16	М16	М6	18	18	18	18	—	—	6	—	75
7204—0117	М24													27 000	135
7204—0127														45 000	105
7204—0108	М16	—	—				—				18	80	—	—	75
7204—0118	М24													27 000	135
7204—0128														45 000	105

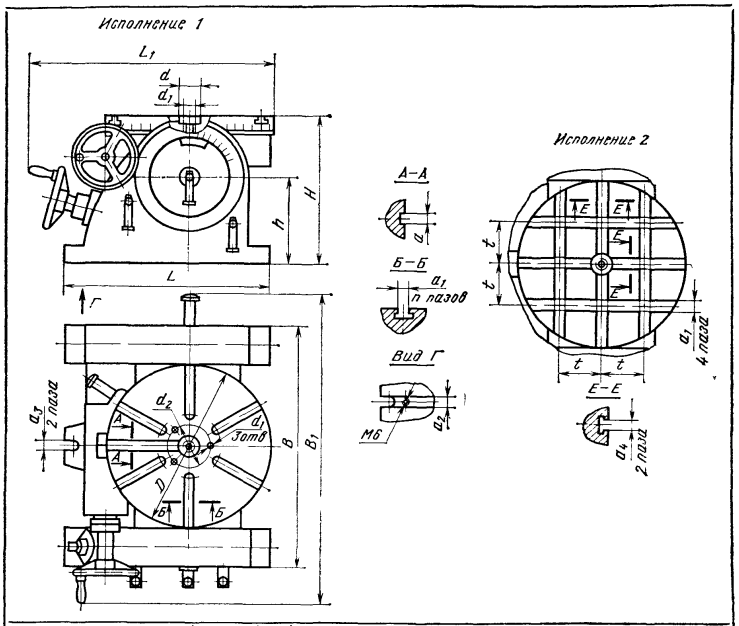
70. Столы делительные с пневматическим приводом (размеры, мм)



Обозначение столов	Исполнение	D	B	H	L	L_1	l	A	A_1	A_2	d (поле допуска *H7*)
			Не более					Пред. откл. ± 0,015			
7204—0141	*1*	250	285	170	400	570	135	50	25	60	40
7204—0142	*2*										
7204—0143	*1*	320	350	175	470	695	170	80	40	80	50
7204—0144	*2*										

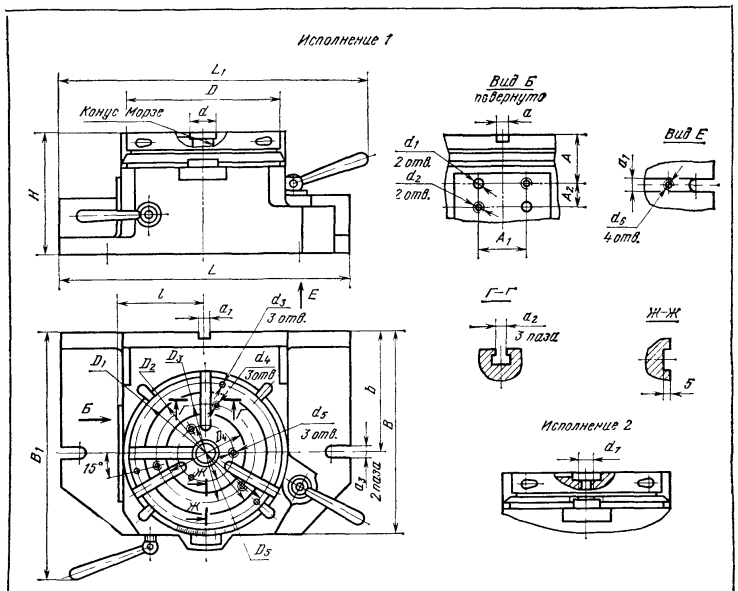
Обозначение столов	d_1	d_2	d_3	d_4 (поле допуска *H7*)	d_5	d_6	a (поле допуска *H7*)	a_1	a_2 (поле допуска *H7*)	a_3	a_4 (поле допуска *H7*)	l (пред. откл. ±0,016)	n
7204—0141	М12	75	М10	12	М12	М5	14	14	14	14	—	—	3
7204—0142		—	—				—				14	60	—
7204—0143	М16	80	М12	16	М16	М6	18	18	18	18	—	—	6
7204—0144		—	—				—				18	80	—

71. Столы поворотные делительные наклонные (размеры, мм)



Обозначение столов	Исполнение	D	B	B_1	H	L	L_1	h	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	d_3	a (поле допуска H7)	a_1	a_2 (поле допуска H7)	a_3	a_4 (поле допуска H7)	n	t
			Не более																
7205–0101	1	250	370	540	270	320	400	150	40	M12	75	M10	14	14	14	14	—	3	—
7205–0102	2										—	—	—				14	—	60
7205–0103	1	320	450	585	285	360	460	165	50	M16	80	M12	18	18	18	18	—	6	—
7205–0104	2										—	—	—				18	—	80
7205–0105	1	400	600	750	350	480	580	205			80	M12	18				—	6	—
7205–0106	2										—	—	—				18	—	80
7205–0107	1	500	690	840	400	545	690	255	85	M20	120	M16	22	22	22	22	—	6	—
7205–0108	2										—	—	—				22	—	100

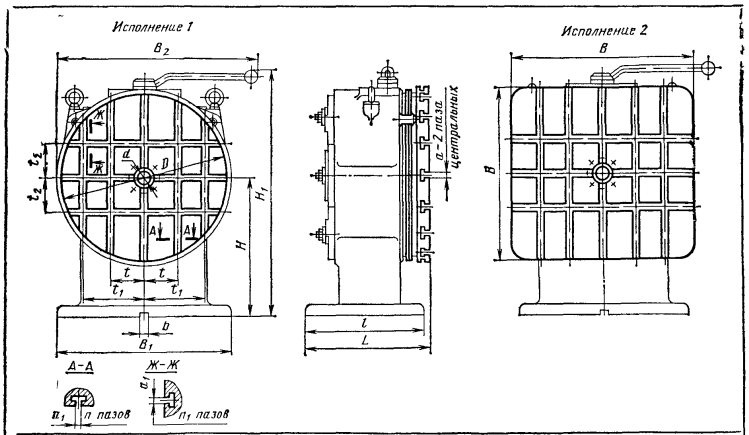
72. Столы делительные кантующие (размеры, мм)



Обозначение столов	Исполнение	D	B	B_1	H	L	L_1	Конус Морзе	l	b (пред. откл. +0.02)	A	A_1 (пред. откл. ±0.016)	A_2 (пред. откл. ±0.012)	D_1	D_2 (поле допуска H7)
			Не более												
7205–0111	1	160	215	260	125	300	315	2	95	125	75	40	20	142	130
7205–0112	2							—							
7205–0113	1	200	280	340	150	360	400	3	125	160	90	50	25	180	165
7205–0114	2							—							
7205–0115	1	250	330	400		400	450	3	145	200				226	210
7205–0116	2							—							
7205–0117	1	320	370	440	185	480	560	4	175		105	80	40	290	270
7205–0118	—							—							

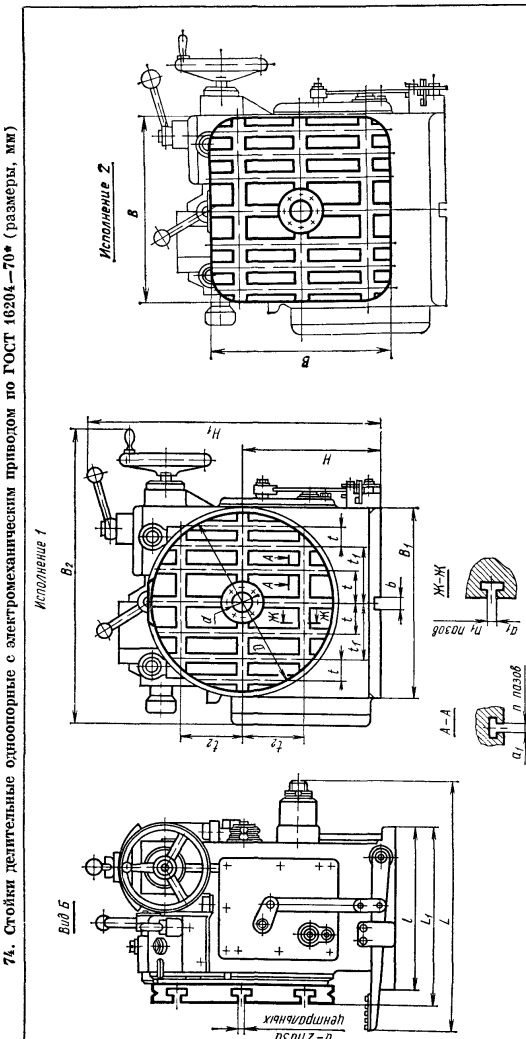
Обозначение столов	D_3	D_4	D_5	d (поле допуска H7)	d_1 (поле допуска H7)	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	a (поле допуска H7)	a_1 (поле допуска H7)	a_2	a_3
7205–0111	106	84	60	25	8	M10	9	M6	M8	M5	—	10	14	10	14
7205–0112											M10				
7205–0113	136	108	75	40	12	M12	11		M10		—	14		14	
7205–0114											M12				
7205–0115	180	140					13	M8			—				
7205–0116											M12				
7205–0117	220	166	80	50	16	M16	17		M12	M6	—	18	18	18	18
7205–0118											M16				

73. Стойки делительные одноопорные по ГОСТ 16203—70* (размеры, мм)



Исполнение	D	B	H	H_1	B_1	L	a (поле допуска H7)	a_1 (поле допуска H7)	B_2	b (поле допуска H8)	d (поле допуска H7)	l	t	t_1	t_2	Число пазов (кроме центрального) вертикальных n	Число пазов (кроме центрального) горизонтальных n_1
1	160	—	120	250	200	160	12	12	220	14	20	140	50	—	—	2	—
1	200	—	140	270	220	185	12	12	250	14	30	180	50	—	—	2	—
1	200	—	200	380	220	205	12	12	310	14	30	200	50	—	—	2	—
1	250	—	160	320	250	190	12	12	290	14	30	180	50	—	—	2	—
1	250	—	160	320	250	205	12	12	280	14	30	180	50	—	—	2	—
1	250	—	250	310	260	260	12	12	380	14	40	200	50	—	—	2	—
1	250	—	250	450	260	260	12	12	320	14	40	250	50	—	—	2	—
1	320	—	200	390	320	240	14	14	365	18	40	220	80	140	—	2	—
1	320	—	320	560	320	340	14	14	500	18	40	250	80	140	—	2	—
1	320	—	250	470	470	355	14	14	390	18	40	325	80	140	—	2	—
1	400	—	400	680	400	365	14	14	550	18	40	280	80	140	—	2	—
1	400	—	320	590	570	365	14	14	430	18	40	350	80	140	—	2	—
1	500	—	500	830	500	415	18	18	645	22	50	360	80	160	—	4	—
2	—	500	500	830	500	415	18	18	520	22	50	400	80	160	—	4	—
1	630	—	400	735	740	405	18	18	790	22	50	450	125	210	125	4	—
2	—	630	630	1020	630	465	18	18	650	22	50	450	125	210	125	4	—
1	800	—	500	930	700	480	22	22	940	28	71	470	160	320	320	4	2
2	—	800	500	930	700	480	22	22	940	28	71	470	160	320	320	4	2
1	1000	—	630	1170	900	510	22	22	1160	28	71	500	160	320	320	4	2
2	—	1000	630	1170	900	510	22	22	1160	28	71	500	160	320	320	4	2
1	1250	—	710	1370	1080	610	28	28	1350	28	71	600	160	320	320	6	2
2	—	1250	710	1370	1080	610	28	28	1350	28	71	600	160	320	320	6	2

74. Стойки делительные одноопорные с электромеханическим приводом по ГОСТ 16204—70* (размеры, мм)



Обозначение стоек	Исполнение	D	B	H	H_1	B_1	L	a (после закалки H5)	b (после закалки H8)	B_2	d (после закалки H7)	L_1	l	t	t_1	t_3	Число пазов (кроме центральных) вертикальных n	Число пазов (кроме центральных) горизонтальных n_1
7302—0101	1	500	—	500	800	520	700	18	22	850	50	480	450	80	160	—	4	—
7302—0102	2	—	500															
7302—0103	1	800	—	630	1200	670	800	22	28	1200	71	660	600	160	320	320	4	2
7302—0104	2	—	800							1720		925	810				6	
7302—0105	1	1250	—	710	1300		—											
7302—0106	2	—	1250															

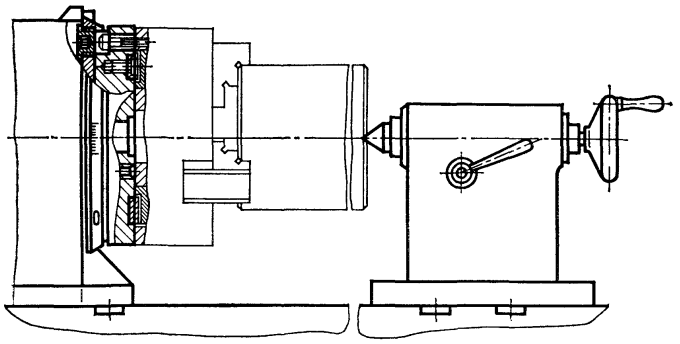
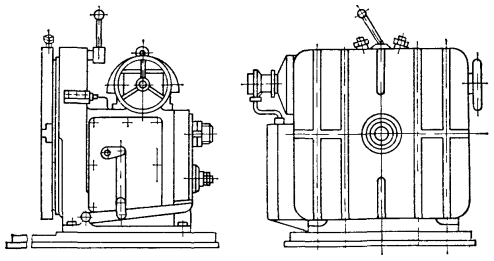


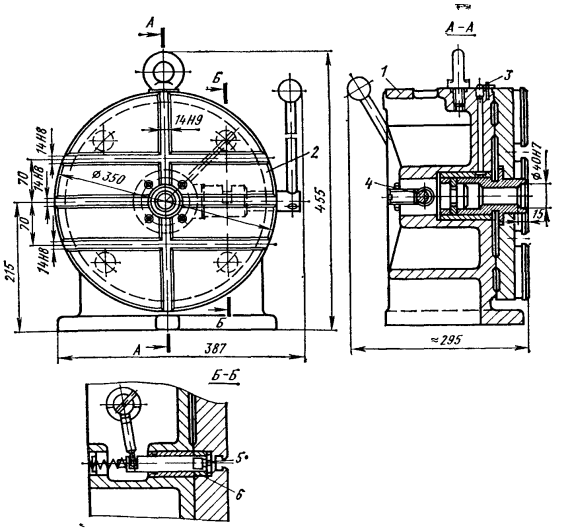
Рис. 50. Пример применения кантующихся делительных столов

75 Стойки делительные одноопорные с электромеханическим приводом



Параметр	С7 302—4011	С7 302—4013	С7 302—4014
Размеры планшайбы, мм	500×500	800×800	1250×1250
Диаметр центрального отверстия, мм	50H7	71H7	71H7
Расстояние от основания стойки до оси планшайбы, мм	500	630	710
Число фиксируемых положений планшайбы	4	4	4
Частота вращения планшайбы, об/мин	5,0	3,3	3,3
Наибольшая масса заготовки, кг	500	1000	2000
Наибольший вылет общего центра тяжести от зеркала планшайбы (при наибольшей массе), мм	400	500	630
Наибольшее смещение центра тяжести от оси поворота (при наибольшей массе), мм	40	40	40
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	2,2	3,0
Габаритные размеры стойки, мм	890×610×940	1000×870×1100	1160×1250×1350

76. Основные размеры некоторых моделей стоек делительных одноопорных



Размеры, мм	С7 302—007	С7 302—008
Диаметр планшайбы	500	500
Габаритные размеры	235×280×348,5	295×387×455

Примечание. Разработчик — НПО Оргстанкинпром

Пример применения кантующихся делительных столов с упорными стойками показан на рис. 50.

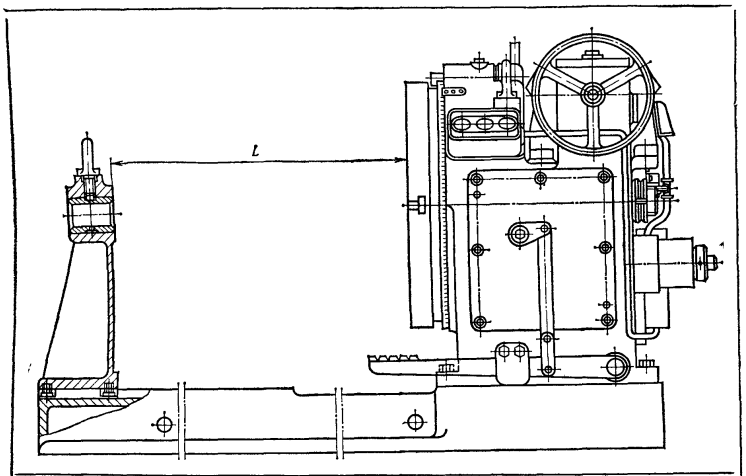
СТОЙКИ

Стойки делительные одноопорные по ГОСТ 16203—70* (табл. 73) предназначены для установки, закрепления и поворота заготовок при механической обработке отверстий.

Стойки делительные одноопорные с электромеханическим приводом по ГОСТ 16204—70* (табл. 74). Предназначены для установки, закрепления и поворота заготовок при механической обработке отверстии.

Стойки делительные одноопорные с электромеханическим приводом. Основные размеры по ГОСТ 16204—70* (табл. 75) предназначены для установки, закрепления и поворота заготовок при обработке в них отверстии, расположенных на разных плоскостях, на радиально сверлильных станках. Заготовки могут устанавливаться непосредственно на стойках или в приспособлениях. В стойках предусмотрена возможность подвода к планшайбе сжатого воздуха или масла высокого давления для закрепления заготовок пневматическими или гидравлическими зажимными устройствами.

77. Стойки делительные двухопорные (некоторые модели)



Параметр	С7 302—4002	С7 302—4004	С7 302—4006
Передняя стойка, модель	С7 302—4011	С7 302—4013	С7 302—4014
Размеры планшайбы, мм	500×500	800×800	1250×1250
Расстояние L от планшайбы до задней стойки, мм:			
L_{min}	400	Устанавливается в зависимости от длины обрабатываемой детали	
L_{max}	1000		

Примечания: 1. Автоматически фиксируемый угол поворота планшайбы 90°.
2. Точность автоматического деления 3 мин.
3. Разработчик — НПО Оргстанкинпром.

Стойки делительные одноопорные (табл. 76) предназначены для установки, закрепления и поворота кондукторов или установочных приспособлений при обработке отверстий на радиально сверлильных станках.

Стойка состоит из базовой части *1*, планшайбы *2* с четырьмя фиксирующими втулками *6*, фиксатора *5* и эксцентрикового валика *4* для затягивания планшайбы.

При обработке отверстий под углом, не кратным 90°, величина угла устанавливается по риске планки *3* и конуса планшайбы *2*. Поворот приспособления и фиксация осуществляется вручную.

Стойки делительные двухопорные (табл. 77) предназначены для установки, закрепления и поворота кондукторов или установочных приспособлений при обработке отверстий в заготовках. Состоят из постоянно закрепленной передней стойки и регулируемой задней стойки, установленной на общей плите.

Стойки поворотные (табл. 78) предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке. Поворотные стойки должны изготовляться двух исполнений: *1* — с радиальным расположением Т-образных пазов; *2* — с прямоугольным расположением Т-образных пазов. Пример применения поворотной стойки показан на рис. 51.

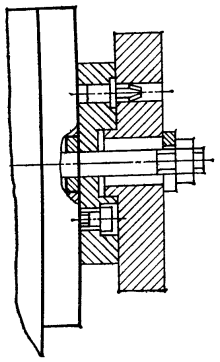


Рис. 51. Пример применения поворотной стойки

Стойки упорные (табл. 79) применяются совместно с делительными поворотными приспособлениями. Предназначены для поддержки заготовок большой длины при механической обработке. Стойки должны изготовляться двух исполнений: *1* — с винтовым приводом пиноли; *2* — с комбинированным приводом пиноли.

Угольники поворотные (табл. 80) предназначены для установки заготовки под углами до 15° и до 45° при механической обработке. Примеры применения поворотных угольников показаны на рис. 52.

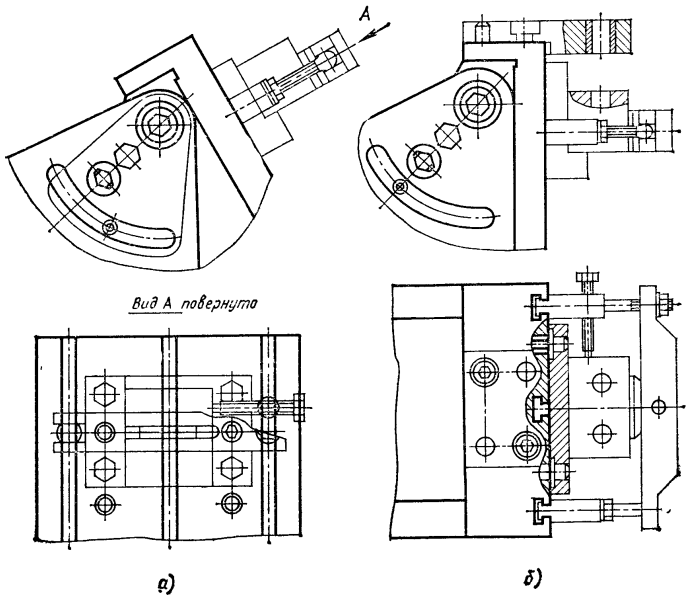
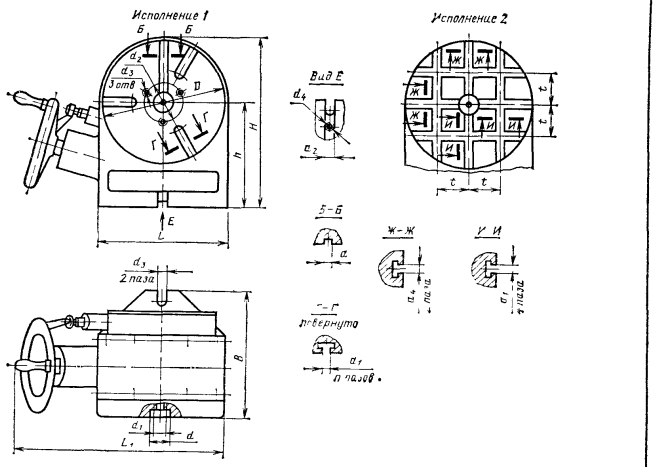


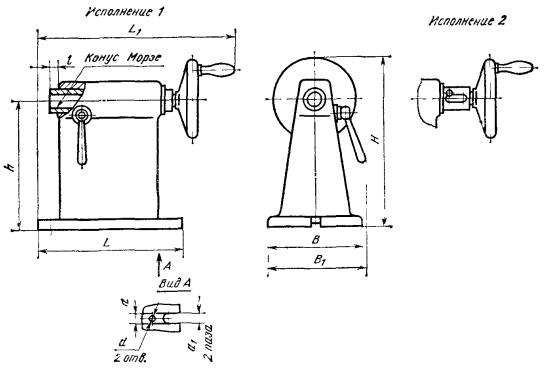
Рис. 52. Примеры применения поворотных угольников

78. Стойки поворотные (размеры, мм)



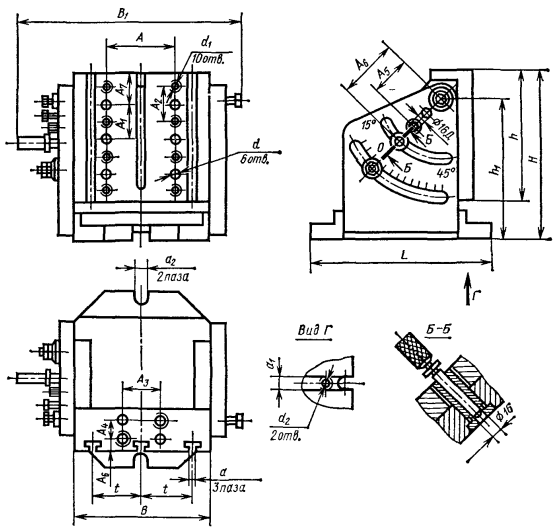
Обозначение стоек	Исполнение	D	B	H	L	L_1	a (поле допуска H7)	a_1	a_2 (поле допуска H7)	a_3	a_1 (поле допуска H7)	d	d_1	d_2	d_3	d_4	h (пред. откл ±0,03)	n	t
			Не более																
7203—0001	1	160	220	210	210	290	10	10	14	14	—	25	M10	60	M8	M5	125	3	—
7203—0002	2						—				10			—	—			—	40
7203—0003	1	200	270	270	250	390	14	14			—	40	M12	75	M10		160	3	—
7203—0004	2						—				14			—	—			—	60
7203—0005	1	250		330	300	430	14				—			75	M10		200	3	—
7203—0006	2						—				14			—	—			—	60
7203—0007	1	320	300	420	390	540	18	18	18	18	—	50	M16	80	M12	M6	250	6	—
7203—0008	2						—				18			—	—			—	80

79. Стойки упорные (размеры, мм)



Обозначение стоек	Исполнение	h (пред. откл ±0,03)	B	B_1	H	L	L_1	Ход пиноли l	a (поле допуска H7)	a_1	d	Конус Морзе
			Не более									
7208—0101	1	125	115	140	165	175	195	20	10	10	M5	2
7208—0102	2						230	35				
7208—0103	1	160	150	160	200	240	240	25	14	14		3
7208—0104	2				—		280	45				
7208—0105	1	200			240		240	25				
7208—0106	2						280	45				
7208—0107	1	250	210	210	310	320	320	40	18	18	M6	4
7208—0108	2				—		360	50				
7208—0109	1	320			380		320	40				
7208—0111	2						360	50				

80. Угольники поворотные, (размеры, мм)



Обозначение угольников	B	B_1	H	L	A (пред. откл $\pm0{,}020$)	A_1 (пред. откл. $\pm0{,}016$)	A_3	A_2 (пред. откл. $\pm0{,}016$)	A_4 (пред. откл. $+0{,}014$)	A_5	A_6
		Не более								Пред. откл. $+0{,}020$	
7205—0151	200	390	300	230	100	50	50	60	30	60	90
7205—0152	250	440	340	315	120	60	60			70	105
7205—0153	320	510	400	350	160	80	80	80	40	90	130

Обозначение угольников	A_7	A_8	h	h_1	d (поле допуска $H7$)	d_1	d_2	a	a_1 (поле допуска $H7$)	a_2	t
7205—0151	55	20	215	230	12	M12	M5	14	14	14	80
7205—0152	60		250	270							100
7205—0153	70	22	300	315	16	M16	M6	18	18	18	125

ТИСКИ

Тиски станочные с ручным и механизированным приводом по ГОСТ 14904—80. Станочные тиски изготовляют трех типов:

А — с ручным приводом трех исполнений (табл. 81): *1* — неповоротные; *2* — поворотные; *3* — поворотные с двусторонним зажимом и усиленным креплением;

Б — с гидравлическим приводом трех исполнений (табл. 82): *1* — неповоротные; *2* — поворотные; *3* — поворотные с усиленным креплением;

В — с пневматическим приводом трех исполнений: *1* — неповоротные, *2* — поворотные, *3* — поворотные с усиленным креплением.

Тиски станочные неповоротные с ручным приводом (табл. 83). Тиски предназначены для крепления деталей при механической обработке на фрезерных, шлифовальных, сверлильных и других металлорежущих станках. Класс точности П. Основные размеры — по ГОСТ 14904—80.

Тиски состоят из корпуса *1*, подвижной губки *2*, винта *4* и гайки *3*. С помощью рукоятки подвижная губка подводится к детали и зажимает ее. Ход губки осуществляется за счет пары винт—гайка.

Тиски станочные неповоротные и поворотные с ручным приводом (табл. 84) предназначены для крепления деталей при механической обработке на фрезерных, шлифовальных и сверлильных станках. Они изготовляются трех исполнений: неповоротные, поворотные, поворотные с двусторонним зажимом и усиленным креплением. Класс точности Н.

Тиски состоят из корпуса *1*, подвижной губки *2*, винта *3* и гайки *4*, а поворотные тиски кроме этого оснащены делительным столом *5*.

В тисках с прямыми накладными губками базирование деталей осуществляется по неподвижной губке корпуса тисков, а в тисках с клиновыми накладными губками — по направляющим тисков.

Основные размеры — по ГОСТ 14904—80.

Тиски станочные поворотные с пневматическим приводом 7201—0019—01 (рис. 53). Тиски предназначены для крепления деталей при механической обработке на металлорежущих станках. Класс точности Н. Основные размеры по ГОСТ 14904—80.

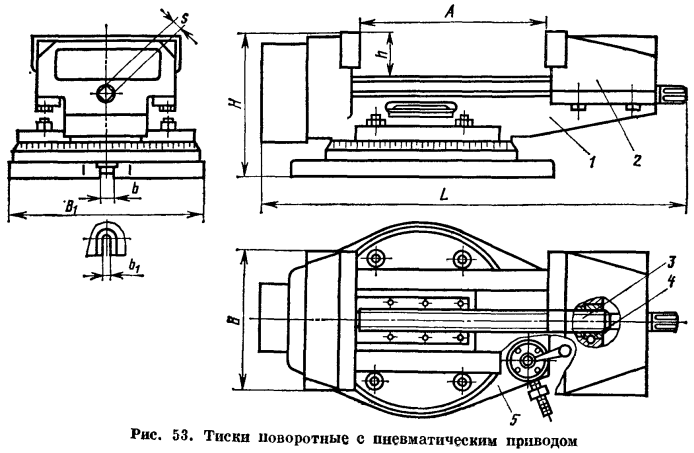
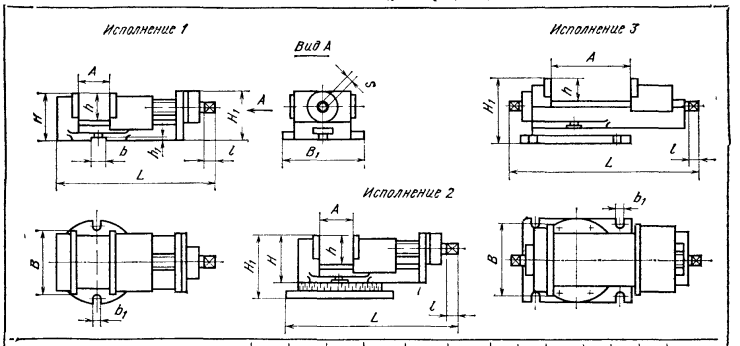


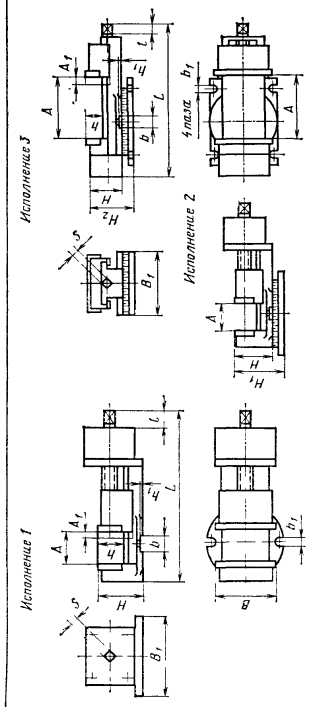
Рис. 53. Тиски поворотные с пневматическим приводом

81. Тиски типа А (размеры, мм)



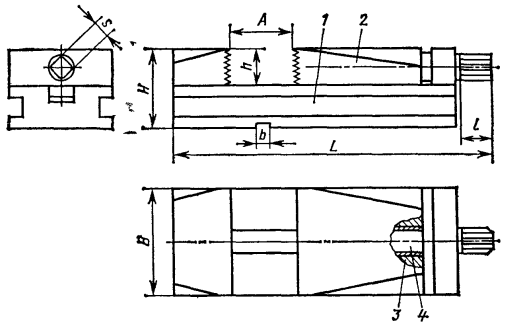
Обозначение тисков исполнения			B	A_1	B_1	L	H	H_1	h_1, не менее	h (поле допуска $H7$)	b_1	s	l	Усилие зажима, Н, не менее
1	2	3		Не более										
7200—0201			63	40	100	200	65	—	20	4	12	10	25	3 900
	7200—0202					250	—	90						
7200—0203			80	50	125	250	75	—	25		12	12	28	5 900
	7200—0204					280	—	100						
7200—0205	7200—0206		100	63	160	340	85	110	32			14	32	9 800
7200—0207	7200—0208			80	200	400	105	135	40		14	17	36	19 600
7200—0209	7200—0210		125	125			110	140						
		7200—0211				450								
7200—0212	7200—0213		160	100	250	500	130	165	50			19	40	24 000
7200—0214	7200—0215			200										
		7200—0216				550								
7200—0217	7200—0218		200	125	320	630	155	195	63	6	18	18		34 000
7200—0219	7200—0220			250										
7200—0222	7200—0223	7200—0221		160		650	185	230						
7200—0224	7200—0225		250	320	360	800	200	250	80		18	22	45	43 000
		7200—0226												
7200—0227	7200—0228		320	400	400	900	225	275	100		22	45		54 000
		7200—022												
7200—0230	7200—0231		400	500	500	1060	285	350	125					64 000
		7200—0232												

82. Тиски типа Б и В (размеры, мм)



Обозначение тисков			B	A	A_1	B	L	H	H_1	h_1, не менее	h (поле допуска $H7$)	b_1	s	l	Усилие зажима, Н, не менее
Тип Б исполнения		Тип В исполнения				Не более									
1	2	3													
7202—0001	7202—0002		125	80	4	200	550	105	135	40	6	18	14	17	36	19 600
7202—0003	7202—0004	7202—0005		125				110	140							
7202—0006	7202—0007		160	100		250	650	130	165	50						24 000
7202—0008	7202—0009	7202—0010		200												
7202—0011	7202—0012		200	125	6	320	750	155	195	63						34 000
7202—0013	7202—0014	7202—0015		250												
7202—0016	7202—0017		250	160		360	850	185	230	80						43 000
7202—0018	7202—0019			320				200	270							
		7202—0020														
7202—0021	7202—0022	7202—0023	320	400		400	950	225	275	100	22	22	22	45		54 000
7202—0024	7202—0025	7202—0026	400	500		500	1000	285	350	125						64 000

83. Тиски станочные неповоротные с ручным приводом (размеры, мм)



Параметр	7200—0203—02	7200—0205—02
Ширина губок *B*	80	100
Длина тисков *L*	250	340
Высота тисков *H*	65	75
Ход губки *A*	50	80
Высота зажима *h*	30	35
Ширина шпоночного паза *b*	12*H*7	12*H*7
Сторона квадрата винта *s*	12	14
Длина квадрата винта *l*	28	32
Усилие зажима, Н	6000	10 000
Масса тисков, кг	6.2	11,6

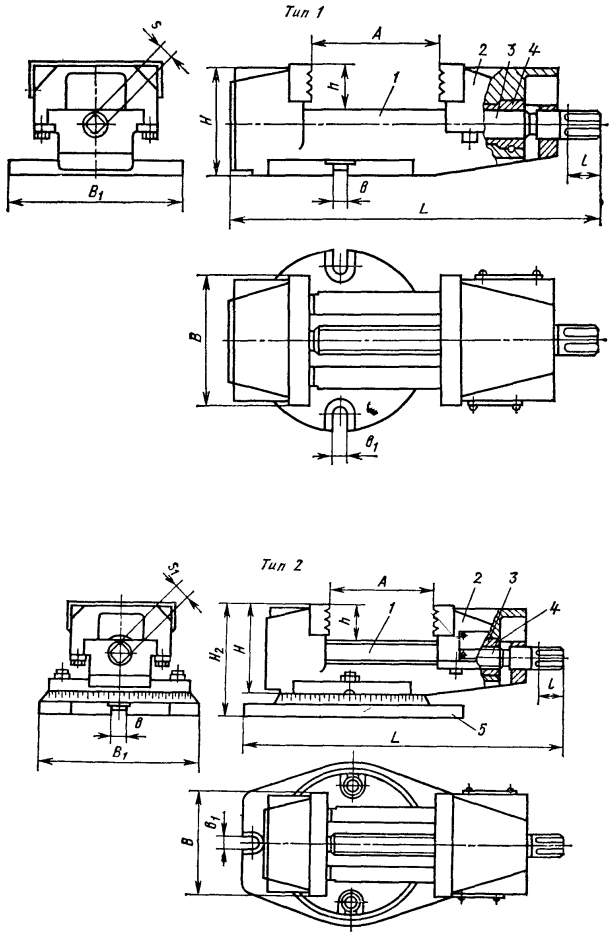
Примечания: 1. Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.
2. В комплект поставки входят тиски в сборе — 1; рукоятка — 1; шпонка 7031—0603 по ГОСТ 14737—69 — 2.

Тиски состоят из корпуса *1*, подвижной губки *2*, винта *3*, гайки *4*, делительного стола *5* с пневмоприводом.

Тиски имеют регулируемое усилие зажима, высокую точность базирования зажимаемых деталей. Зажим деталей производится с помощью тарельчатых пружин, что обеспечивает надежную и безопасную работу тисков. Базирование деталей осуществляется по неподвижной губке корпуса.

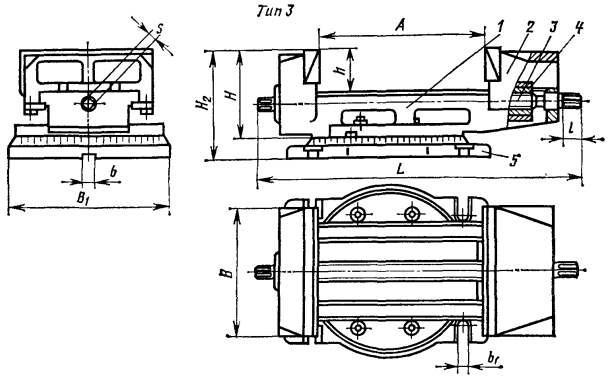
Принцип работы тисков: сжатый воздух под давлением 0,5 МПа поступает в пневмоцилиндр, встроенный в делительный стол тисков, и перемещает поршень. Поршень посредством клинового и рычажного механизмов сжимает пакет тарельчатых пружин.

84. Тиски станочные неповоротные и поворотные с ручным приводом (размеры, мм)



Продолжение табл. 84

Тип 3



Обозначение	B	L	H	H_1	B_1	A	h	b (поле допуска H8)	b_1	s	l	Усилие зажима, Н
7200—0209—01	125	370	110	—	176	130	47	14	14	$17C_3$	36	20 000
7200—0210—01	125	400	110	140	198	130	47	14	14	$17C_3$	36	20 000
7200—0214—01	160	439	118	—	176	200	50	14	14	$17C_3$	40	25 000
7200—0215—01	160	439	118	148	198	200	50	14	14	$19C_3$	40	25 000
7200—0220—01	200	560	153	191	275	250	65	18	18	$19C_3$	40	35 000
7200—0225—01	250	655	183	225	340	320	80	18	18	$22C_3$	45	45 000
7200—0226—01	250	706	183	231	350	320	80	22	22	$22C_3$	45	45 000
7200—0229—01	320	790	205	255	400	400	100	22	22	$22C_3$	45	55 000

Примечания: 1. Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.

2. В комплект поставки входят: тиски в сборе — 1; рукоятка — 1; винт — 2 по ГОСТ 1491—80; шпонка — 2 по ГОСТ 14737—69. В комплект поставки входят, но поставляются за отдельную плату: болт — 2 по ГОСТ 13152—67 (для тисков 7200—0226—10 и 7200—0229—01 — 4 шт.); гайка — 2 по ГОСТ 5927—70 (для тисков 7200—0226—10 и 7200—0229—01 — 4 шт.).

Подвижная губка с помощью рукоятки подводится к закрепляемой детали. При прекращении подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр пружина посредством втулки и винта перемещает подвижную губку и зажимает обрабатываемую деталь.

Техническая характеристика (размеры, мм)

Ширина губок B	250
Размеры тисков ($L \times H \times B_1$)	725×250×340
Ход губки A	320
Высота зажима h	80
Ход губки от пневмоцилиндра	4
Ширина паза:	
шпоночного b	18$H8$
крепежного b_1	18
Сторона квадрата винта s	22
Усилие зажима при давлении воздуха 0,5 МПа. Н	45 000
Масса тисков, кг	130

Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.

В комплект поставки входят: тиски в сборе — 1; кольцо — 1 по ГОСТ 9833—73—2; рукоятка — 1; винт — 2 по ГОСТ 1491—72; шпонка — 2 по ГОСТ 14737—69. В комплект поставки входят, но поставляются за отдельную плату: болт—2 по ГОСТ 13152—67; гайка — 2 по ГОСТ 5927—70; шайба — 2 по ГОСТ 11371—68.

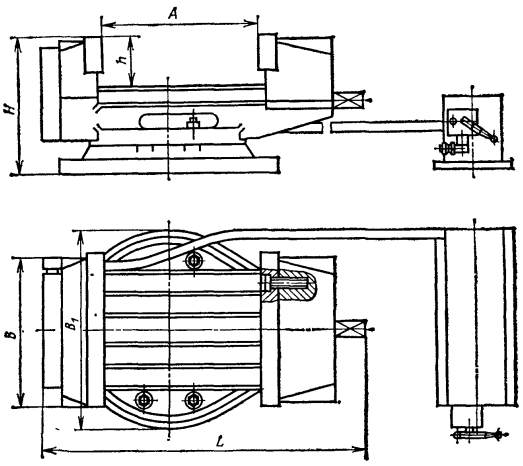


Рис. 54. Тиски станочные с пневмогидравлическим приводом

Тиски станочные с пневмогидравлическим приводом 7202—0019—03 (рис. 54). Основные размеры — по ГОСТ 14904—80.

Тиски предназначены для крепления деталей при механической обработке на металлорежущих станках. Класс точности — Н. Комплект состоит из гидравлических тисков 7207—0019—02 и пневмогидропреобразователя 437021—0003, соединенных гибким шлангом. Пневмогидропреобразователь служит для питания гидравлических тисков, в которых зажим производится с помощью тарельчатых пружин, а отжим осуществляется гидравлически. Пневмогидропреобразователь может устанавливаться как на столе станка, так и рядом со станком и комплектуется педалью нижнего переключения. Гидравлические тиски могут работать отдельно от гидросети с давлением 0,5—0,6 МПа.

Техническая характеристика (размеры, мм)

Ширина губок B	250
Размеры тисков ($L \times H \times B$)	685×225×340
Ход губки A	320
Ход губки от гидропривода	6
Высота зажима h	80
Высота шпоночного паза	6
Ширина шпоночного паза	18$H8$
Ширина крепежных пазов	18
Сторона квадрата винта	22
Длина квадрата	45
Усилие зажима при давлении масла в сети 5 МПа, Н	45 000

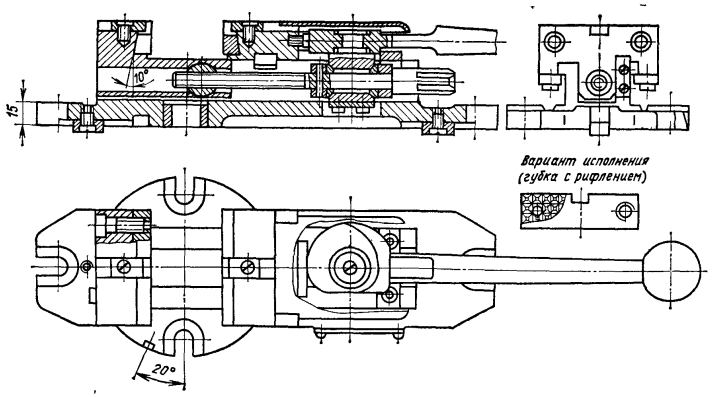
Пневмогидропреобразователь 43021—0003

Давление масла МПа	Не менее 10
Рабочее давление воздуха, МПа	0,5—0,6
Рабочий объем масла при давлении не менее 0,5—0,6 МПа, $см^3$	160
Размеры пневмогидроусилителя	532×180×488

Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.

В комплект поставки гидравлических тисков 7202—0019—02 входят: тиски в сборе — 1; рукоятка — 1; винт М6×16.36.05 по ГОСТ 1491—80* — 2; манжета 100×130; шпонка 7031—0607 по ГОСТ 14737—69*—2. Поставляются за отдельную плату: болт 7002—2550 по ГОСТ 13152—67*—2; гайка М16.8.05 по ГОСТ 5927—70*—2; шайба 2—16—005 по ГОСТ 11371—78—2: по особому заказу губка накладная рифленая—2.

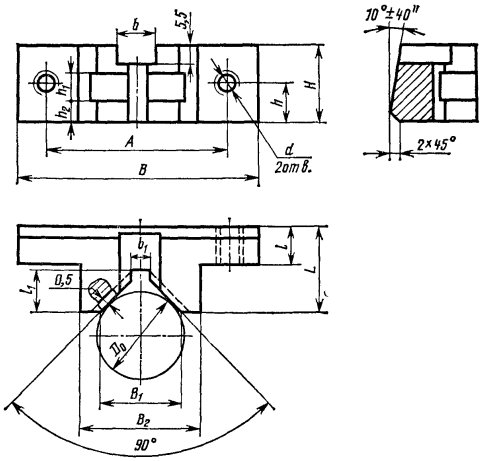
85. Тиски станочные с эксцентриковым зажимом и одной подвижной губкой по ГОСТ 18237—72* (размеры, мм)



Обозначение	A (диапазон хода губки)	B	h	D	H	L	A_1	A_2	L_1, не более	b (посадка $\frac{H8}{h8}$)	b_1	b_2 (посадка $\frac{H8}{h8}$)	b_3	h_1	h_2	d	Усилие зажима, Н
7200—0011	0—50	80	25	125	71	315	100	60	455	12	12	12	12	22	12	M8	3924,0
7200—0012	0—63	100	32	160	80	360	126	80	525	14	14	14	14	28	14	M8	4169,2
7200—0013	0—80	125	40	200	95	420	160	95	625	14	14	14	16	36	16	M10	4757,8

Примечания: 1. Усилие зажима тисков рассчитано на приложенную к рукоятке силу 156,9Н.
2. Тиски по требованию заказчика могут поставляться с гладкими и рифлеными губками.

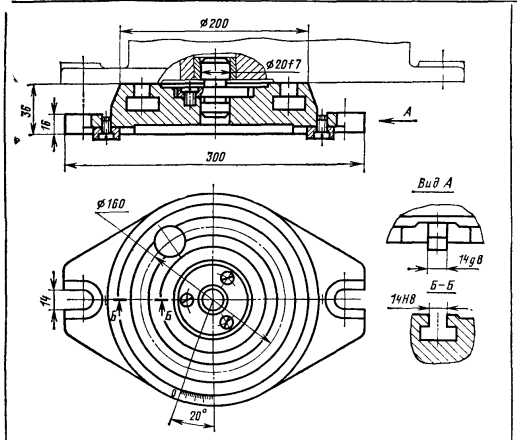
86. Губки призматические (размеры, мм)



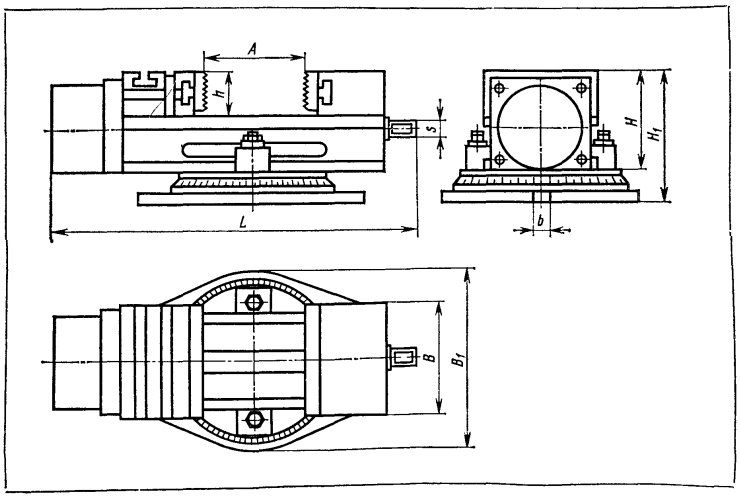
Диаметр обрабатываемой детали D_0	B	H	L	A	B_1	B_2	b (поле допуска H8)	b_1	h	h_1	h_2	l	l_1	d
14—30	80	22	28	60	24	40	12	6	12	8	8	12	14	M8
Св. 20 до 45	100	28	36	80	36	60	14	10	14	9	10	14	20	M8
Св. 25 до 60	125	36	45	95	50	70	14	12	16	12	12	16	27	M10

Примечание. Пример применения призматических губок показан на рис. 55.

87. Основные размеры (мм) подставки и пример ее применения с тисками

Эскиз	D	D_1	L
	125	100	220
	160	126	260
	200	160	300

88. Тиски станочные с гидравлическим приводом (размеры, мм)



Продолжение табл. 88

Обозначение: Исполнение 1	Обозначение: Исполнение 2	B	B_1	L	H	A	h	H_1	s (поле допуска $h13$)	Усилие зажима, Н
7202–0003А	—	125	125	435	107	130	42	—	17	25 000
—	7202–0004А		200		138			170		
7202–0008А	—	160	160	550	125	200	55	—	19	30 000
—	7202–0009А		240		158			190		
7202–0013А	—	200	200	649	153	250	65	—	18	40 000
—	7202–0014А		290		193			234		
7202–0018А	—	250	250	751	180	320	80	—	22	60 000
—	7202–0019А		360		222			263		

Примечания: 1. Размер b (поле допуска $H8$) должен быть равен 14 мм.
2. Разработчик и изготовитель — Барановичский завод станкопринадлежностей.

Тиски станочные с эксцентриковым зажимом и одной подвижной губкой по ГОСТ 18237—72* (табл. 85—87) предназначены для установки и закрепления заготовок при выполнении легких фрезерных, сверлильных и других видов станочных работ.

Тиски станочные с гидравлическим приводом (табл. 88) предназначены для закрепления обрабатываемых деталей при механической обработке на металлообрабатывающих станках и оснащены гидроцилиндром 1. Тиски применяются как универсальные механизированные приспособления на фрезерных, строгальных, сверлильных и других станках.

Тиски выпускаются поворотными и неповоротными. Классы точности — Н и П.

Тиски обеспечивают нормальную и повышенную точность базирования зажимаемых деталей. Зажим производится с помощью тарельчатых пружин, что обеспечивает надежный и безопасный зажим обрабатываемой детали даже при падении давления

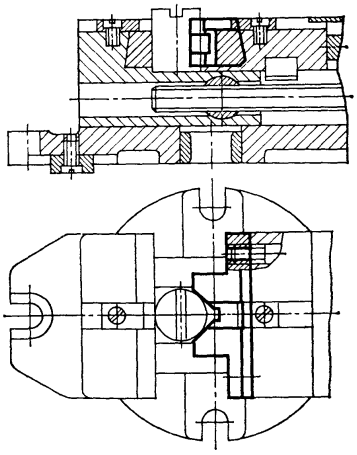
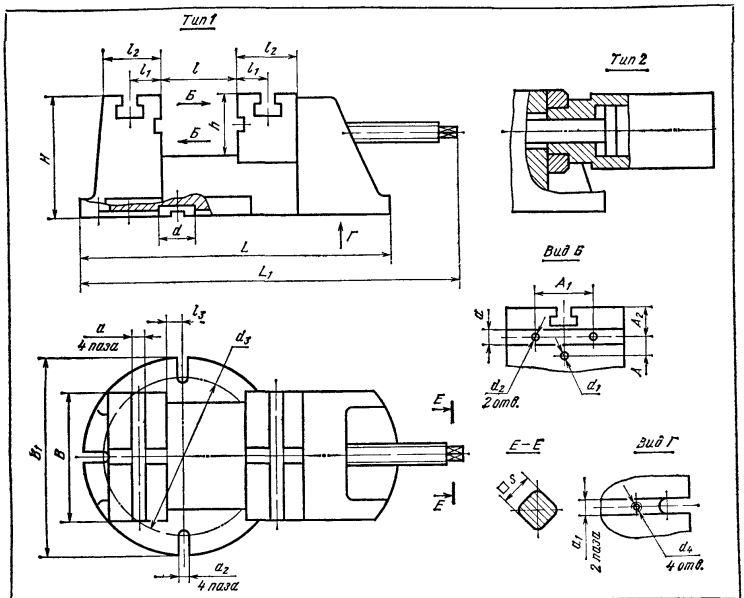


Рис. 55. Пример применения призматических губок

89. Тиски с одной подвижной губкой (типы 1 и 2), размеры, мм

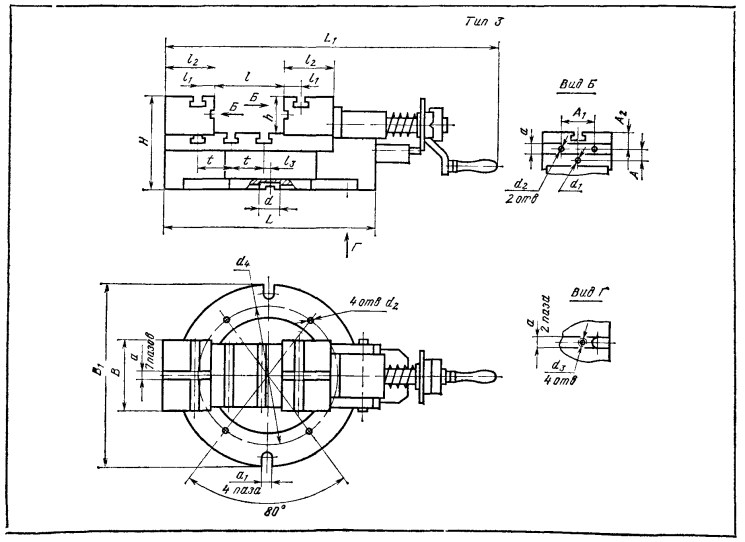


Обозначение тисков	Типы	B	B_1	H	L	L_1	l max	l min	l_1	l_2	l_3	A	A_1	A_2
			Не более								Пред откл ±0,01			
7200—0271	1	100	160	110	240	290	0	60	20	45	30	16	50	25
7202—0031	2					340	10							
7200—0272	1	125	200	130	320	390	0	80	30	60	22	20	60	30
7202—0032	2					410	30							
7200—0273	1	160	240	150	350	435	0	100		70	32	25	100	35
7202—0033	2					490	20							
7200—0274	1	200	300	180	450	570	0	125	40	100	35	30	120	45
7202—0034	2					600	45							
7200—0275	1	250	380	210	550	700	0	160	55	120		40	160	55
7202—0035	2					690	80							

Продолжение табл 89

Обозначение тисков	a / a_1 Поле допуска $H7$	a_2	d / d_1 Поле допуска $H7$	d_2	d_3	d_4	h	s (поле допуска $h13$)	Усилие зажима, Н
7200—0271	10	14	40	8	11	M5	50	14	10 000
7202—0031								—	
7200—0272	14	14	40	12	13	M5	63	17	18 000
7202—0032								—	
7200—0273	14	14	40	12	13	M5	80	19	29 000
7202—0033								—	
7200—0274	18	18	50	16	17	M6	100	22	46 500
7202—0034								—	
7200—0275	22	22	85	20	22	M6	125	22	46 500
7202—0035								—	

90. Тиски с одной подвижной губкой (тип 3), размеры, мм



Продолжение табл. 90

Обозначение тисков	B	B_1	H	L	L_1	l		l_1	l_2	l_3 (пред. откл. ±0,02)	A (пред. откл. ±0,014)	A_1	A_2
		Не более				min	max						
7201—0031	125	320	170	380	600	0	120	30	90	55	20	60	30
7201—0032	160		185	450	670		200			65	25	100	35
7201—0033	200	400	220	530	740		250	40	100	110	30	120	42
7201—0034	250	500	260	670	900		320	55	120	85	40	160	55

Обозначение	a (поле допуска $H7$)	a_1	d	d_1	d_2	d_3	d_4	h	t	Усилие зажима при давлении 0,63 МПа, Н
			Поле допуска $H7$							
7201—0031	14	14	40	12	13	M5	250	63	40	20 000
7201—0032								80		25 000
7201—0033	18	18	50	16	17	M6	320	100	60	35 000
7201—0034	22	22	85	20	22		400	120	80	45 000

в сети. Базирование деталей осуществляется по неподвижной губке и по установочной поверхности корпуса.

Принцип работы тисков: масло из сети поступает под давлением 0,5—0,6 МПа в гидроцилиндр и перемещает поршень. Подвижная губка с помощью рукоятки подводится к закрепляемой детали. Поршень передвигает винт и осуществляет зажим тарельчатых пружин. При прекращении подачи масла в гидроцилиндр тарельчатые пружины возвращаются в исходное положение и посредством винтового устройства перемещают подвижную губку, которая зажимает обрабатываемую деталь.

Тиски с одной подвижной губкой предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке. Тиски должны изготовляться трех типов (табл. 89—91): 1 — с ручным зажимом; 2 — с гидравлическим зажимом; 3 — с пневматическим зажимом. Пример применения тисков с наладками показан на рис. 56.

Тиски станочные винтовые самоцентрирующие рычажные для круглых профилей — по ГОСТ 21167—75* (табл. 92) предназначены для установки и закрепления заготовок круглого профиля при выполнении различных станочных работ.

Тиски станочные винтовые самоцентрирующие с призматическими губками для круглых профилей по ГОСТ 21168—75* (табл. 93) предназначены для установки и закрепления заготовок круглого профиля при выполнении различных станочных работ.

Тиски синусные (табл. 94) предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке. Конструкция предусматривает поворот рабочей части тисков на 360° вокруг вертикальной оси и наклон до 45°.

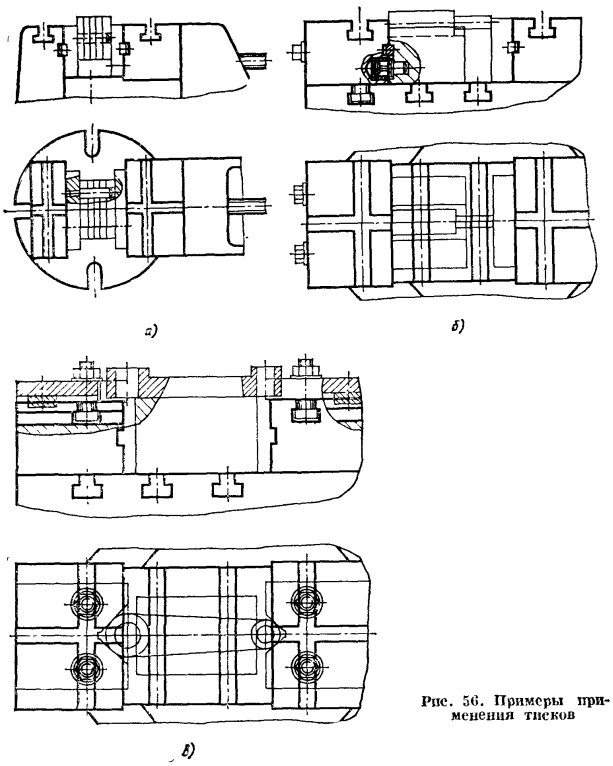


Рис. 56. Примеры применения тисков

Тиски с самоцентрирующим зажимом (табл. 95) предназначены для установки различных заготовок при их механической обработке. Примеры применения тисков с самоцентрирующим зажимом показаны на рис. 57.

Тиски поворотные с пневматическим зажимом (табл. 96). Тиски поворотные в трех плоскостях с пневматическим диафрагменным зажимом предназначены для установки различных заготовок под углом до 90° в обе стороны и поворота вокруг горизонтальной оси до 90° и вертикальной оси до 360° при выполнении легких фрезерных, заточных и других видов станочных работ.

Тиски поворотные пневматические (рис. 58). При вращении рукоятки вращается винт подвижной губки, осуществляя предварительный зажим обрабатываемой заготовки. При дальнейшем вращении рукоятки подпружиненный плунжер, воздействуя

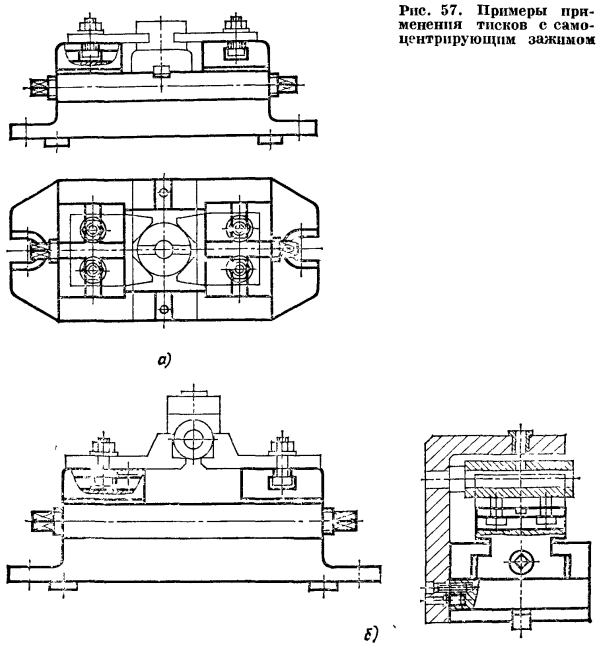


Рис. 57. Примеры применения тисков с самоцентрирующим зажимом

на золотник, открывает доступ сжатого воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра. При этом шток поршня через рычаг обеспечивает окончательный зажим заготовки подвижной губкой.

Техническая характеристика

Наибольшее расстояние между губками, мм	120
Высота губок, мм	50
Усилие зажима при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	6000
Диаметр цилиндра, мм	160

Тиски поворотные пневматические наладочные (рис. 59). Установка и закрепление различных заготовок осуществляются посредством сменных наладок, устанавливаемых в пазах, выполненных на боковых и верхних поверхностях подвижной и неподвижной губок. Зажим заготовок осуществляется от встроенного диафрагменного пневмоцилиндра через рычаг, гайку и винт.

Техническая характеристика

Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок, мм	200×250
Диаметр диафрагмы, мм	200
Усилие зажима при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	36 000
Ход губки, мм	5
Расстояние между губками, мм	50—100

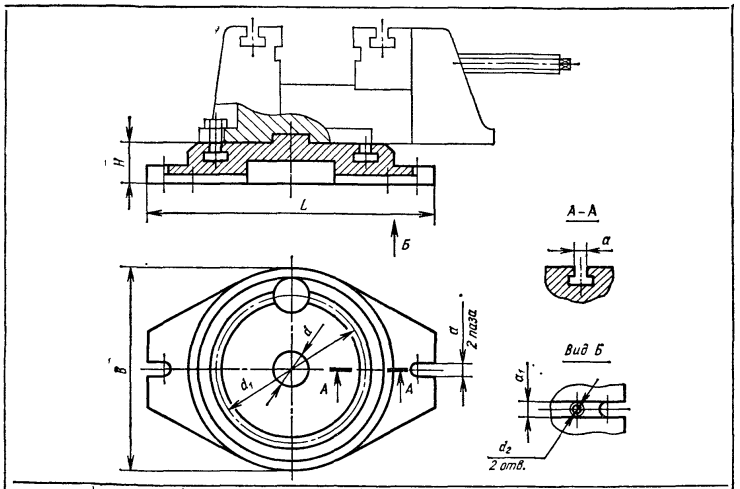
Тиски поворотные гидравлические наладочные (рис. 60). Усилие зажима передается подвижной губке от сдвоенного гидроцилиндра через винт. В пазах, выполненных на верхних поверхностях подвижной и неподвижной губок, устанавливаются и закрепляются сменные наладки. В подвижной губке может быть установлена качающаяся губка для закрепления заготовки с непараллельными плоскостями.

Техническая характеристика

Ход губки от гидроцилиндра, мм	28
Расстояние между губками, мм	0—220
Диаметр гидроцилиндра, мм	80
Усилие зажима при давлении масла 5 МПа, Н	40 000

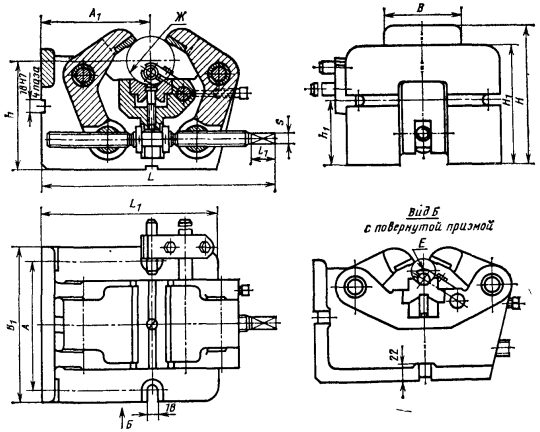
Тиски универсальные наладочные гидравлические С7206—4051 (рис. 61). Тиски имеют корпус *10* с неподвижной губкой *3* и подвижной губкой *9*. Обрабатываемые заготовки могут устанавливаться как на плоскости направляющих планок, так и в сменных установочно-зажимных наладках *5* и *6*, которые располагаются на губках тисков с помощью двух штырей — цилиндрического и в форме ромба. Обрабатываемые заготовки прижимаются к сменной наладке *5* неподвижной губки *3* с помощью сменной наладки *6* поворотной губки *8*. От гидроцилиндра *2* двустороннего действия через винт *4* усилие зажима передается подвижной

91. Подставка (размеры, мм)



d	B	H	L	d_1	d_2	a	a_1 (поле допуска H7)
40	180	40	260	125	M5	14	14
	220		320	160			
	260		360	200			
	300	48	420	250	M6	18	13
50	400		530	320			
85	480		630	400		22	22

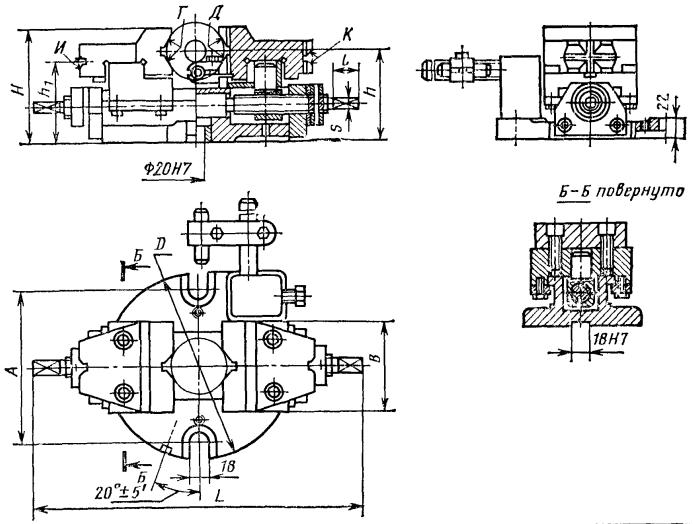
92. Тиски станочные винтовые самоцентрирующие рычажные для круглых профилей по ГОСТ 21167—75* (размеры, мм)



Обозначение тисков	B	Диаметры зажимаемых заготовок: призмой с поверхностью E	Диаметры зажимаемых заготовок: призмой с поверхностью $Ж$	B_1	H*	H_1	L	L_1	A	A_1	h	h_1	l	s (поле допуска $h13$)		Усилие зажима теоретическое, Н
7200—0261	100	От 10 до 30	От 25 до 63	200	190	295	230	160	160	140	145	85	32	14		14 700
7200—0262	125	Св. 15 » 50	Св. 45 » 100	220	240	350	260	200	180	160	185	100	36	17		19 600
7200—0263	160	Св. 50 » 100	Св. 90 » 150	230	310	450	340	240	190	210	230	120				24 500

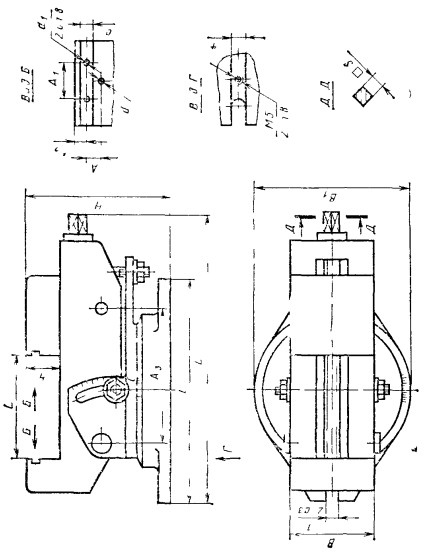
* Размер указан для наибольших диаметров зажимаемых заготовок.

93. Тиски станочные винтовые самоцентрирующие с призматическими губками для круглых профилей по ГОСТ 21168—75* (размеры, мм)



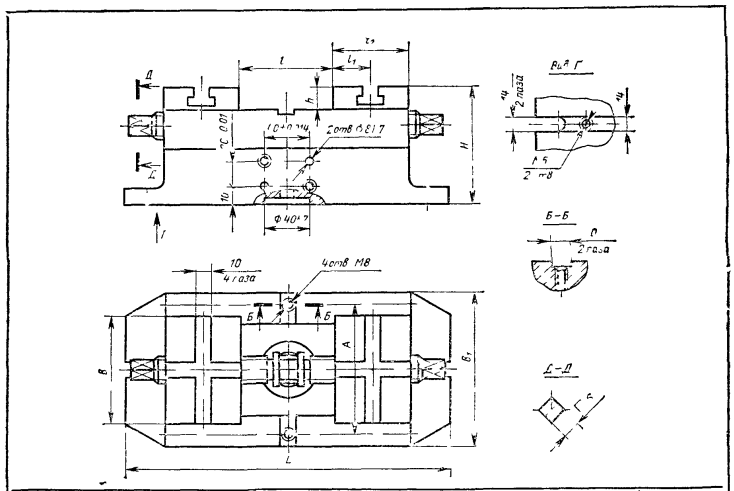
Обозначение тисков	B	Диаметры зажимаемых заготовок: призмами с поверхностями $И$, $К$	Диаметры зажимаемых заготовок: призмами с поверхностями $Г$, $Д$	D	H	L	A	h	h_1	l	s (поле допуска $h13$)	Усилие зажима теоретическое, Н
7200-0251	100	10—30	20—63	200	120	350	160	95	88	32	14	16 660
7200-0252	125	Св. 15 до 56	Св. 50 до 100	220	150	460	180	115	105	36	17	21 560
7200—0253	160	Св. 50 до 80	Св. 63 до 150	280	200	550	240	150	135			26 460

94. Тиски синусные (размеры, мм)



Обозначение	B	B_1	H	L	L_1	l min	l max	A (пред откл ±0,01)	A_1	A_2	A_3 (пред откл ±0,01)	a	d (поле допуска H7)	d_1	h	s (поле допуска h13)	Усилие зажима, Н
		Не более															
7200—0281	100	220	170	320	360	0	125	16	50	12	125	10	8	11	40	14	10 000
7200—0282	125	260	210	360	420			20	60	15	160	14	12	13	50	17	18 000
7200—0283	160		230		480		200	25	100		200				63	22	29 000

95. Тиски с самоцентрирующим зажимом (размеры, мм)



Обозначение	B	B_1	H	L	l min	l max	l_1	l_2	A	H	s (поле допуска h13)	Усилие зажима, Н
		Не более										
7200—0291	63	100	95	240	20	60	25	50	80	20	10	4000
7200—0292	80	120	100	270		70	30	60	100		12	6000
7200—0293	100	140	105	310	25	85	30	70	120	25	14	8500

губке *9*. Поворотная губка *8* шарнирно закреплена на оси *7* подвижной губки *9*, это обеспечивает возможность ее самоустановки при закреплении заготовок с непараллельными плоскостями. Положение подвижной губки регулируется вращением винта *4* рукояткой *1*. Конструкция НПО Оргстанкинпром.

Техническая характеристика

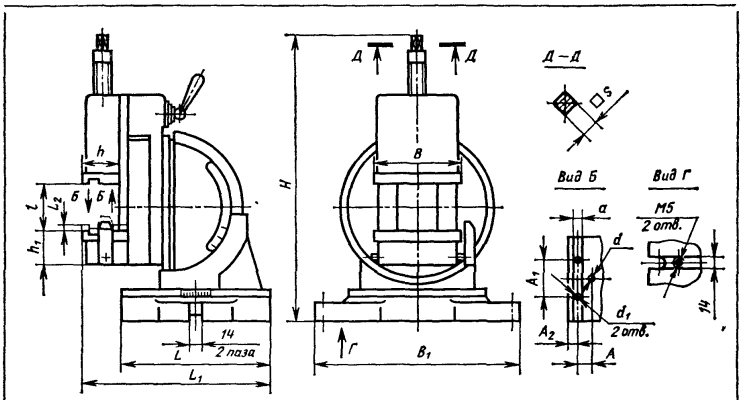
Расстояние между губками, мм 50—180
Усилие зажима при давлении масла 10 МПа, Н 75 000

На рис. 62 изображена специализированная наладка для закрепления заготовок, устанавливаемых в сменных четырехместных наладках. Наладки *1* и *4* устанавливают на губки базового приспособления по двум отверстиям 20*H*7 и двум штырям — цилиндрическому и ромбическому, и закрепляют винтами *5*. Заготовки к базовым поверхностям установочных наладок прижимают качалками *2* и *3*.

Специальные наладки к тискам показаны на рис. 63. Штриховкой показаны обрабатываемые поверхности.

Тиски пневматические самоцентрирующие (рис. 64). Предназначены

96. Тиски поворотные с пневматическим зажимом
(размеры, мм)



Обозначение тисков	B	B_1	H	L	L_1	Ход губки L_2	l		A (пред. откл. ±0,01)	A_1	A_2	a	d	d_1	h	h_1	s (поле допуска h13)	Усилие зажима при давлении 0,63 МПа, Н
		Не более					min	max				Поле допуска H7						
7201—0041	100	240	340	180	215	5	0	60	16	50	12	10	18	11	40	30	14	4000
7201—0042	160	320	430	240	300	8		100	25	100	15	14	12	13	63	40	22	6500

для установки цилиндрических заготовок при обработке на фрезерных или центровальных станках. Зажим обрабатываемых заготовок осуществляется самоцентрирующими губками, усилие зажима которым передается от пневмокамеры двустороннего действия.

Техническая характеристика

Ход губок, мм	200
Усилие зажима при давлении воздуха 64 МПа, Н	750
Диаметр диафрагмы, мм	180

Тиски самоцентрирующие гидравлические (рис. 65). Заготовка устанавливается в сменные губки-призмы. При этом ее сила тяжести преодолевает действие пружин, открывающих призмы. Усилие зажима передается от гидроцилиндра через шарнирно-рычажный механизм подвижным кронштейнам, на которых смонтированы губки. Настройка тисков на требуемый диаметр заготовки осуществляется маховичком.

Техническая характеристика

Размеры обрабатываемой заготовки, мм:	
диаметр	3—100
длина	100—1200
Ход губок, мм	15
Усилие зажима при давлении масла 5,0 МПа, Н	8000
Диаметр цилиндра, мм	45

Тиски электромеханические самоцентрирующие (рис. 66) предназначены для центрирования и закрепления заготовок на фрезерных и центровальных станках. При зажиме за-

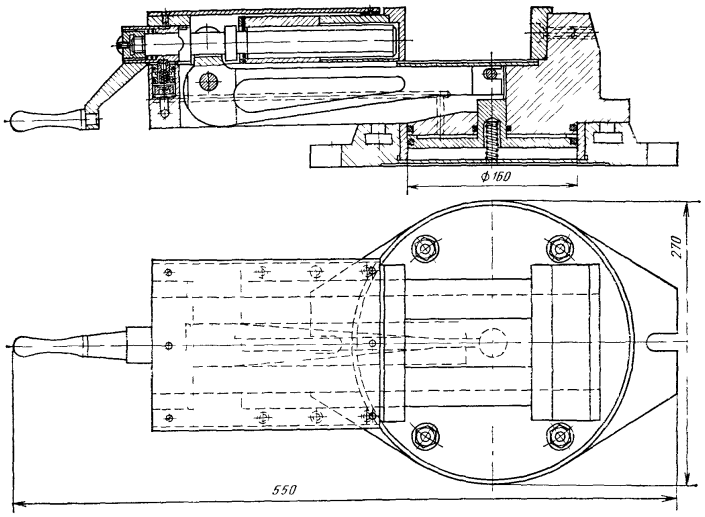
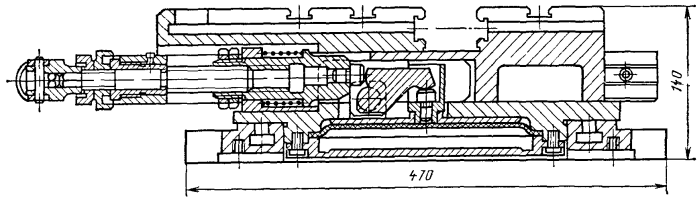


Рис. 58 Тиски поворотные пневматичеекие



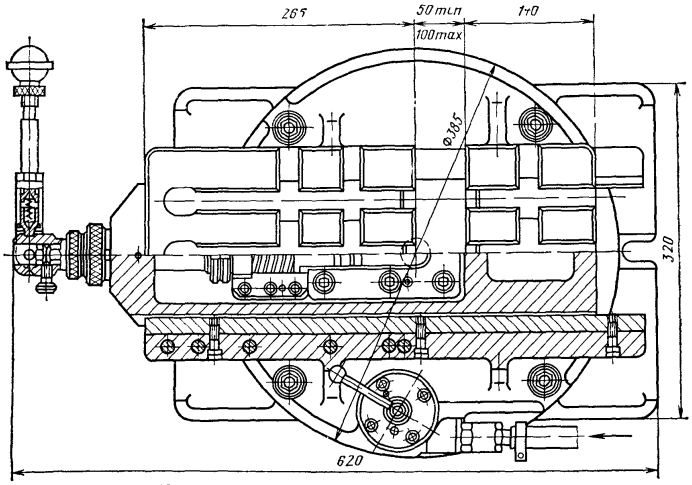


Рис. 59. Тиски поворотные пневматические наладочные

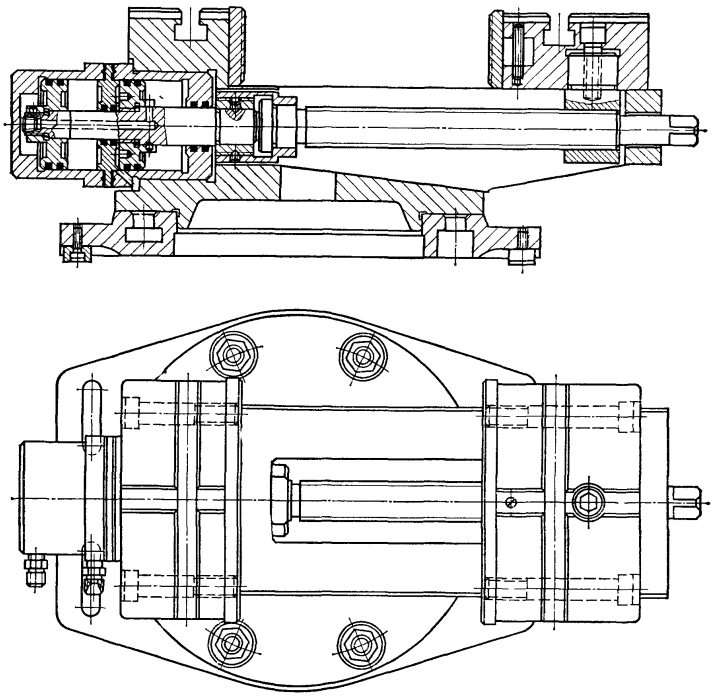


Рис. 60. Тиски поворотные гидравлические наладочные

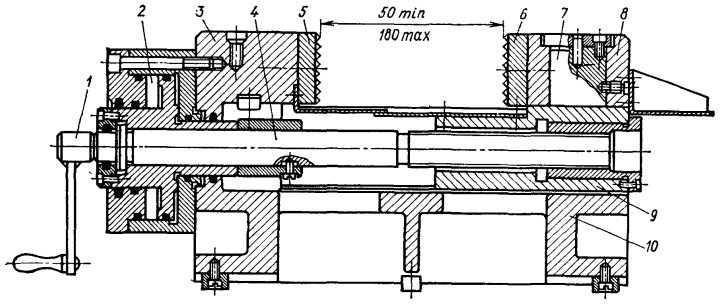


Рис. 61. Тиски универсальные гидравлические наладочные

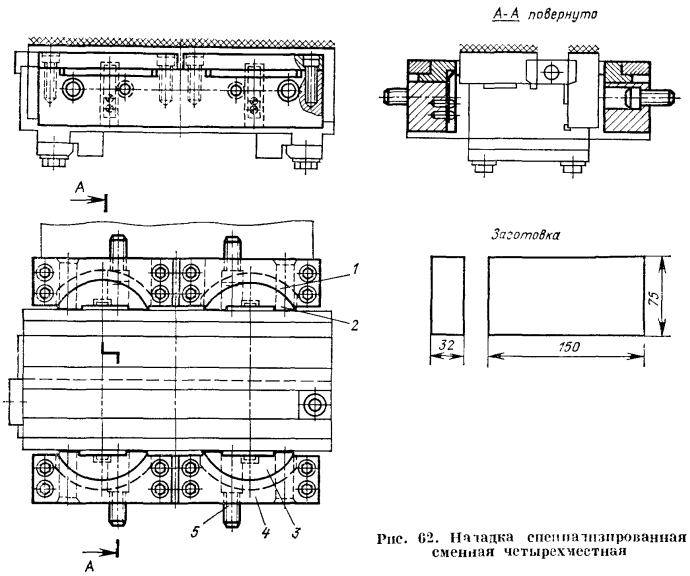


Рис. 62. Наладка специализированная сменная четырехместная

готовки призмы перемещаются электродвигателем через червячный редуктор и винтовой механизм. Подпружиненные качающиеся призматические губки при разжиме заготовок обеспечивают их автоматический подъем.

Техническая характеристика

Диаметр обрабатываемых заготовок, мм	16—160
Мощность электродвигателя, кВт	1
Частота вращения, об/мин	1410
Передаточное отношение червячного редуктора	1 : 50

Пневматические поворотные универсально-наладочные тиски (рис. 67). Тиски состоят из корпуса *7*, установленного на основании *12*. Корпус тисков имеет две параллельные плоскости на разных уровнях. На одной плоскости смонтирована подвижная губка *1*, на другой, имеющей поперечные и два продольных Т-образных паза, — переставная упорная губка *5*.

Упорная губка может быть установлена в один из поперечных пазов корпуса и закреплена болтами в Т-образных пазах.

Внутрь упорной губки вставлена сухарь-гайка, позволяющая с помощью винта *6* осуществить настройку тисков на требуемый размер. На переставной *3* и подвижной губках имеются Т-образные пазы для крепления специальных наладок.

Снизу корпуса и в основании сделана выточка, в которой укрепляется сдвоенный цилиндр *10*, состоящий из нижнего и верхнего цилиндров: нижний — двухстороннего действия и работает в процессе зажима и освобождения детали; верхний — одностороннего действия и работает только при зажиме детали.

В цилиндры помещены поршни *11*,

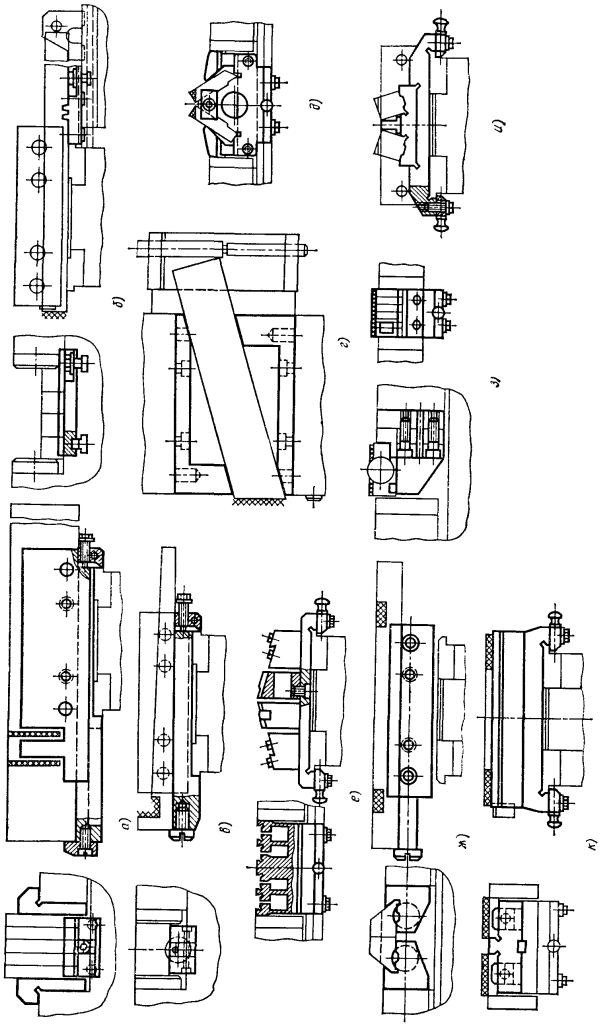


Рис. 63. Специальные наладки к тискам:
а — для фрезерования пазов; *б* — подрезки торцов реек; *в*, *к* — фрезерования уступа; *г* — фрезерования косого торца; *д* — фрезерования скосов (двухпозиционная); *е* — фрезерования скосов (многоместная с призмной кассетой), *ж* — фрезерования двух пазов; *з* — фрезерования двух уступов, *и* — фрезерования скосов

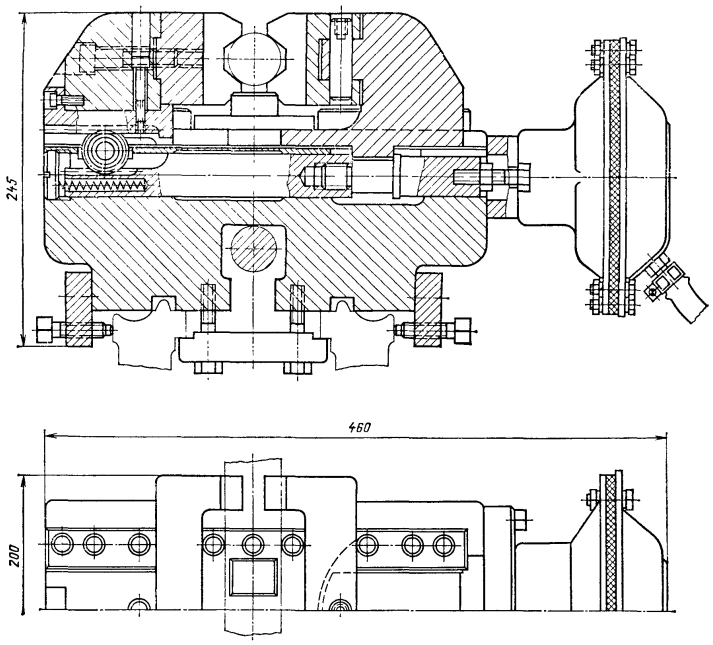


Рис. 64. Тиски пневматические самоцентрирующие

укрепленные на штоке *4*. Перемещение штока через рычаги *2* передается на подвижную губку.

На корпусе тисков установлен распределительный кран *9*. Воздух в цилиндры подается через штуцер — обратный клапан *8* (предотвращающий аварию в случае падения давления в сети сжатого воздуха), распределительный кран и имеющиеся в корпусе тисков каналы.

Техническая характеристика
(размеры, мм)

Усилие зажима, Н	
от одного поршня	22 000
от двух поршней	45 000
Рабочий ход подвижной губки	10
Максимальный ход губок	250
Высота тисков	170
Диаметр поворотного круга	300
Длина тисков	575
Ширина губок	180
Перестановка упорной губки	50
Регулировка упорной губки винтом	30
Расчетное давление воздуха, МПа	0,4—0,5

Пневматические поворотные универсально-наладочные тиски (рис. 68). Тиски состоят из корпуса *4* с встроенным пневмоцилиндром *3*, штока *1*, передающего усилие зажима через качающийся рычаг *2* подвижной губке *6*, расположенной на базовой поверхности *7* плиты *8*, в Т-образных пазах которых установлена неподвижная губка *9*. Тиски могут зажимать заготовку как губками, так и штоком, т. е. работать как пневмостолы. Для этого необхо-

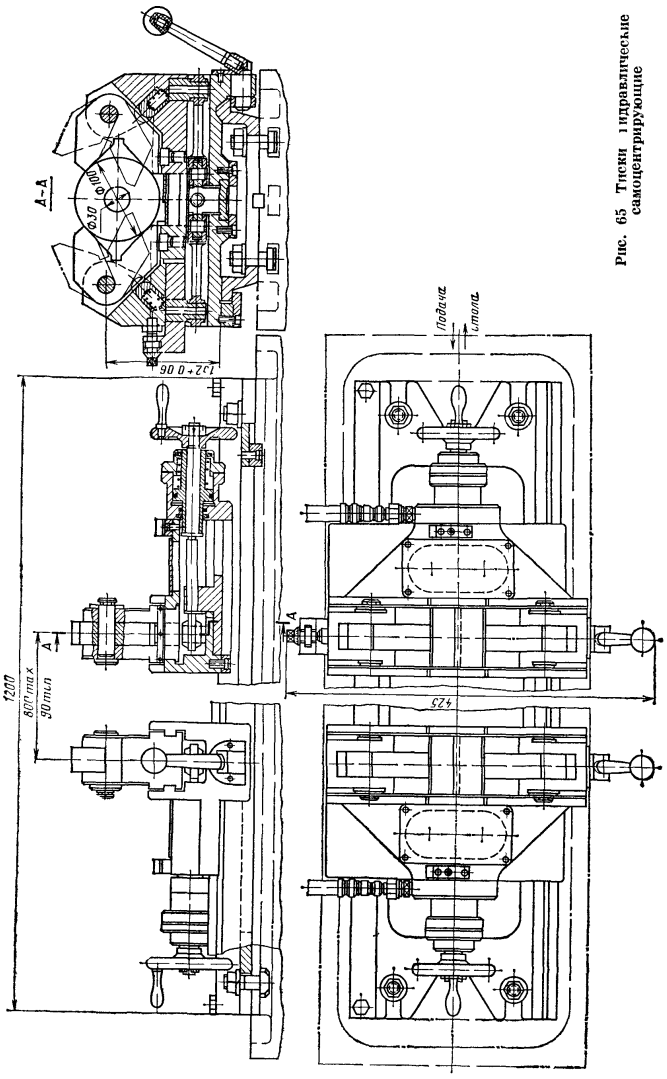


Рис. 65 Тиски гидравлические самоцентрирующие

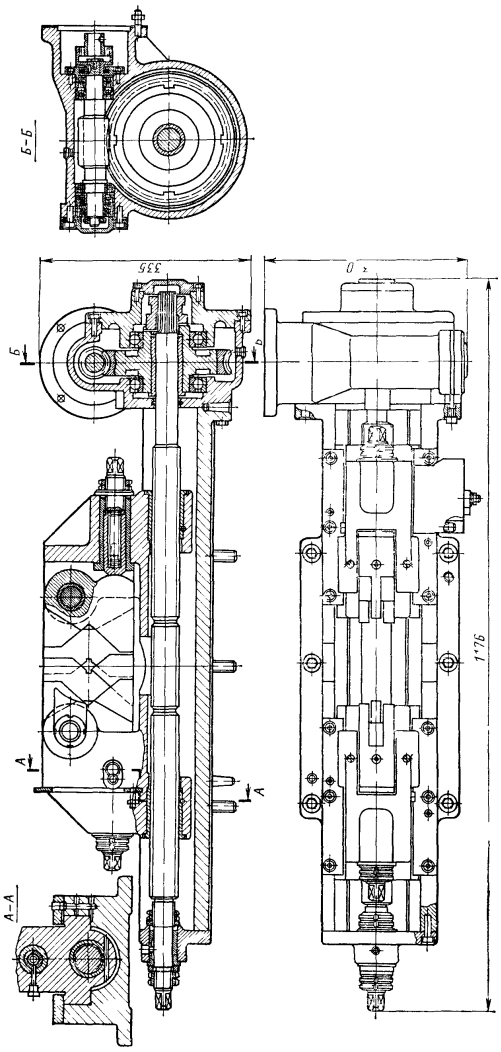


Рис. 66 Тиски механические самоцентрирующие

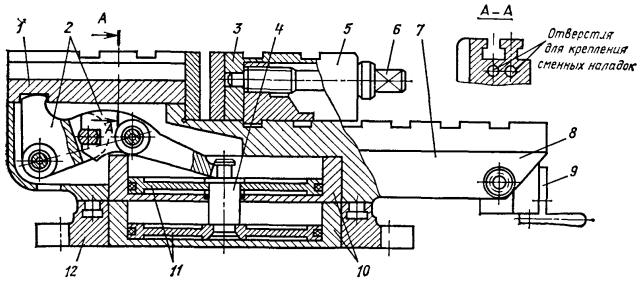


Рис. 67. Тиски пневматические поворотные универсально-наладочные

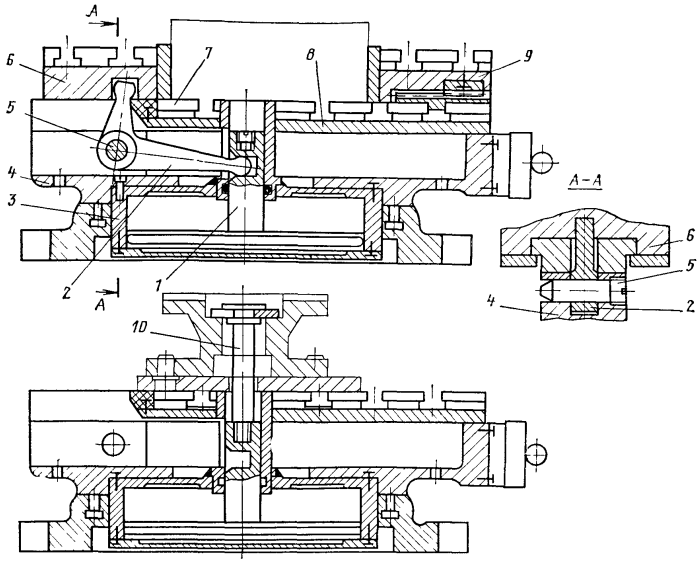


Рис. 68. Тиски пневматические поворотные универсально-наладочные

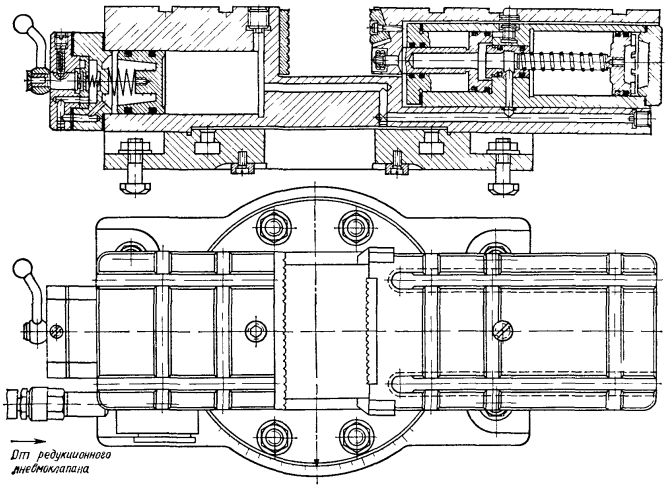


Рис. 69 Тиски пневмогидравлические поворотные наладочные

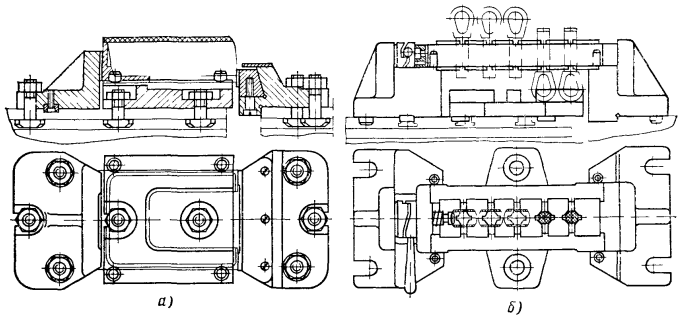


Рис. 70. Примеры сменных наладок

димо вывернуть винт *5* и вынуть рычаг *2* вместе с подвижной губкой *6*, снять неподвижную губку *9*, а в резьбовое отверстие штока ввернуть крепежный элемент *10*

Тиски пневмогидравлические, поворотные наладочные УПГ 8, УПГ 10 (рис 69) Тиски предназначены для установки и закрепления различных заготовок, требующих при установке отвода подвижной губки на значительное расстояние Базовые и зажимные элементы устанавливаются и закрепляются в пазах верхней плоскости подвижной и неподвижной губок Привод тисков пневмогидравлический последовательного действия Вначале заготовка зажимается пред-

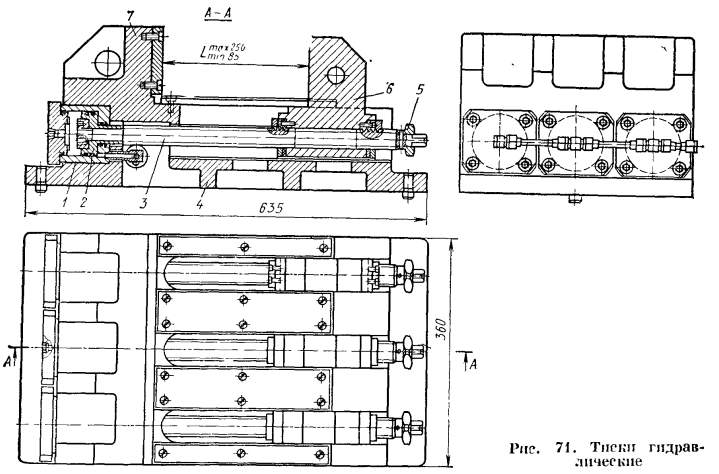


Рис. 71. Тиски гидравлические

варительно при низком давлении масла, а затем — окончательно при высоком.

Техническая характеристика
(размеры, мм)

	УПГ-8	*УПГ-10*
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	250×250	200×150
Ход подвижной губки	40	40
Усилие зажима при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	30 000	15 000
Размер губок	240×72	150×65
Расстояние между губками	20—60 или 60—100	0—40 или 40—80

Примеры сменных наладок показаны на рис. 70, *а—б*.

Тиски гидравлические (рис. 71). Предназначены для установки и закрепления заготовок, одна из сторон которой прямая, а вторая — ступенчатая. Тиски имеют одну неподвижную губку *7*, выполненную заодно с корпусом *4* и три подвижных *6* с гидроцилиндрами *1*, встроенными в корпус *4*. Усилие зажима передается губке от поршня *2* гидроцилиндра через винт *3*. Регулирование расстояния между неподвижной и подвижной губками осуществляется винтом *5*.

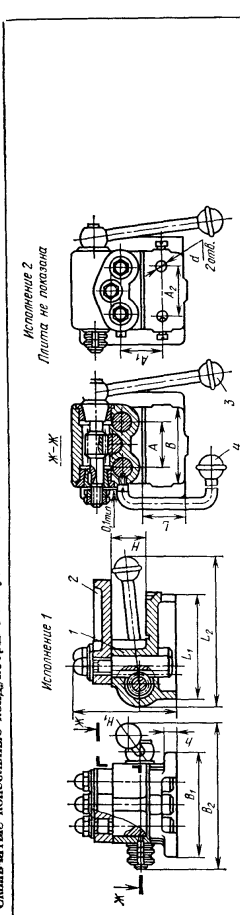
Техническая характеристика
(размеры, мм)

Размер неподвижной губки	360×100
Размер подвижной губки	60×100
Расстояние между губками	85–250
Ход губки	15
Диаметр цилиндров	70
Усилие зажима каждой губки при давлении масла 7,5 МПа Н	23 900

КОНДУКТОРЫ

Кондукторы скальчатые. *Кондукторы скальчатые консольные с конусным зажимом* — по ГОСТ 16888—71* (табл. 97) предназначены для закрепления заготовок при механической обработке отверстий на сверлильных станках.

Кондукторы скальчатые консольные с пневматическим зажимом — по ГОСТ 16889—71* (табл. 98) предназначены для закрепления заготовок при механической обработке отверстий на сверлильных станках.



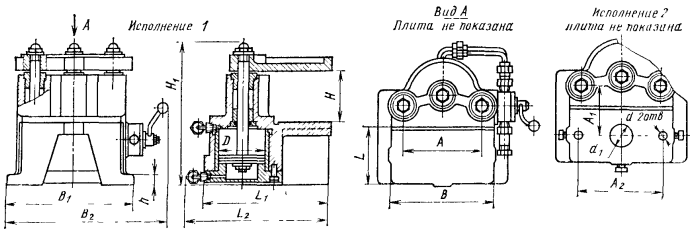
97. Скальчатые консольные кондукторы с конусным зажимом по ГОСТ 16888—71* (размеры, мм)

Обозначение кондукторов	Обозначение плит по ГОСТ 16890—71*	Исполнение	A (пред. откл. ±0,01)	A_1 (пред. откл. ±0,02)	A_3	B	L	H max	H min	d (поле допуска H7)	B_1	B_2	L_1	L_2	H_1	h	Усилие зажима, Н
7300—0261	7030—1161, 7030—1162, 7030—1201	*1*	50	—	—	90	50	40	65	—	120	160	115	160	116	10	375
7300—0262	7030—1163, 7030—1164, 7030—1202	*1*	70	—	—	110	75	45	75	10	140	200	140	195	135	10	427
7300—0263	7030—1181, 7030—1182, 7030—1202	*2*	70	63	75	110	75	45	75	10	140	200	140	195	135	10	427
7300—0264	7030—1165, 7030—1166, 7030—1203	*1*	90	—	—	125	80	60	95	—	160	240	165	240	165	10	445
7300—0265	7030—1183, 7030—1184, 7030—1203	*2*	90	70	90	125	80	60	95	10	160	240	165	240	165	10	445
7300—0266	7030—1167, 7030—1168, 7030—1169, 7030—1204	*1*	110	—	—	140	90	70	105	—	170	250	175	275	185	16	552

Продолжение табл. 97

Обозначение кондукторов	Обозначение плит по ГОСТ 16890—71*	Исполнение	A (пред. откл. ±0,01)	A_1 / A_2 Пред. откл. ±0,02		B	L	H max	H min	d (поле допуска $H7$)	B_1	B_2	L_1	L_2	H_1	h	Усилие зажима, Н
7300—0267	7030—1185, 7030—1186, 7030—1204	*2*	110	75	105	140	90	70	105	10	170	250	175	275	180	16	852
7300—0268	7030—1170, 7030—1171, 7030—1172, 7030—1205	*1*	140	—	—	160	110	85	135	—	210	290	200	320	210	16	590
7300—0269	7030—1187, 7030—1188, 7030—1205	*2*		90	120					12							

8. Кондукторы скальчатые консольные с пневматическим зажимом по ГОСТ 16889—71* (размеры, мм)

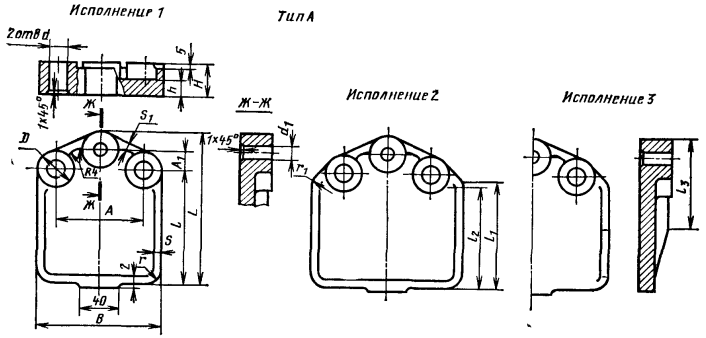


Обозначения кондукторов	Плиты по ГОСТ 16890—71*	Исполнение	A (пред. откл. ±0.01)	A_1 / A_2 Пред. откл. ±0.02		B	L	H min	H max	d / d_1 Поле допуска $H7$		B_1	B_2	L_1	L_2	H	D	h	Усилие зажима, Н
7300—0276	7030—1167, 7030—1168, 7030—1169, 7030—1204	*1*	110	—	—	140	90	70	105	—	—	170	250	200	280	210	75	16	1925

Продолжение табл. 98

Обозначения кондукторов	Плиты по ГОСТ 16890—71*	Исполнение	A (пред. откл. ±0,01)	A_1 / A_2 Пред. откл. ±0,02		B	L	H min	H max	d / d_1 Поле допуска $H7$		B_1	B_2	L_1	L_2	H	D	h	Усилие зажима, Н
7300—0277	7030—1185, 7030—1186, 7030—1204	*2*	110	75	105	140	90	70	105	10	16	170	250	200	280	210	75	16	1925
7300—0278	7030—1170, 7030—1171, 7030—1172, 7030—1205	*1*	140	—	—	160	110	85	135	—	—	200	285	220	300	240	80		2400
7300—0279	7030—1187, 7030—1188, 7030—1205	*2*		90	120					12	25								
7300—0280	7030—1173, 7030—1174, 7030—1175, 7030—1206	*1*	160	—	—	200	125	100	150	—	—	240	315	268	325	260	100		3900
7300—0281	7030—1189, 7030—1190, 7030—1206	*2*		105	160					16	40								
7300—0282	7030—1176, 7030—1177, 7030—1178, 7030—1207	*1*	200	—	—	250	160	120	180	—	—	300	370	335	370	310	125	20	6120
7300—0283	7030—1191, 7030—1192, 7030—1207	*2*		145	200					20	40								

99. Плиты к скальчатым консольным кондукторам по ГОСТ 16890—71* (размеры, мм)

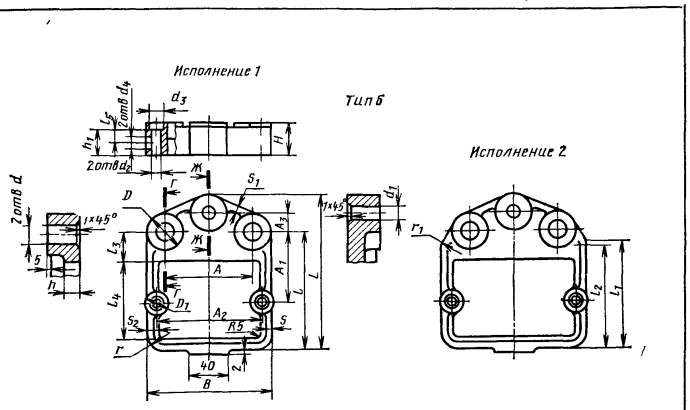


Обозначение плит	Исполнение	A (пред. откл ± 0,01)	B	L	H	A_1 (пред. откл ± 0,05)	D	d (поле допуска $H7$)	d_1	h	l	l_1	l_2	l_3	r	r_1	s	s_1
7030—1161	1	50	90	110	22	10	40	16	13	12	80	—	—	95	16	—	—	—
7030—1162	2		110									67	53			12		
7030—1163	1	70		135	25	15				16	100	—	—			—		
7030—1164	2		130									90	80			12		

Продолжение табл. 99

Обозначение плит	Исполнение	A (пред. откл. ± 0,01)	B	L	H	A_1 (пред. откл. ± 0,05)	D	d (поле допуска $H7$)	d_1	h	l	l_1	l_2	l_3	r	r_1	s	s_1
7030—1165	1	90	130	158	30	18	40	20	13	22	120	—	—	95	18	—	10	10
7030—1166	2		160									110	100			12		
7030—1167	1	110		173	36		50		18		130	—	—		20	—		
7030—1168	2		190									120	110			16		
7030—1169	3																	
7030—1170	1	140		198							155	—	—	—	25	—		
7030—1171	2		210									150	130			16		
7030—1172	3							22										
7030—1173	1	160		225		20				28	180	—	—	110		—	12	12
7030—1174	2		240									160	150			16		
7030—1175	3													120				
7030—1176	1	200	260	296	40		60	25	22		240			—	30			
7030—1177	2		300															
7030—1178	3											220	200	140				

Продолжение табл. 99



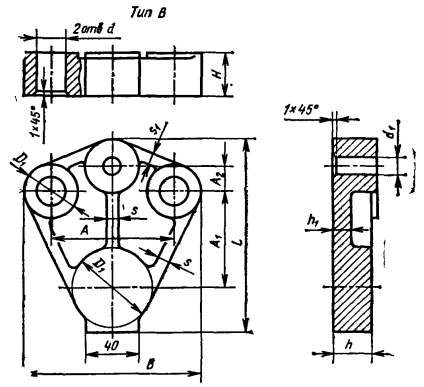
Обозначения плиг	Исполнение	A (пред. откл. ± 0,01)	B	L	H	A_1 (пред. откл. ± 0,02)	A_2	A_3 (пред. откл ± 0,05)	D	D_1	d (поле допуска H7)	d_1	d_2 (поле допуска H7)
7030—1181	1	70	110	135	25	63	85	18	40	25	16	13	10
7030—1182	2		130				105						
7030—1183	1	90	130	158	30	70	105				20		
7030—1184	2		160				135						
7030—1185	1	110	160	173	36	75	130	18	50	30			
7030—1186	2						160						
7030—1187	1	140	190	198		90	160				22		12
7030—1188	2						180						

Продолжение табл. 99

Обозначения плит	Исполнение	A (пред. откл ± 0,01)	B	L	H	A_1 (пред. откл ± 0,02)	A_2	A_3 (пред. откл ± 0,05)	D	D_1	d (поле допуска H7)	d_1	d_2 (поле допуска H7)
7030—1189	1	160	190	225	36	105	170	20	50	40	22	13	16
7030—1190	2						200						
7030—1191	1	200	260	290	40	145	215		60	45	25	22	20
7030—1192	2		300				255						

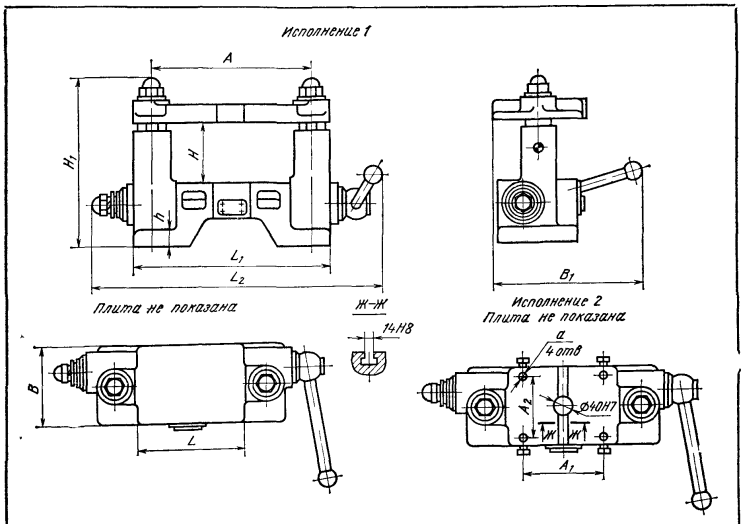
d_3	d_4	h	h_1	l	l_1	l_2	l_3	l_4	r	r_1	s	ε_1	ε_2
16	M6	12	20	100	—	—	25	65	9	15	—	6	—
					90	80					12		
				120	—	—		82		18	—		6
					110	100							
				130	—	—		85		20	—	8	8
					120	110					16		
18	M8	16	26	155	—	—		105	12	25	—	10	10
					140	130					16		
22	M10			180	—	—	40	120			—	12	12
					160	150					16		
28	M12			240	—	—		175		30	—		
					220	200					16		

Продолжение табл. 99



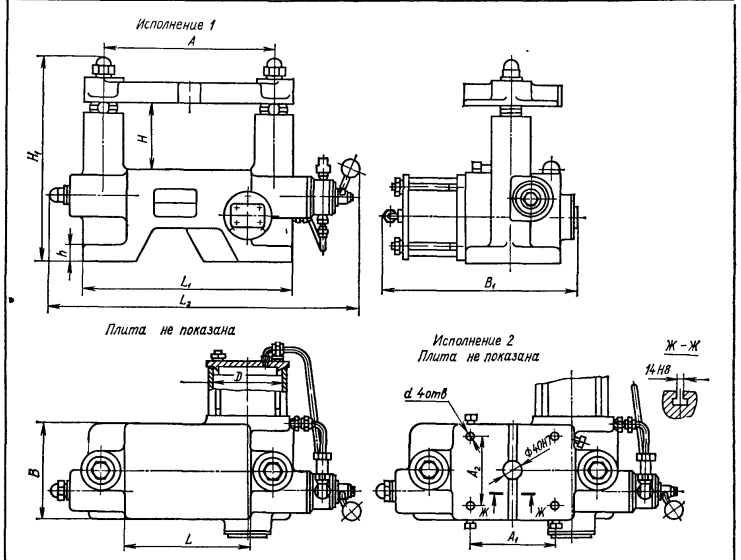
Обозначение плит	A (пред. откл. ±0,01)	B	L	H	A_1	A_1 (пред. откл. ±0,05)	D	D_1	d (поле допуска H7)	d_1	h	h_1	s	s_1
7030—1201	50	90	110	22	50	10	40	50	16	13	16	12	—	—
7030—1202	70	110	130	25	63	15		60			22		8	
7030—1203	90	130	140	30	70	18			20					8
7030—1204	110	160	160	36	75		50	70		18	28	16	10	10
7030—1205	140	190	170		90				22					
7030—1206	160	210	195		105	20		80					12	12
7030—1207	200	260	280	40	145		60		25	22				

100. Кондукторы скальчатые портальные с конусным зажимом по ГОСТ 16891—71*
(размеры, мм)



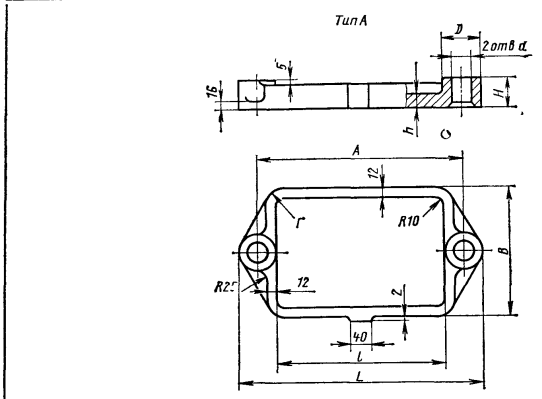
Обозначения кондукторов	Плиты по ГОСТ 16893—71	Исполнение	A (пред. откл. ±0,01)	A_1	A_2	B	L	H		d (поле допуска H7)	B_1	L_1	L_2	H_1	h	Усилие зажима, Н
				Пред. откл. ±0,02				min	max							
7300—0241	7030—1211	1	250	125	110	140	180	80	120	—	305	310	520	265	20	450
7300—0242	7030—1221	2								10						
7300—0243	7030—1212	1	320	160	125	160	240	120	180	—	315	390	575	340	30	
7300—0244	7030—1222	2								12						
7300—0245	7030—1213	1	400	210	180	220	320		200	—	470	470	680	360		685
7300—0246	7030—1223	2								16						

101. Кондукторы скальчатые портальные с пневматическим зажимом по ГОСТ 16892—71*]
(размеры, мм)

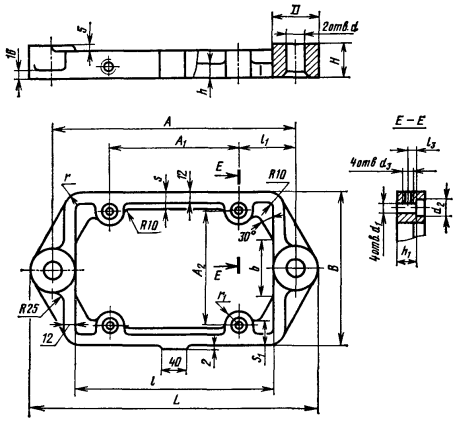


Обозначение кондукторов	Плиты по ГОСТ 16893—71*	Исполнение	A (пред. откл. ± 0,01)	A_1 | A_2 Пред. откл. ±0,02	B	L	H min	H max	d (поле допуска H7)	B_1	L_1	L_2	H_1	D	h	Усилие зажима, Н
7300—0251	7030—1212	1	320	160 | 125	160	240	120	180	—	345	390	570	385	125	30	5000
7300—0252	7030—1222	2							12							
7300—0253	7030—1213	1	400	210 | 180	220	320		200	—	415	475	650	420	160		8500
7300—0254	7030—1223	2							16							
7300—0255	7030—1214	1	500	280 | 250	300	420	160	280	—	540	575	750	465			
7300—0256	7030—1224	2							20							

102. Плиты к скальчатым портальным кондукторам по ГОСТ 16893—71*
(размеры, мм)



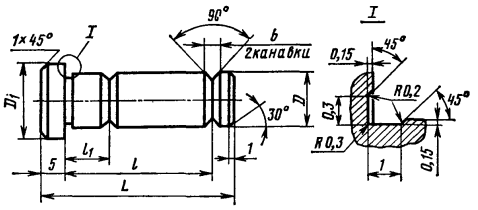
Обозначение плит	A (пред. откл. ± 0,01)	B	H	L	D	d (поле допуска H7)	h	l	r
7030—1211	250	160	36	310	60	25	22	190	22
7030—1212	320	180	50	390	70	32	28	250	
7030—1213	400	250		470				330	
7030—1214	500	320		570			36	430	



Продолжение табл. 102

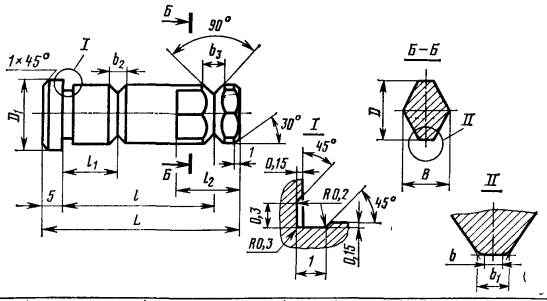
Обозначение плит	A (пред. откл. ±0,01)	A_1	A_2	B	H	L	b	D	d	d_1	d_2	d_3	h	h_1	l	l_1	l_2	r	r_1	s	s_1
		Пред. откл. ±0,02						Поле допуска H7													
7030—1221	250	125	105	160	36	310	60	60	25	10	18	M6	16	20	190	60	9	22	16	20	40
7030—1222	320	160	125	180	50	390	70	70	32	12		M8	20	26	250	80	12		20	25	
7030—1223	400	210	180	250		470	90			16	22	M10			330	95					
7030—1224	500	280	250	320		570	110			20	28	M12			430	110			25		45

103. Пальцы установочные с головкой к плитам по ГОСТ 16894—71*
(размеры, мм)



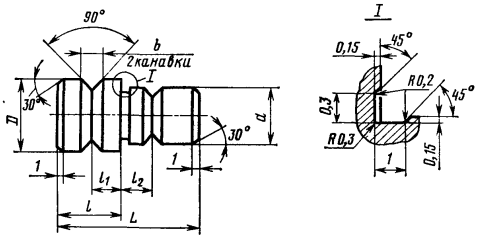
Обозначения пальцев	D (поле допуска $g6$)	L	D_1	b	l	l_1
7030—2541	10	38	14	4	25	9
7030—2542	12	48	16	5	35	12
7030—2543	16	55	20	6	38	
7030—2544	20		25			

104. Пальцы установочные с головкой срезанные к плитам по ГОСТ 16895—71*
(размеры, мм)



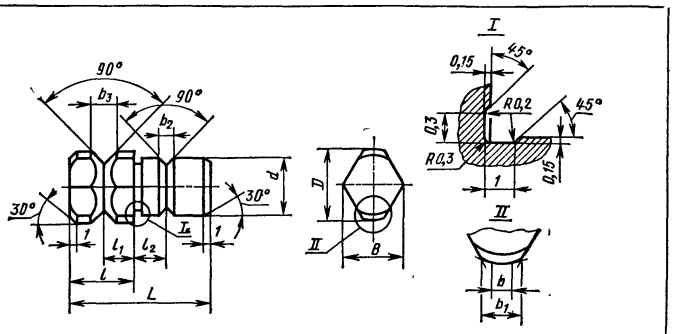
Обозначение пальцев	D (поле допуска $g6$)	L	B	D_1	b	b_1	b_2	b_3	l	l_1	l_2
7030—2551	10	38	8	14	2	3	4	5	25	9	14
7030—2552	12	48	10	16	4	4	5		35	12	18
7030—2553	16	55	12	20			6	6	38		25
7030—2554	20		18	25				8			

105. Пальцы установочные с упором по ГОСТ 16898—71* (размеры, мм)



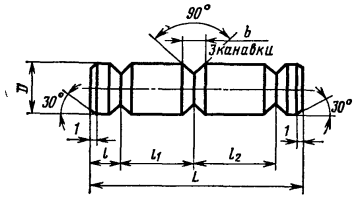
Обозначение пальцев	D (поле допуска $g6$)	L	d (поле допуска $g6$)	b	l	l_1	l_2
7030—2501	10	22	8	4	12	6	6
7030—2502	12	28	10		16	8	6
7030—2503	16	40	12	5	24	12	8
7030—2504	20	45	16	6			10

106. Пальцы установочные срезанные с упором по ГОСТ 16899—71*
(размеры, мм)



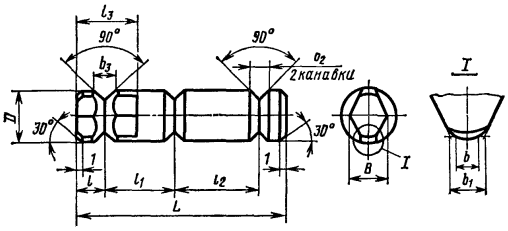
Обозначение пальцев	D (поле допуска g6)	L	d (поле допуска g6)	B	b	b1	b2	b3	l	l1	l2
7030—2511	10	22	8	8	2	3	4	5	12	6	5
7030—2512	12	28	10	10	3	4			16	8	6
7030—2513	16	40	12	14			5	6	24	12	8
7030—2514	20	45	16	18			6	9			10

107. Пальцы установочные цилиндрические по ГОСТ 16900—71*
(размеры, мм)



Обозначение пальцев	D (поле допуска g6)	L	l	l1	l2	b
7030—2521	10	50	6	14	18	4
7030—2522	12	60	8	18	22	5
7030—2523	16	85	12	28	30	6
7030—2524	20	100		32	36	

108. Пальцы установочные цилиндрические срезанные по ГОСТ 16901—71*
(размеры, мм)



Обозначение пальцев	D (поле допуска g6)	L	B	b	b1	b2	b3	l	l1	l2	l3
7030—2531	10	50	9	2	3	4	6	6	14	18	14
7030—2532	12	60	10	4	4	5		8	18	22	18
7030—2533	16	85	14			6		12	28	30	26
7030—2534	20	100	18				8		32	36	

Плиты к скальчатым консольным кондукторам — по ГОСТ 16890—71* (табл. 99) должны изготовляться трех типов: А — без отверстий под установочные кольца, Б — с отверстиями под установочные кольца, В — угловые.

Кондукторы скальчатые портальные с конусным зажимом — по ГОСТ 16891—71* (табл. 100) предназначены для закреплений заготовок при механической обработке отверстий на сверлильных станках.

Кондукторы скальчатые портальные с пневматическим зажимом — по ГОСТ 16892—71* (табл. 101) предназначены для закрепления заготовок при механической обработке отверстий на сверлильных станках.

Плиты к скальчатым портальным кондукторам — по ГОСТ 16893—71* (табл. 102) должны изготовляться двух типов: А — без отверстий под установочные кольца; Б — с отверстиями под установочные кольца. Пальцы установочные к плитам см. табл. 103—108.

Опоры к скальчатым кондукторам (табл. 109—110) — по ГОСТ 16896—71* и ГОСТ 16897—71* предназначены для установки заготовок. Примеры компоновок плоских опор с установочными пальцами показаны на рис. 72.

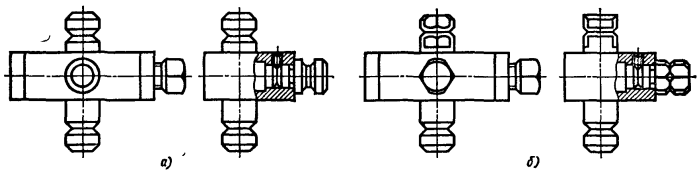
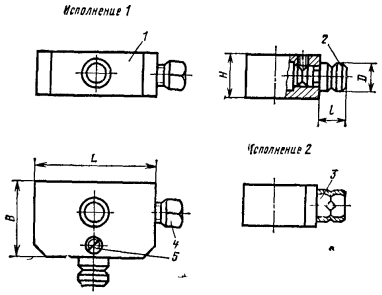


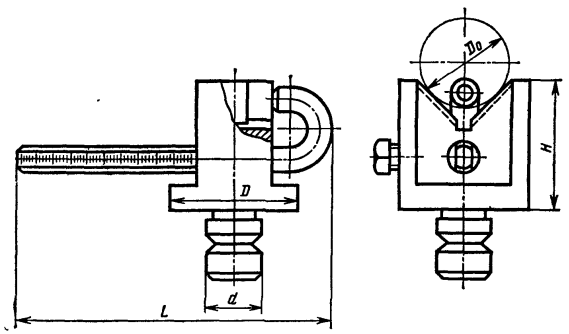
Рис. 72. Примеры компоновок плоских опор с установочными пальцами

109. Опоры плоские по ГОСТ 16896—71* (размеры, мм)



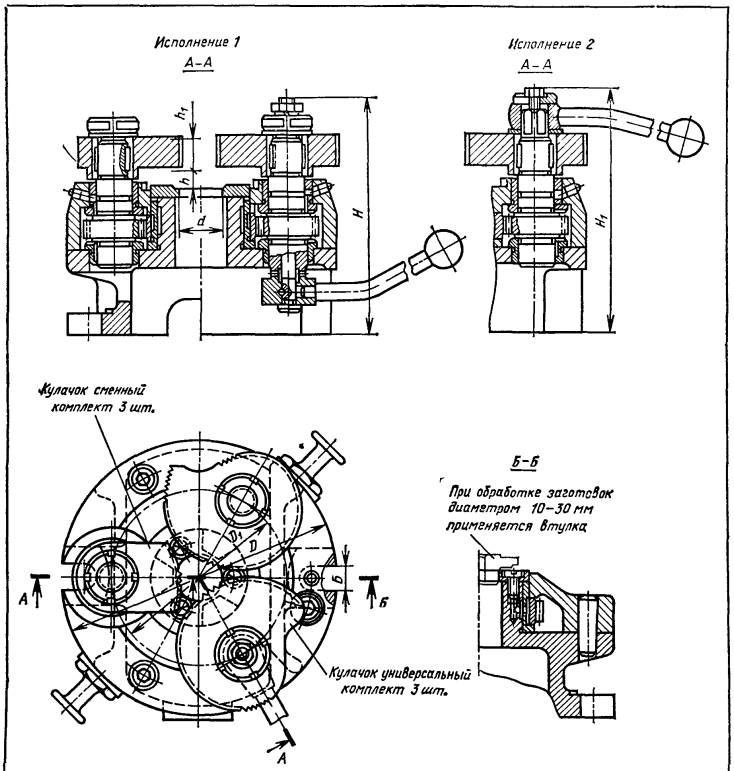
Обозначения опор	Исполнение	D	H	L	D (поле допуска g6)	l	Масса, кг	Обозначения деталей				
								Корпус 1	Палец 2 по ГОСТ 16893—71*	Палец 3 по ГОСТ 16899—71*	Винт 4	Винт 5 по ГОСТ 1476—75
7033—2991	1	32	16	50	10	12	0,190	7033—2991/001	7030—2501	—	M8×25—055	M4×6—055
7033—2992	2								—	7030—2511		
7033—2993	1	40	20	70	12	16	0,510	7033—2993/001	7030—2502	—	M8×35—055	
7033—2994	2								—	7030—2512		
7033—2995	1	60	32	100	16	24	1,550	7033—2995/001	7030—2503	—	M10×50—055	M6×10—055
7033—2996	2								—	7030—2513		
7033—2997	1	80	40	110	20		2,770	7033—2997/001	7030—2504	—	M12×60—055	M8×16—055
7033—2998	2								—	7030—2514		

110. Опоры призматические по ГОСТ 16897—71* (размеры, мм)



Обозначения опор	Диаметр обрабатываемой детали D_0	d (поле допуска h6)	D	H	L
7035—2111	10—30	16	40	40	100
7035—2112	25—60	25	70	65	160
7035—2113	45—80	40	80	60	180
7035—2114	65—90				200

111. Приспособле ия самоцентрирующие, переналаживаемые с тремя эксцентриковыми кулачками по ГОСТ 14945—69* (размеры, мм)



Исполнение 1	Исполнение 2	Диаметры деталей, зажимаемых кулачками		D	H	H_1	D_1 (предел откл. ±0,01)	d	h	h_1	b
		универсальными	сменными								
7366—0001	7366—0002	10—50	10—20 16—25 22—32 28—38 34—45 40—48 45—55	160	140	140	104,0	25H8	12	17	14

Продолжение табл. 111

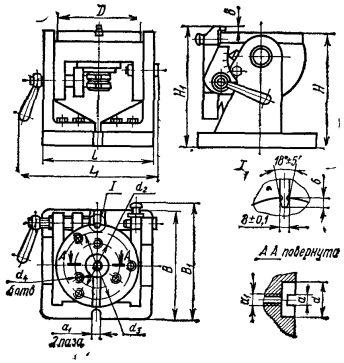
Исполнение 1	Исполнение 2	Диаметры деталей, зажимаемых кулачками		D	H	H_1	D_1 (предел откл ±0,01)	d	h	h_1	b
		универсальными	сменными								
0003	0004	45—105	45—55 50—65 60—70 65—80 75—90 85—100 90—105	250	190	195	160,0	38	16	24	18
7366—0005	7366—0006	100—165	100—112 110—120 118—130 125—140	320			227 5	95			
7366—0005	7366—0006	100—165	135—145 140—155 150—165	320			227,5	95			
7366—0007	7366—0008	160—250	160—175 170—185 180—195 190—205 200—235 225—235 230—250	400	190	195	310,0	160			

Примечание Приспособление комплектуется универсальными кулачками. Дополнительное комплектование сменными кулачками оговаривается при заказе

112. Применяемость сменных кулачков в самоцентрирующих переналаживаемых приспособлениях с тремя эксцентриковыми кулачками

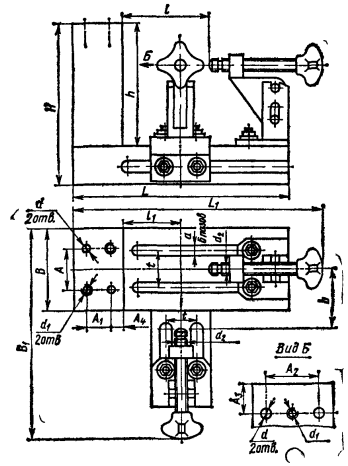
Обозначение приспособлений	Обозначение кулачков	Диаметры деталей, зажимаемых кулачками, мм	Обозначение приспособлений	Обозначение кулачков	Диаметр деталей, зажимаемых кулачками, мм
7366—0001	7366—0001/004 7366—0001/005 7366—0001/006 7366—0001/007 7366—0001/008 7366—0001/009 7366—0001/011	10—20 16—25 22—32 28—38 34—45 40—48 45—55	7366—0005 7366—0006	7366—0005/004 7366—0003/004 7366—0003/005 7366—0003/006 7366—0003/007 7366—0003/008 7366—0003/009	100—112 110—120 118—130 125—140 135—145 140—155 150—165
7366—0003 7366—0004	7366—0003/004 7366—0003/005 7366—0003/006 7366—0003/007 7366—0003/008 7366—0003/009 7366—0003/011	45—55 50—65 60—70 65—80 75—90 85—100 90—105	7366—0007	7366—0007/004 7366—0007/005 7366—0007/006 7366—0007/007 7366—0007/008 7366—0007/009 7366—0007/011	160—175 170—185 180—195 190—205 200—230 225—235 230—250

113. Подставки наклонные делительные (размеры, мм)



Обозначение подставок	D	B	B1	H	H1	L	L1	a (поле допуска H7)	a1	d (поле допуска H7)	d1	d2	d3	d4
		Не более												
7303—0281	125	180	180	160	168	160	205	10	14	25	M10	60	80	M8
7303—0282	160	220	225	200	208	200	245	14	18	40	M12	75	120	M10
7303—0283	200	250	255	250	258	250	305							

114. Приспособления типа «угольник» с передвижными откидными прижимами (размеры, мм)



Обозначение приспособлений	l		B	B1	H	L	L1	b		h	l1		A	A1	A2	A3	A4	d (поле допуска H7)	d1	d2	a	t
	min	max	Не более					min	max		min	max	Пред. откл. ±0,02									
7357—0041	20	90	90	215	135	200	250	15	55	105	20	90	40	20	50	30	10	8	M10	M10	10	40
7357—0042		130	100	260	165	250	310		65	130	30	120	50	25	60					M12		
7357—0043		170	125	310	200	320	385		85	150	40	150	80	40	80	40	12	12	M12	M16	14	60

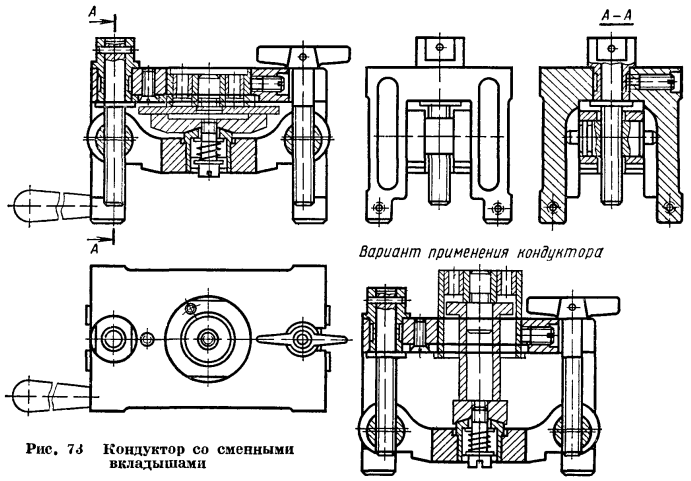


Рис. 73 Кондуктор со сменными вкладышами

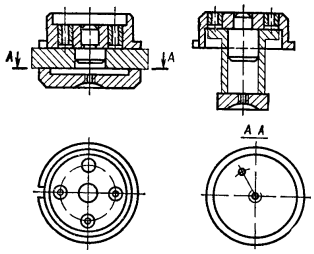


Рис 74 Примеры сменных наладок

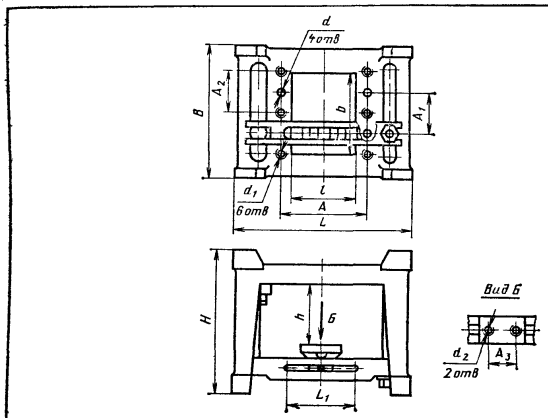
Кондукторы со сменными вкладышами (рис 73, 74) предназначены для сверления отверстий на торце и боковых поверхностях деталей с базированием по отверстию или цилиндру

Приспособления самоцентрирующие, переналаживаемые с тремя эксцентриковыми кулачками — по ГОСТ 14945—69* (табл 111—112) предусмотрены для центрирования и зажима цилиндрических заготовок на сверлильных станках.

Подставки наклонные делительные (табл 113) с наклоном от 0 до —90° через 15°, предназначены для установки заготовок при обработке отверстий Пример применения наклонных делительных подставок показан на рис 75

Подставка универсально-наладочная (рис 76) предназначена для сверления различно направленных отверстий во фланцах, планках, фитингах и других деталях Установка различных деталей производится на сменные базы, закрепляемые на сменной кондукторнои плите или на верхнем корпусе подставки Сверление отверстий под различными углами осуществляется путем наклона верхнего корпуса подставки с помощью шарнирного механизма. Установка на требуемый угол производится по

115. Кондукторы кантующиеся с передвижным прижимом (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	b	l	B	H	L	h		l1	A (пред. откл. ±0,02)	A (пред. откл. ±0,01)	A2	A3	d (поле допуска H7)	d1	d2
			Не более			min	max								
7307—0031	63	32	100	125	150	18	50	30	50	25	25	25	8	M8	
7307—0032	80	63	125	140	170		65	50	80	40	40			M10	M6
7307—0033	100	71	160	160	200	25		60	100	50	50	30	12	M12	
7307—0034	125	90	200	200	250		90	90	120	60	60				M8

сверлу и кондукторным втулкам. Закрепление шарнирного устройства осуществляется диафрагменным пневматическим силовым узлом.

Техническая характеристика (размеры, мм)

Максимальные габаритные размеры обрабатываемой заготовки	130×150×60
Угол наклона обрабатываемых отверстий, градусы	0—90
Расстояние между базовой поверхностью верхнего корпуса и кондукторной плитой	35—70
Усилие зажима заготовки при усилии на рукоятке 80Н	800
Усилие зажима шарнирною механизма при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	3500
Габаритные размеры	250×300×3 0

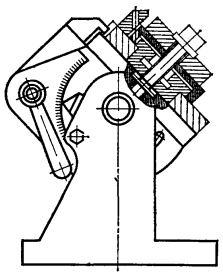


Рис. 75. Пример применения наклонных делительных подставок

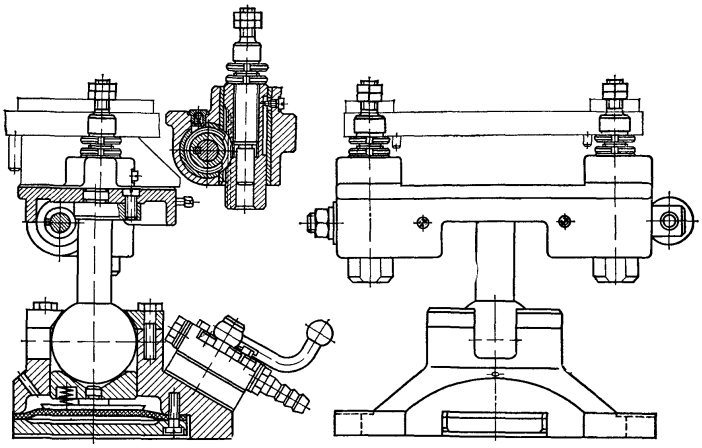


Рис. 76. Подставка универсально-наладочная

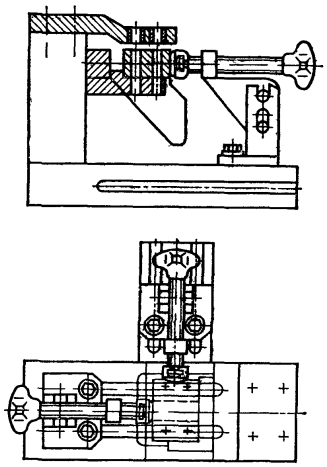


Рис. 77. Пример применения приспособления типа «угольник» с передвижными откидными прижимами

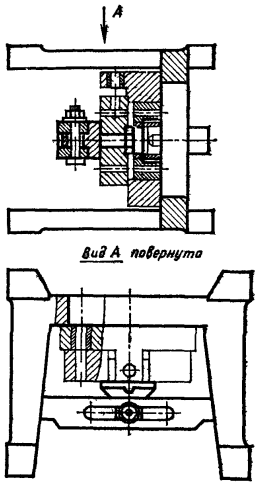
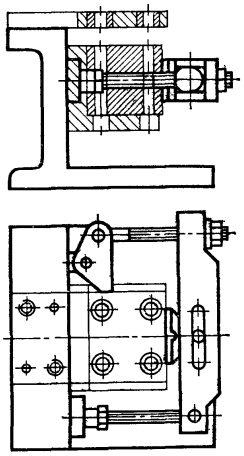


Рис. 78. Пример применения кантующегося кондуктора с передвижным прижимом



ис. 79. Пример применения угольника с передвижным прижимом

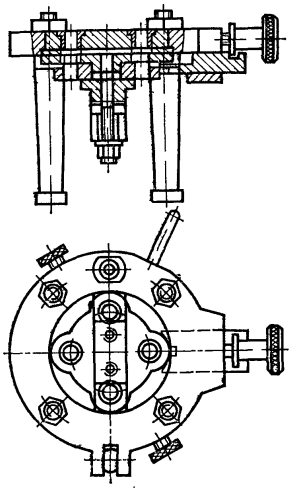


Рис. 81. Пример применения круглых кондукторов

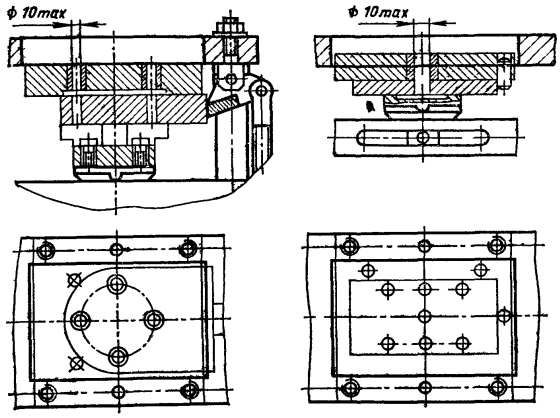


Рис. 80. Примеры применения прямоугольных кондукторов

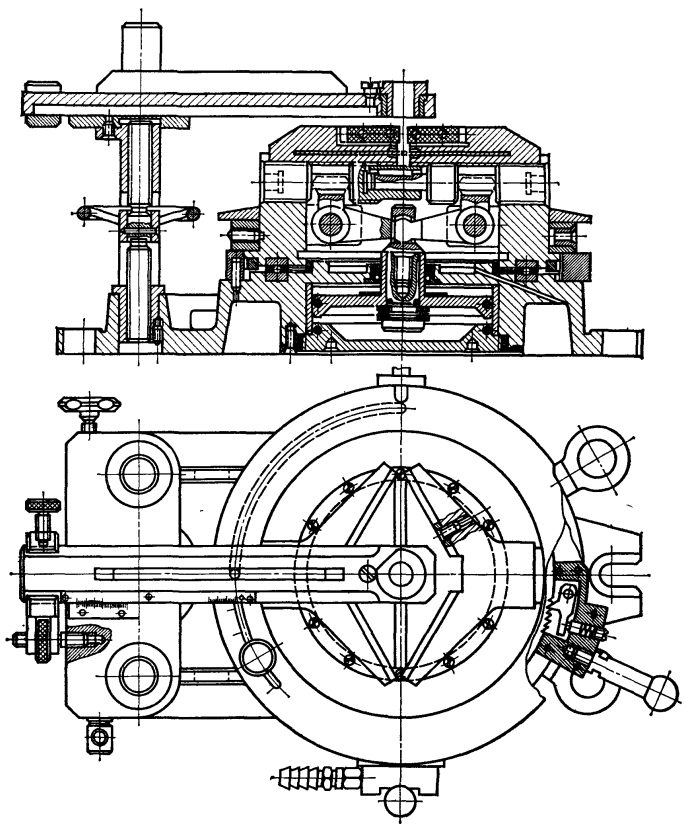


Рис. 82. Универсальный кондуктор с пневматическим зажимом

Приспособления типа «угольник» с передвижными откидными прижимами (табл. 114) предназначены для установки различных заготовок при сверлении отверстий. Пример применения показан на рис. 77.

Кондукторы кантующиеся с передвижным прижимом — по ГОСТ 22111—76 (табл. 115) предназначены для установки различных заготовок при сверлении отверстий. Пример применения показан на рис. 78.

Угольники с передвижным прижимом (табл. 116) предназначены для установки различных заготовок при сверлении отверстий. Пример применения показан на рис. 79.

Кондукторы на ножках (табл. 117) предназначены для различных заготовок установки при сверлении отверстий диаметром до 10 мм. Кондукторы должны изготовляться двух типов: 1 — прямоугольных; 2 — круглые. Кондукторы типа 1 должны изготовляться двух исполнений: *1* — с передвижным прижимом снизу и боковым поджимом; *2* — с передвижным прижимом снизу.

Примеры применения **прямоугольных кондукторов** показаны на рис. 80—81.

Универсальный кондуктор с пневматическим зажимом (рис. 82) предназначен для установки и закрепления заготовок по цилиндрической поверхности при обработке торцовых отверстий, расположенных по окружности, на вертикально-сверлильных станках. Заготовки центрируются и закрепляются призмами, смонтированными на кулачках двухкулачкового пневматического патрона, установленного на делительном столе. Отверстия различного диаметра сверлятся через сменные кондукторы втулки.

Техническая характеристика
(размеры, мм)

Наибольший диаметр обрабатываемых заготовок	300
Наибольший диаметр сверления	30
Наибольшее число обрабатываемых отверстий	30
Диаметр цилиндра	150
Ход кулачков	5

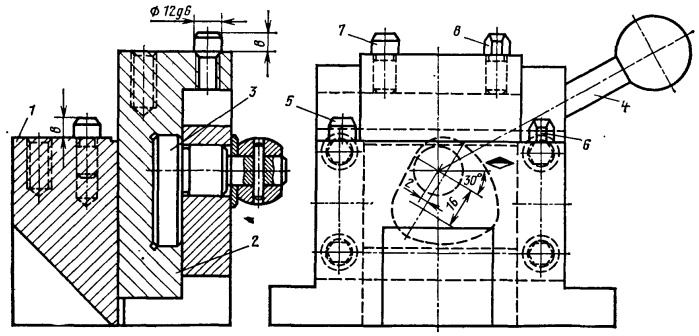


Рис. 83. Универсально-наладочный кондуктор

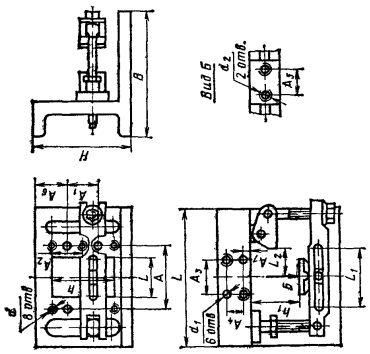
Универсально-наладочный кондуктор УП-300. Конструкции Киевского завода станков-автоматов (рис. 83).

Базовая часть кондуктора состоит из корпуса *1*, в котором установлен ползун *2*, перемещаемый двойным эксцентриком *3*. Сменная наладка для установки обрабатываемой заготовки устанавливается на верхнюю часть корпуса по двум штырям: цилиндрическому *5* и ромбическому *6*. Кондукторная плита устанавливается на ползун по штырям *7* и *8*. Зажим заготовки осуществляется кондукторной плитой посредством рукоятки *4*, поворачивающей эксцентрик.

ЛЮНЕТЫ

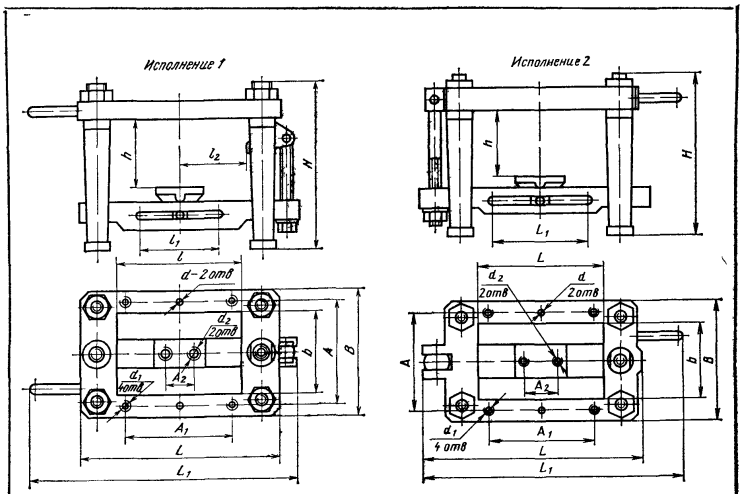
Люнет самоцентрирующий (рис. 84). При вращении маховичка три поддерживающих ролика одновременно перемещаются к центру, причем два боковых ползуна ролика перемещаются посредством червяка, червячного колеса и рейки на ползунах, а верхний ползун перемещается вниз посредством паразитных шестерен, передающих ему движение от правого бокового ползуна. Диаметр обрабатываемой заготовки 35—90 мм.

116. Угольники с передвижным прижимом (размеры, мм)



Обозначение угольников	h	l	B	H	L	h_1	l	l_2	A	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	d	d_1 (поле допуска H7)	d_2
			Не более			min			Пред. откл. ±0,02				Пред. откл. ±0,02							
7306—0011	63	32	125	105	140	18	30	35	50	25	25	25	40	25	40	10	M8	8	M6
																	M10		
7306—0012	80	63	130	125	170		50	48	80	40	40	40	50						
7306—0013	100	71	150	160	210	25	60	65	100	50	50	50		30	50	12	M12	12	
7306—0014	125	90	180	200	250		90	85	120	60	60	60	65		65	15			M8
7306—0015	160	125	220	250	320	40	100	100	160	80	80	80	80	40	80		M16	16	

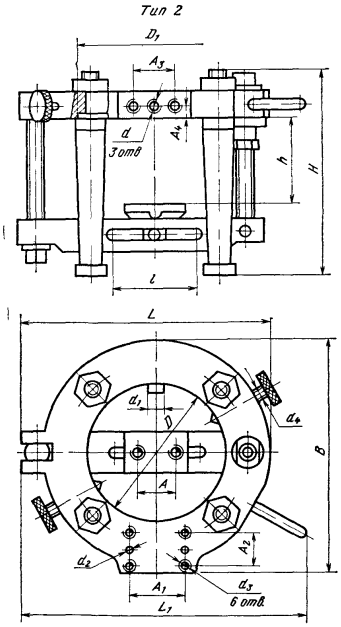
117. Кондукторы на ножках (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	Исполнение	b	l	B	H	L	L_1	h		l_1	l_2	A (пред. откл. ±0,02)	A_1	A_2	d (поле допуска H7)	d_1	d_2
				Не более				min	max								
7307—0001	1	63	100	110	160	165	260	25	70	45	48	80	80	25	8	M10	M6
7307—0002	2					210	265				—						
7307—0003	1	80	125	125			—			60	65	100	100	30			
7307—0004	2										—						
7307—0005	1	90	160	160	200	240	365	30	90	85	85	120	120		12	M12	M8
7307—0006	2					255	350				—						
7307—0007	1	125	200	200	230	300	420		100	100	100	160	160	40			
7307—0008	2					315	410				—						

Продолжение табл 117

Тип 2



Обозначение кондуктора	D (поле допуска $H7$)	D_1	B	H	L	L_1	A	A_1 (пред. откл. $\pm 0{,}02$)	A_2	A_3	A_4	h		l	d	d_1 (поле допуска $h6$)	d_2 (поле допуска $H7$)	d_3	d_4
			Не более									min	max						
7307—0021	60	70	140	125	145	210	25	34	24	20	8	18	50	30	M6	10	5	M6	M6
7307—0022	80	90	160		165	220						22	58	50					
7307—0023	100	110	180	160	185	270	30	44		25	10	25	70	60	M8	12			M8
7307—0024	120	130	205	200	215	290							90	90					
7307—0025	160	170	255	230	275	350	40	50	26	30	12	30	100	100	M10		6	M8	M10
7307—0026	200	210	295		320	400								110					

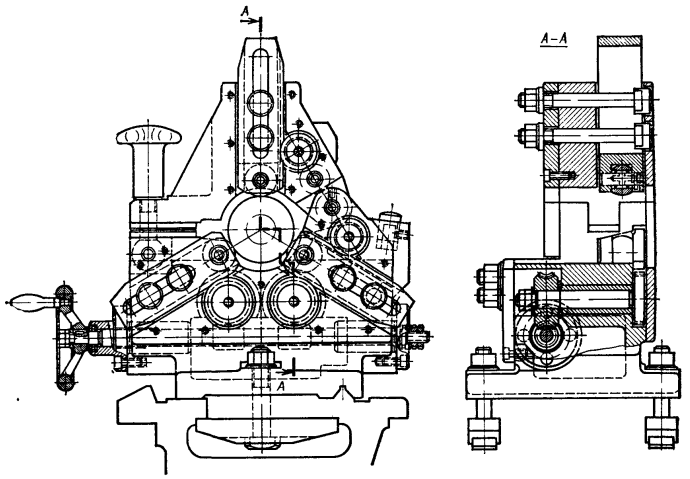


Рис. 84. Люнет с пневматическим поджимом заготовки

Люнет с пневматическим поджимом заготовки (рис. 85). Люнет состоит из двух жестко закрепленных роликов, регулируемых винтами. Поджим детали в люнете производится верхним подвижным роликом от пневмоцилиндра, установленного на откидной крышке.

Техническая характеристика

(размеры, мм)

Размеры обрабатываемой заготовки.	
диаметр	50—130
длина	500—1200
Наибольший ход прижима	40
Диаметр пневмоцилиндра	75
Усилие зажима при давлении воздуха 0,4 МПа, Н	1400

Люнет-виброгаситель (рис. 86). В корпусе люнета установлены три гидроцилиндра *1*, плунжеры которых с роликами *2* контактируют с обрабатываемой заготовкой. При вращении маховичка *4* гидравлического винтового насоса масло *3* вытесняется в гидроцилиндры, перемещая плунжеры. Возвращение их в исходное положение осуществляется вакуумом, создающимся под плунжерами при вращении маховичка насоса в обратную сторону. После контактирования роликов плунжеров с заготовкой они стопорятся винтами.

Люнет-виброгаситель плавающий (рис. 87). Корпус люнета под действием пружин прижимается к копиру, закрепленному на кронштейне. Он может перемещаться в направляющих основания, смонтированного на каретке токарного станка. Люнет может отходить от обрабатываемой заготовки у центров или патрона, переходить по уступам валика, двигаясь строго по копиру. Головка люнета является виброгасителем. Рабочая поверхность ролика сферическая. Ролик вращается в вилке, на которую воздействует пружина.

Люнет пневматический (рис. 88). Обрабатываемая заготовка устанавливается на нижний сменный вкла-

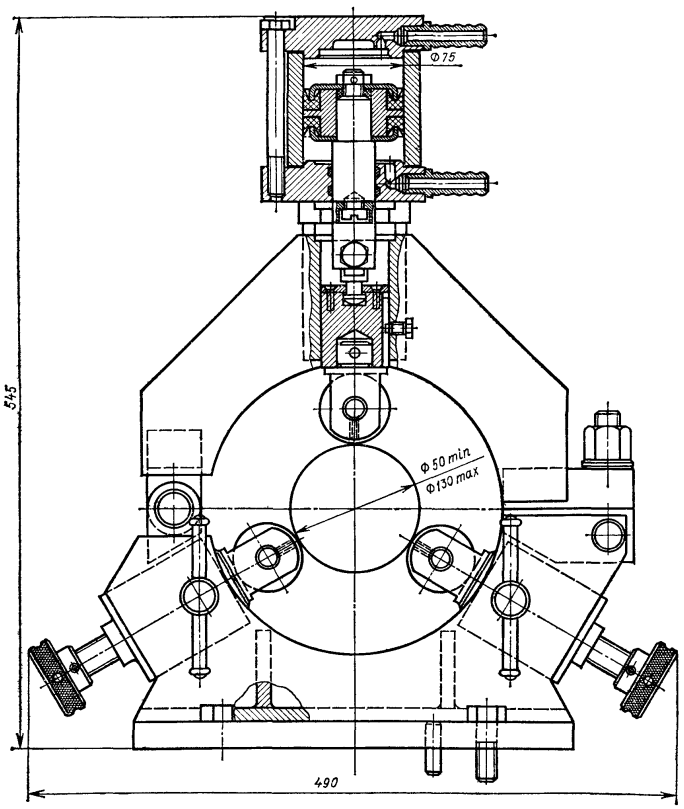


Рис. 85. Люнет самоцентрирующий

дыш. В цилиндр подается сжатый воздух. Верхняя откидная часть с прижимом и верхним вкладышем шарнирами соединена с корпусом и штоком пневмоцилиндра. При перемещении поршня цилиндра верхняя откидная часть опускается и обрабатываемая заготовка обжимается вкладышами.

Техническая характеристика
(размеры, мм)

Диаметр обрабатываемой заготовки	80—95
Ход поршня	170
Диаметр цилиндра	150

Люнет сдвоенный пневматический (рис. 89). Обрабатываемые заготовки опираются на два нижних шарико-

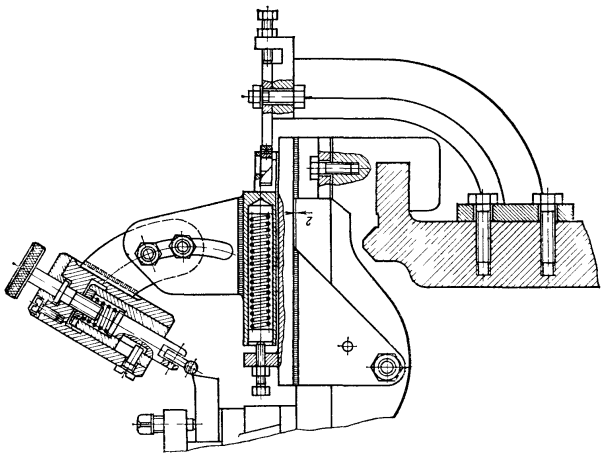


Рис. 87. Люнет-виброгаситель плавающий

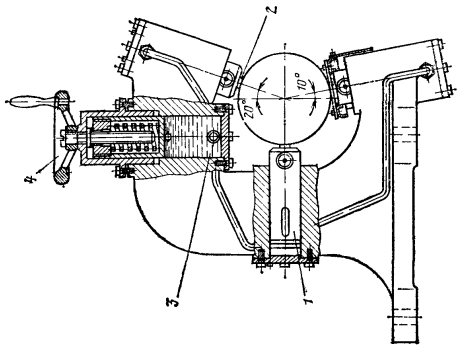


Рис. 86. Люнет-виброгаситель гидравлический

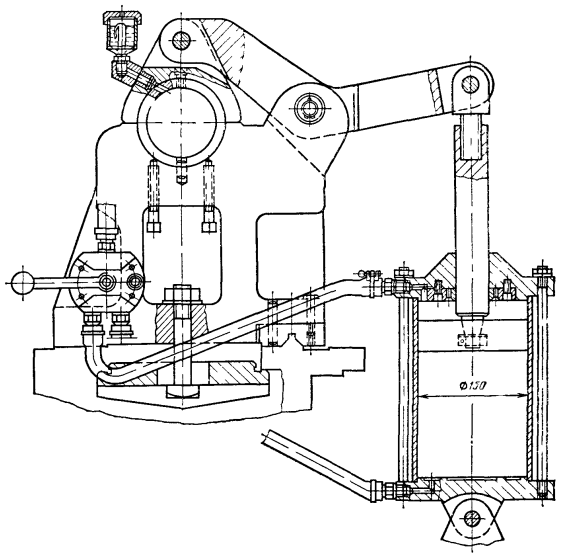


Рис. 88. Люнет пневматический

подшипника, а верхние шарикоподшипники поджимают крышкой, укрепленной на штоке пневмоцилиндра.

Техническая характеристика
(размеры, мм)

Диаметр обрабатываемой заготовки	15–25
Ход поршня	25
Диаметр цилиндра	60

ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Делительная головка конструкции Витебского станкостроительного завода (рис. 90) предназначена для фрезерования квадратов, шестигранников, пазов. Состоит из корпуса *6*, во втулке *4* которого установлен шпиндель *3*. Делительный диск *5* имеет 5, 7, 9, 6 и 3 деления.

Поворот шпинделя на требуемый угол фиксируется посредством делительного диска, в паз которого заходит подпружиненная защелка *2*. Поворот шпинделя осуществляется рукояткой *1*. Лимб *7* обеспечивает деление шпинделя на угол, не соответствующий пазам делительного диска.

Головка делительная с пневматическим цанговым зажимом (рис. 91) предназначена для сверлильных и фрезерных работ. Обеспечивает деление на 2, 4, 8 или 3, 6 и 12 частей окружности.

Делительная головка УП-303 (рис. 92) конструкции Киевского завода станков-автоматов предназначена для фрезерных и сверлильных работ. Верхняя установочная плоскость служит для установки по двум штырям высотных установов. Делительный диск имеет 12 отверстий, обеспечивающих деление через 36°.

Вертикальная делительная головка с пневмозажимом (рис. 93) предназначена для фрезерования гаек, болтов, пазов на фрезерных станках.

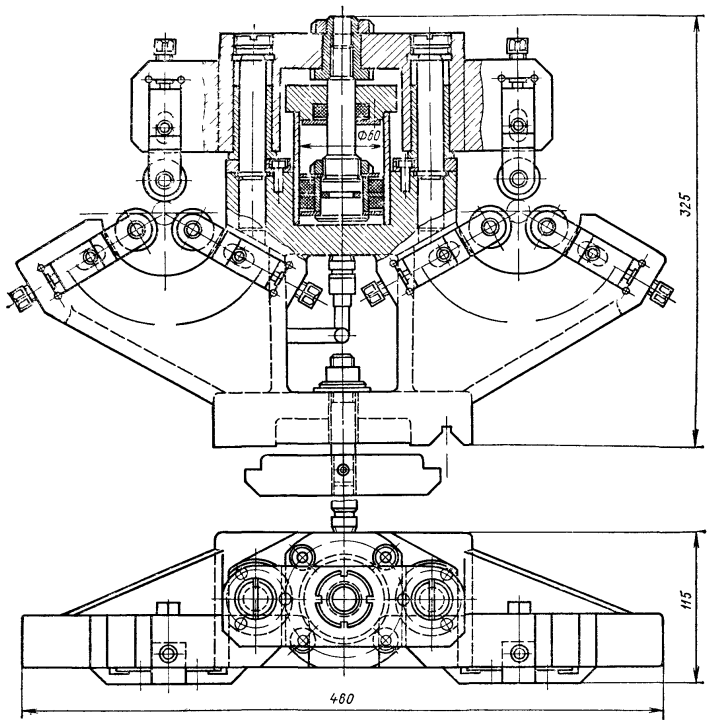


Рис. 89. Люнет сдвоенный пневматический

Для зажима заготовки сжатый воздух перемещает поршень *1* вверх, который через пальцы *2* перемещает втулку *3*, сжимающую цангу *4*. Цангу поворачивают рукояткой *5*, которая посредством криволинейной поверхности *6* выводит фиксатор *7* из паза делительного диска. При подходе фиксатора к следующему пазу диска он заскакивает в него.

Техническая характеристика

Число делений диска	4
Давление сжатого воздуха, МПа	4
Усилие зажима заготовки в цанге, Н	12 000

Делительная головка цанговая (рис. 94). Заготовка закрепляется в сменной цанге *1* вручную рукоятками *2*. Делительный диск обеспечивает деление заготовки на 2, 3, 6, 8 и 12 частей. Ввод и вывод фиксатора осуществляется рукояткой *3*. Эксцентрик *4* обеспечивает прижим поворотной части к корпусу при обработке заготовки.

Автоматическая делительная головка (рис. 95). Деление шпинделя с заготовкой осуществляется автоматически посредством пневмопривода.

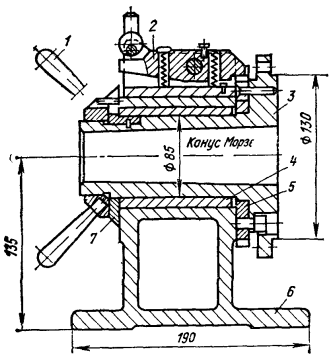


Рис 90. Головка делительная

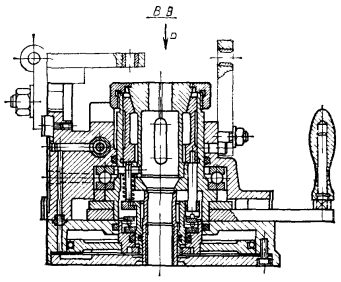


Рис. 91 Головка делительная с пневматическим цанговым зажимом

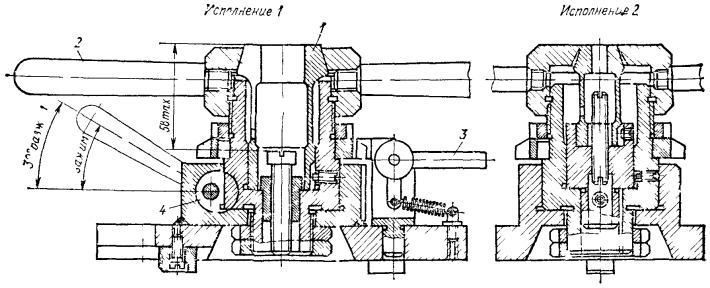


Рис 94 Головка делительная цанговая

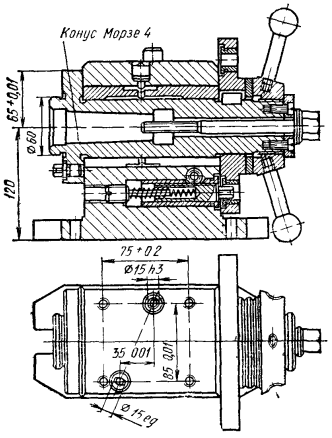


Рис. 92. Головка делительная

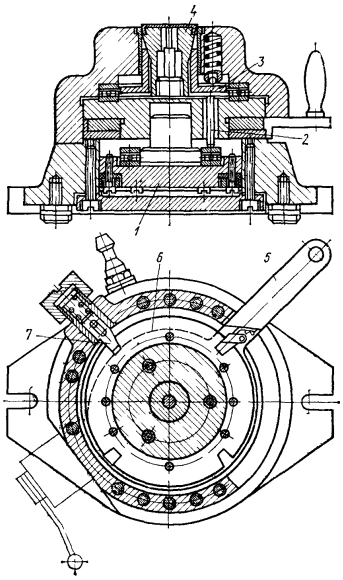


Рис. 93. Головка делительная вертикальная с пневмозажимом

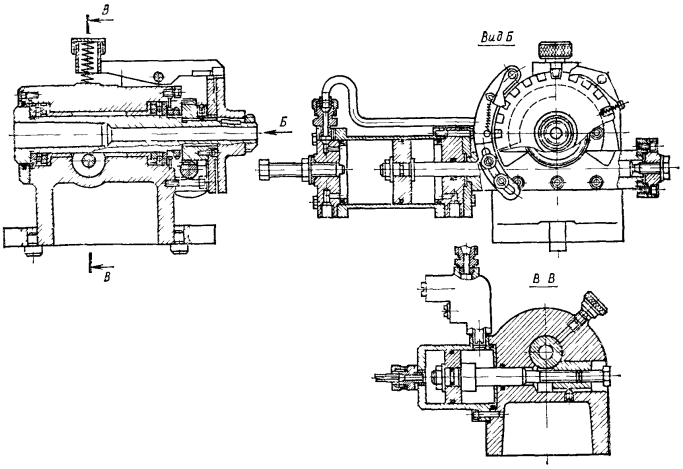


Рис. 95. Головка делительная автоматическая

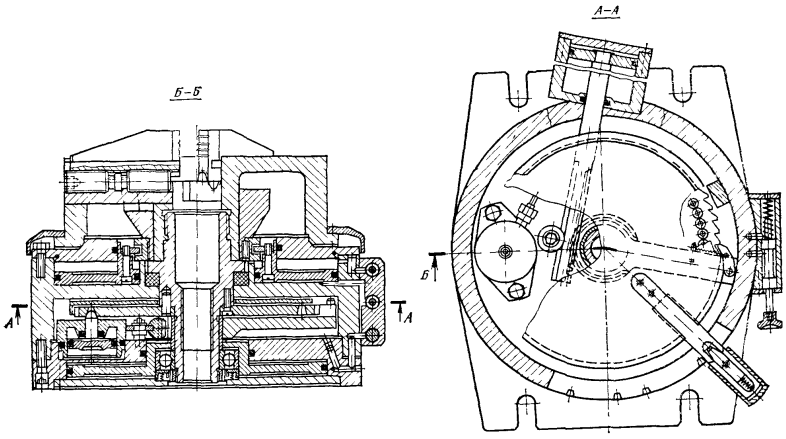


Рис. 96. Головка делительная пневматическая

Пневматическая делительная головка конструкции завода «Русский дизель» (рис. 96). Зажим заготовки и ее поворот осуществляются встроенными пневмоцилиндрами, управляемыми кнопочными золотниками. Заготовка зажимается в патроне с раздельной настройкой кулачков. Наличие самозаклинивающей системы обеспечивает надежное закрепление заготовки.

Техническая характеристика

Число делений заготовок	2, 3; 4, 5, 6; 10 и 12
Давление воздуха, МПа	0,5
Усилие зажима заготовки в патроне, Н	14 000
Габаритные размеры, мм	350×350×250

УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (УСП)

Универсально-сборные приспособления (УСП) относятся к числу агрегатируемых приспособлений целевого назначения, собираемых по мере необходимости из заранее изготовленных стандартных деталей и сборочных единиц.

После обработки заданных партий деталей приспособления разбираются, а составляющие их детали и сборочные единицы используются для сборки новых конструкций приспособлений, предназначенных для обработки других деталей. Детали и сборочные единицы УСП постоянно находятся в обращении: сборка приспособлений — эксплуатация на станках — разборка — хранение деталей и сборочных единиц — сборка приспособлений новых конструкций и т. д. Сборка приспособлений производится минуя стадии конструирования на бумаге.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений по режимам обработки и габаритным размерам обрабатываемых изделий подразделяются на три серии, определяемые шириной Т-образных и П-образных пазов.

Детали и сборочные единицы УСП, объединенные в одну серию, имеют взаимную увязку типоразмеров по каждому виду деталей и единство установочных и присоединительных размеров поверхностей, обеспечивающих базирование и закрепление сменных элементов.

Функциональная взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц приспособлений осуществляется в пределах каждой серии на основе единства координатных размеров между элементами баз. Взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц смежных серий обеспечивается применением стандартных переходных элементов.

Отличительной особенностью конструкций деталей и сборочных единиц УСП является крестообразное взаимно-перпендикулярное расположение на сопрягаемых поверхностях Т-образных и шпоночных пазов.

В табл. 1—15 приведены основные параметры конструктивных элементов деталей УСП по ГОСТ 31.111.41—83

1. Серии, ширина паза и масса обрабатываемых изделий в УСП

Серия	Ширина Т- и П-образного паза, мм	Масса обрабатываемых в УСП изделий, кг
2	8	До 5
3	12	5—60
4	16	Св. 60

Примечание. На накладные кондукторы ограничение по массе обрабатываемых изделий не распространяется.

ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ И СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Основные детали и сборочные единицы, из которых компонуются различные приспособления, условно подразделяются на семь групп:

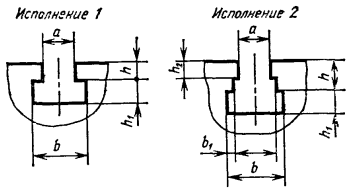
1. Базовые детали (плиты прямоугольные и круглые, угольники);

2. Основные конструктивные виды присоединительных элементов и их размеры

Присоединительный элемент	Основной параметр	Серия	Размер основного параметра, мм
Т-образный паз П-образный паз	Ширина паза	2 3 4	8 12 16
П-образный выступ	Ширина выступа	2 3 4	8 12 16
Резьбовое соединение	Диаметр крепежных резьб	2 3 4	М8 М12×1,5 М16
Центровое базовое отверстие	Диаметр отверстия	2	8; 12; 18; 26; 60; 90
		3	8; 12; 18; 26; 35; 45; 58; 120; 180
		4	45; 70; 90; 120; 150; 160

3. Конструктивное исполнение Т-образных и П-образных пазов и их основные размеры, мм

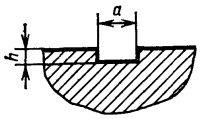
Т-образный паз



Серия	Исполнение	a	h	h_1	h_2	b	b_1	Применение
2	1	8	5	4,2	—	13	—	В базовых и корпусных деталях
			6					В круглых плитах
3		12	6	7,2*		20		В корпусных деталях
			8					В облегченных плитах, угловых опорах
	2		10	7,5	4		13	В базовых деталях
4	1	16		8,5	—	24	—	В корпусных деталях
	2		15		5		18	В базовых деталях

Продолжение табл. 3

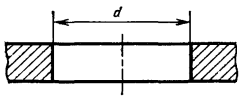
П-образный паз



Серия	a	h	Применение
2	8.0	2,5	Под шпонки
	12.0 15,0 22,5 30.0	3,0	Под планки с установочным отверстием
3	12.0		Под шпонки
	20.0	4,0	Под планки с установочным отверстием
	30.0 45,0	5,0	
4	16.0		Под шпонки
	45,0 60.0		Под планки с установочным отверстием

Примечание. Допускается в корпусных деталях-прокладках толщиной до 5 мм выполнять Т-образный паз $h_1 = 9$ мм.

4. Диаметры базовых и установочных отверстий, мм

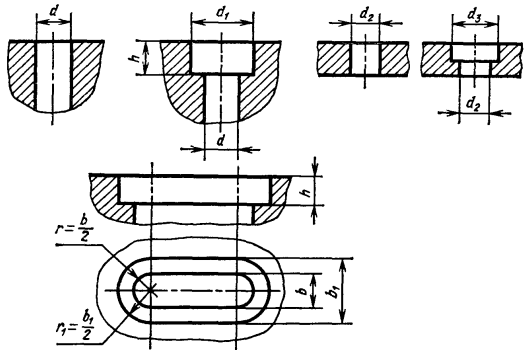


Серия	d	Применение
2	8; 12; 18; 26; 60; 90	Круглые плиты и делительные диски
3	8; 12; 18; 26; 35; 45; 58; 120; 180	
4	45; 70; 90; 120; 150; 180	
2	4; 6; 8; 12; 18; 26	Опоры, угольники, проставки, соединительные, ступенчатые и кондукторные планки
3	8; 12; 18; 26; 35; 45; 58	
4	26; 35; 45; 58; 70; 90; 120; 150; 180	
2	6; 8	Отверстия под фиксаторы в делительных дисках
3	12	
4	16	

5. Диаметры крепежных резьб, мм

Серия	Основная крепежная резьба	Вспомогательная крепежная резьба	Резьба для крепления шпонок
2	М8; М12×1,5	М3; М4; М5; М6	М3
3	М12×1,5; М16	М6; М8; М12×1,5	М5
4	М16	М8; М10; М12×1,5; М16	М5

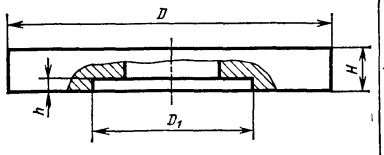
6. Размеры сквозных отверстий под крепежные детали, мм



Серия	d	d_1	b	b_1	h, не менее	Отверстия в шпонках	
						d_2	d_3
2	8,4	13; 15	8,4	15	7,5	3,2	5,5
3	13,0	19; 23	13,0	23	10,5	5,5	8,3
4	18,0	28; 34	18,0	28; 34	14,0	5,5	8,4

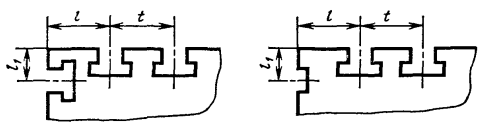
Примечание. Допускается в деталях серии 2 (кроме шпонок) выполнять $d_1 = 23$ мм и $b_1 = 23$ мм.

7. Размеры круглых плит, мм

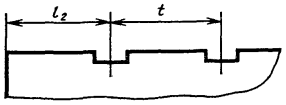


Серия	D	H	D_1	h
2	90; 120	20	60	4
	150; 180	25	90	
	240; 320	30		
3	240		120	5
	320; 360	40		
	480	45	180	
	600	50		
4	480; 600	60		20

8. Расстояние и шаг между пазами для деталей и сборочных единиц УСП, мм



Серия	l	t	l_1	Применение
2	15,0	30,0	—	Прямоугольные облегченные плиты, опоры, базовые угольники
	30,0		15,0; 22,5	Прямоугольные плиты
			30,0	Базовые угольники
3	17,5 22,5	40,0	30,0	Квадратные и прямоугольные опоры
	30,0	60,0	—	Облегченные плиты
	60,0		30,0	Прямоугольные плиты, базовые угольники
4	30	60	30; 60	Прямоугольные опоры, токарные угольники
	60			Прямоугольные плиты, прямоугольные опоры, базовые и токарные угольники

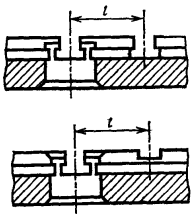


Серия	l_2	t	Применение
2	15,0	15,0	Квадратные, прямоугольные и угловые опоры, соединительные планки
		30,0	Облегченные плиты, прямоугольные подкладки, прямоугольные и угловые опоры, угольники, ребристые угольники, соединительные планки
	22,5	37,5	Соединительные планки

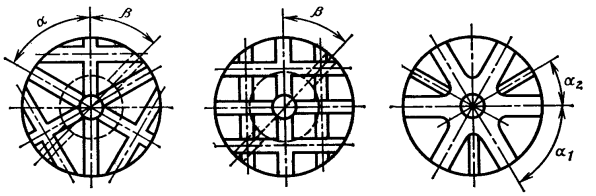
Продолжение табл. 8

Серия	l_2	t	Применение
3	22,5	22,5	Угольники с установочным отверстием
		30,0	Ребристые угольники
		45,0	Соединительные планки, угольники
	30,0	30,0	Угловые опоры, ребристые угольники, прямоугольные облегченные и направляющие опоры, соединительные планки с установочным отверстием, угольники
		60,0	Облегченные плиты, угловые опоры, проставки, крепежные и ребристые угольники
	60,0		Соединительные планки
4	30,0	30,0	Облегченные и направляющие опоры, соединительные планки, кулачки
	30; 60,0		Базовые угольники и угольники с установочным отверстием
	30,0	45,0	Проставки
	30,0	30,0 60,0	Токарные угольники, подкладки, угольники, прямоугольные и облегченные опоры, подкладки и опоры угловые, проставки, призмы подкладные
	60,0		Токарные угольники, угольники, прямоугольные опоры

9. Расстояние от пазов до оси центрального отверстия в круглых плитах, мм

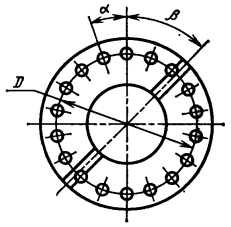
Эскиз	Серия	l
	2	30; 60; 90
	3	60; 90; 120; 180
	4	60; 180; 240

10. Угловое расположение пазов на рабочей и вспомогательной поверхностях круглых плит



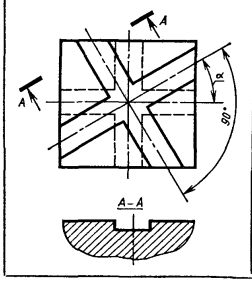
Серия	α_1, °	α_2, °	β, °
2	—	—	45
3	30; 36; 45; 60; 90 (α=60°)	18; 22; 30, 45	
4	—	—	60

11. Расположение отверстий под фиксаторы относительно пазов в делительных дисках к поворотным головкам

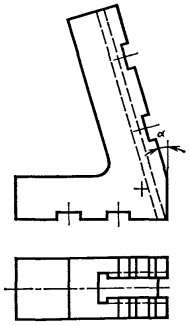
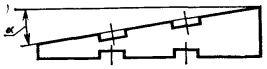


Серия	α, °	β, °	D, мм
2	15; 18; 20; 24	45	90, 120, 170
	10; 15; 18; 24		230
	7°30′; 10; 18; 24		300
3	15; 18; 20; 24		210
	7°30′; 10; 18; 24		340
	5; 7°30′; 18; 24		460
	4; 5; 18; 7°30′		580
4	18		350; 470
	15		410; 530

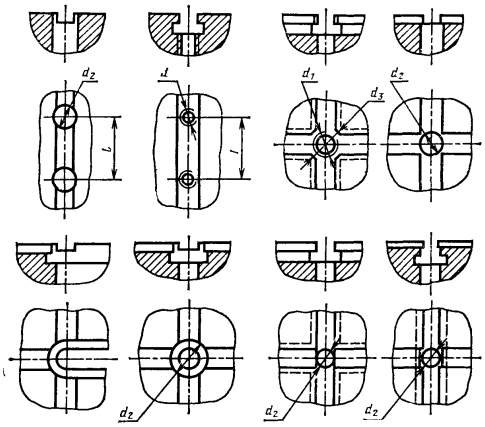
12. Угловое расположение пазов на параллельных поверхностях опор серии 2

Эскиз	α, °
	15; 20; 25; 30; 35, 40, 45

13. Ряды углов расположения рабочих поверхностей в деталях

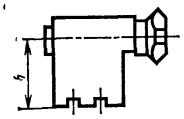
Эскиз	α
	2°30′; 5°; 7°30′; 10°; 12°30′; 15°; 17°30′; 20°; 22°30′; 25°; 27°30′; 30°; 32°30′; 35°; 37°30′; 40°; 42°30′; 45°
	0°10′; 0°15′; 0°30′; 0°45′; 1°; 1°30′; 2°; 2°30′; 3°

14. Расположение отверстий под крепежные детали относительно Т- и П- образных пазов (размеры, мм)



Серия	d	d_1	d_2	d_3	l
2	M8	M12×1,5	8,4	13	30
3	M12×1,5	M16	13,0	20	60
4	M16	M16	18,0	—	60

15. Высота от базы до оси пиноли в центровых бабках, мм

Эскиз	Серия	h
	2 3 4	30; 45 60; 90, 120 180; 240

2. Корпусные детали (опоры, проставки, прокладки, призмы, угловые опоры и подкладки, угольники и планки);
3. Установочные детали (шпонки, штыри, пальцы, диски и переходники);
4. Прижимные детали (прихваты и планки);
5. Крепежные детали (болты, шпильки, винты, гайки и шайбы);
6. Разные детали (ушки, вилки, хомутики, оси, опоры колпачковые, рукоятки и др.);
7. Сборочные единицы (поворотные головки и кронштейны, центровые бабки, подвижные призмы, кулачковые и тисковые зажимы и др.).

Базовые детали являются основными элементами, на которые устанавливаются корпусные, установочные, крепежно-прижимные детали и сборочные единицы при компоновке приспособлений.

Размеры прямоугольных плит нормальной жесткости (типы 1 и 2) и облегченных (тип 3) приведены в табл. 16, плит круглых с крестообразно расположенными (тип 1) и радиально расположенными (тип 2) Т- и П-образными пазами — в табл. 17.

Размеры угольников типов 1—3 см. табл. 18—20.

Размеры кондукторных дисков см. табл. 21.

Корпусные детали предназначены для образования корпуса приспособления. Они могут выполнять также функции базовых деталей при создании малогабаритных приспособлений или применяться в качестве соединительных элементов при монтаже крупногабаритных приспособлений.

Опоры прямоугольные (табл. 22—25) применяют как опорные детали для установки заготовок в необходимое положение, как промежуточные детали для установки элементов, ориентирующих направление режущего инструмента, для установки в необходимое положение прижимных деталей и др.

Опоры угловые (табл. 26) применяют как опорные детали для установки заготовок, имеющих поверхности, расположенные под углом. Они могут быть использованы для создания сборных призм при базировании на приспособлении заготовок типа вал и втулка, для установки в необходимое положение прижимных деталей, а также в качестве элементов обеспечения жесткости и др.

Призмы (табл. 27) опорные (типы 1 и 2), опорные с цилиндрическим наконечником (тип 3) и опорные подкладные (табл. 28) применяют для установки на приспособлении заготовок с внешней цилиндрической поверхностью.

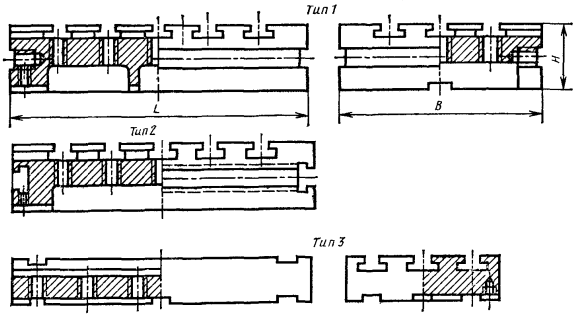
Планки соединительные (табл. 29) с центральным Т-образным пазом (тип 1) со смещенным Т-образным пазом (тип 2) и с тремя-четырьмя Т-образными пазами (тип 3) применяют для создания сборных корпусов приспособлений, которые могут быть выполнены на сборных основаниях, представляющих собой конструкции каркасов (рис. 1). Они могут быть использованы как опорные детали для установки заготовки по плоскости, в качестве элементов жесткости и в других целях. Планки соединительные (табл. 30) с установочным отверстием дополнительно могут быть использованы для направления режущего инструмента посредством установленной в отверстие кондукторной втулки и настройки режущего инструмента посредством центроискателя, устанавливаемого в шпиндель станка.

Кондукторные планки с установочным отверстием (табл. 31) применяются совместно с устанавливаемыми в отверстие кондукторными втулками, для фиксирования по отверстию в необходимое положение на приспособлении заготовки посредством валика и для других целей.

Прокладки прямоугольные (табл. 32) и прямоугольные угловые (табл. 33) применяются для получения необходимого размера по высоте, ширине или длине сборных элементов и получения необходимого угла их расположения в корпусе приспособления.

Установочные детали служат для фиксации корпусных элементов в приспособлениях или для установки обрабатываемых деталей. Размеры шпонок призматических и Т-образных приведены в табл. 34, пальцев

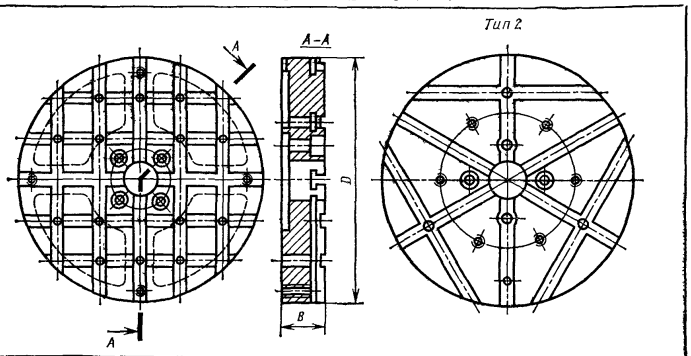
16. Плиты прямоугольные (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H
2	1	120—360	90—240	30
	2	360—480	90—300	45
	3	90—300	60—90	20
3	2	180—720	180—420	60
	3	180—360	120—180	30
4	2	240—600	240—360	90

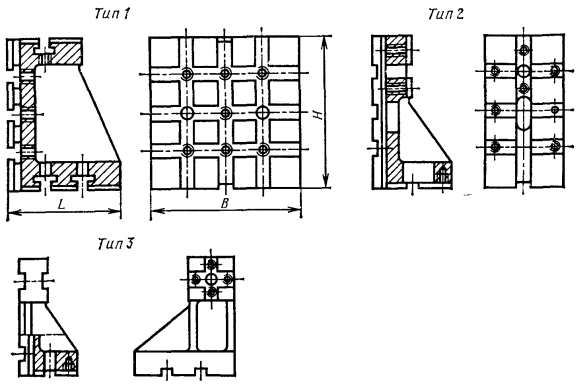
Примечание. Размеры *L* и *B* для всех трех серий и типов кратны 30 мм.

17. Плиты круглые (размеры, мм)



Серия	Тип	$\frac{D}{B}$	Серия	Тип	$\frac{D}{B}$
2	1	$\frac{90}{20}$; $\frac{120}{20}$; $\frac{150}{25}$; $\frac{180}{25}$; $\frac{240}{30}$; $\frac{320}{30}$	2	2	$\frac{180}{25}$; $\frac{240}{30}$; $\frac{320}{30}$
3		$\frac{240}{30}$; $\frac{320}{40}$; $\frac{360}{40}$; $\frac{480}{45}$; $\frac{600}{50}$	3		$\frac{240}{30}$; $\frac{320}{40}$; $\frac{360}{40}$; $\frac{480}{45}$; $\frac{600}{50}$
4		$\frac{480}{60}$; $\frac{600}{60}$	4		$\frac{480}{60}$; $\frac{600}{60}$

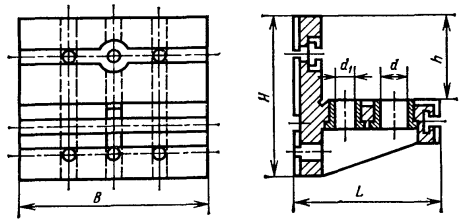
18. Угольники крепежные (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H
2	1	90—210	60	120 –240
3		120—180	120—240	210—360
4		180—360	180—240	360—600
2	2	45—60	30	60—90
3		60—90	45—60	120—240
4		120	120	180—240
3	3	120—180	60	180—420

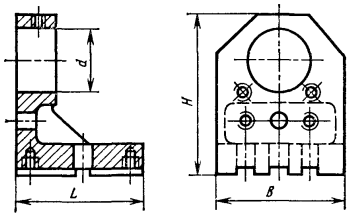
Примечания: 1. Серия 2, тип 1 — размеры L, B и H кратны 60 мм.
2. Серия 3, тип 1 — размеры L, B и H кратны соответственно 60, 30, 90 мм.
3. Серия 2, тип 2 — размеры L и H кратны соответственно 15 и 30 мм.
4. Серия 3, тип 2 — размеры L, B, H кратны соответственно 30, 15 и 60 мм.
5. Серия 4, тип 2, размер H кратный 60 мм.
6. Серия 3, тип 3, размеры L и H кратны 60 мм.

19. Угольники токарные (размеры, мм)



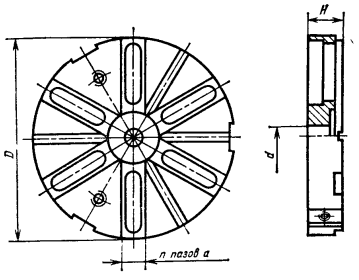
Серия	L	B	H	h	d	d_1
3	155 180	180 240	120	70	26	18
4	220	300	150	60	26	18

20. Угольники расточные с установочными отверстиями (размеры, мм)



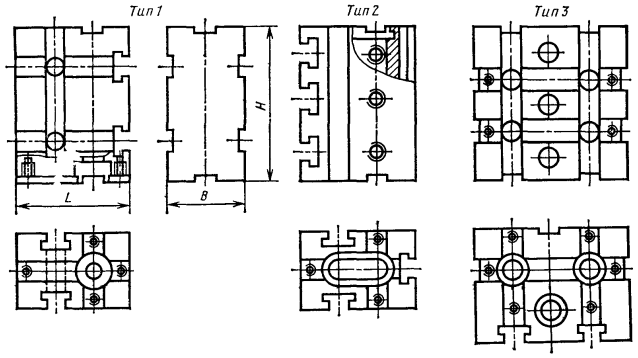
Серия	L	B	H	d
2	30	22,5	30,0; 37,5	8
	45	30,0	40,0; 55,0; 70,0	12
3	60	45,0	60,0; 75,0; 90,0;	18
		60,0	80,0; 85,0	26; 35
		90,0	120,0	45
4	120	120, 0 180,0 240,0	180 0 240,0 300,0	90 120 150

21. Диски кондукторные серии 3 (размеры, мм)



D	H	d	a	n (число пазов a)
200	19	26	30	4
250	25		45	4; 6
360	25			6; 8
				10

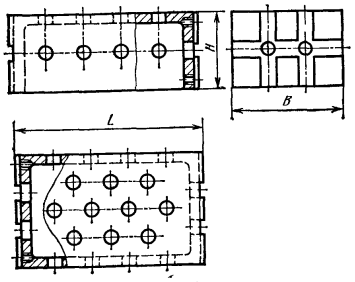
22. Опоры прямоугольные (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H
2	1	45	30	30—90
4		90	60	120—180
		120	90	120—240
2	2	45	30	30—90
3		60	45	40—120
		60	60	40—120
		90	60	40—120
2	3	35; 45	30	30
4		90	60	60
		120	90	120—240
		120	120	120—240

Примечание. Размер *H* для серии 2 кратный 30 мм; для серии 3 — 40 мм и для серии 4 — 60 мм.

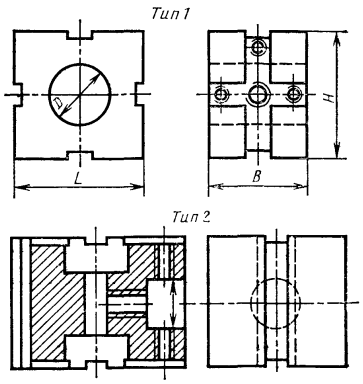
23. Опоры прямоугольные (размеры, мм)



Серия	B	H	L
2	45	30	90—180
3	60	45	90—480
	90	60	
	60		120—480
4	120		180—240
		90	180—360

Примечание. Размер *L* для всех серий кратный 30 мм.

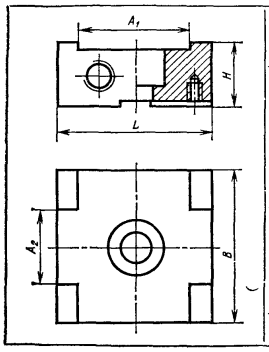
24. Опоры прямоугольные с установочным отверстием (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H	D
2	1	30—45	30—45	30—45	12; 18; 26
3		60—180	45—60	30—120	18; 26; 35; 45; 58
4		180	60	90—120	70; 90
2	2	30—45	30	30—45	8; 12
3		60—90	45—60	30—50	12; 18
4		90—120	60	50—60	26; 35

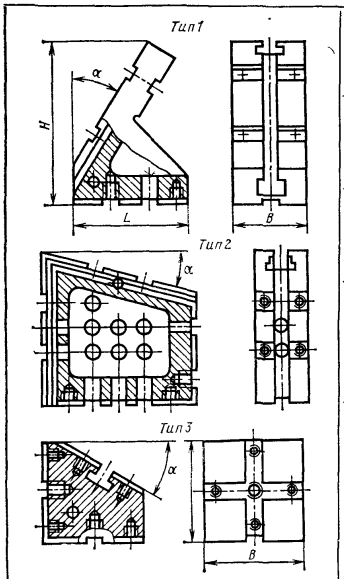
Примечания: 1. Серия 2, тип 1 — размеры *L*, *B* и *H* кратны соответственно 15, 15 и 10 мм; тип 2 — размеры *L* и *H* кратны соответственно 30 и 5 мм.
2. Серия 3, тип 1 — размеры *L*, *B*, *H* кратны соответственно 30, 15 и 10 мм.
3. Серия 4, тип 1 — размеры *L*, *B*, *H* кратны соответственно 60, 60 и 30 мм; тип 2 — размеры *L* и *H* кратны соответственно 30 и 10 мм.

25. Опоры прямоугольные с направляющим пазом (размеры, мм)



Серия	L	B	H	A_1	A_2
2	30	22,5	9 13	12	15
		30	9 18	15	22,5
	45	30	18	30	
3	60	60	20	45	30
		45		30	
	90	60	25	45	45
4	120	90	35	60	60

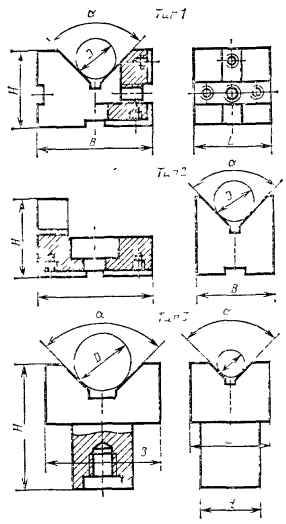
26. Опоры угловые (размеры, мм)



Серия	Тип	α	L	B	H
2	1	2°30′—45°	45	30	62—80
3			90	60	110—145
4	2	15° 30° 45°	180,0	60	180
2	3	2°30′—45°	30,0	30	30
3			60,0	60	60

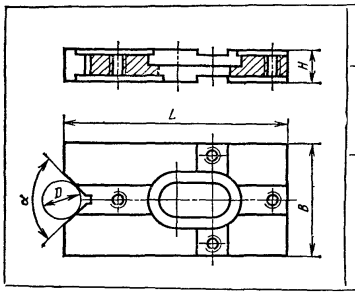
Примечание. В сериях 2 и 3 угол α кратный 2°30′. Серии 2 и 3 имеют два исполнения — правое и левое.

27. Призмы опорные (размеры, мм)



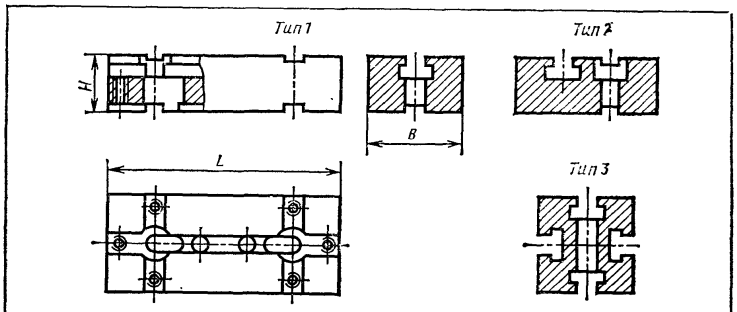
Серия	Тип	Диаметр заготовки D	d	α, °	L	B	H
2	1	7—22 11—30	—	90	22,5	30	30
3		9—60 50—100		90	45,0	60 60	45 60
		18—55 21—145		120	45,0	60 90	45 60
4		45—110 45—200		90 120	60,0	120 180	60 90
2	2	2—7 5—14		90	30,0	22,5	20; 25; 30; 40 30; 45
3		9—23			45,0	30 45 60 75	30 40 45 65
		18—55 21—70 30—90			52,5		
					60,0		
2	3	7—22	8		15,0	22,5	35
3		10—22	12		20,0	30	54
		22—70	26		40,0	60	98

28. Призмы подкладные (размеры, мм)



Серия	Диаметр заготовки D	α, °	L	B	H
2	5—17	90	45	22,5	10; 15
	7—22			30,0	
	11—36		60		
3	9—28		90	45	10; 20
	18—55			60	
	25—70				
	12—65	120		45	
	18—95			60	

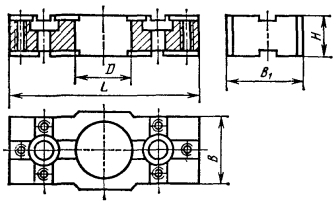
29. Планки соединительные (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H
2	1	120—360	30	20
		120—480	45	
	2	90—240		
	3	90—600		30
3	1	150—600		30
		90—120	60	
	2	180—420	90	
	3	120—960	60	45; 60
4	1	120—540	60	40
	2	360—960	90	45

Примечание. Размер L, кратный 30 мм.

30. Планки соединительные с установочным отверстием (размеры, мм)



Серия	D	L	B	H	B_1
2	12	90	30,0	15,0	—
	8	90—150	22,5	12,5	
	12	120—180	30,0	15,0	
3	18	120—240	45,0	20,0	—
	26	150—300			
	35	240—360			
	45	240—480	60	25,0	75
	58			30,0	90
4	26	120—300	60	30	—
	35	180—300			
	70	360—480		40	100
	90	360—600			120

Примечание. Серии 2 и 3, размер L, кратный 30 мм. Серия 4, с установочными отверстиями 26 и 35 мм, размер L — кратный 60 мм, с установочным отверстием 70 мм и 90 мм, размер L — кратный 120 мм.

ступенчатых — в табл. 35, центров — в табл. 36, штырей — в табл. 37.

Прижимные детали служат для закрепления обрабатываемой детали в приспособлении. Размеры прихватов плоских (типы 1 и 2), ступенчатых (тип 3) и Г-образных (тип 4) приведены в табл. 38.

Крепежные детали служат для соединения элементов приспособлений и для закрепления обрабатываемых деталей. Исполнительные размеры болтов пазовых, болтов пазовых быстросъемных, шпилек, гаек шестигранных и гаек круглых приведены в табл. 39—43.

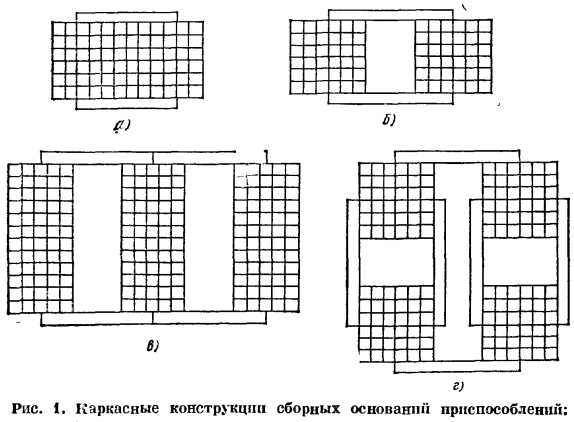
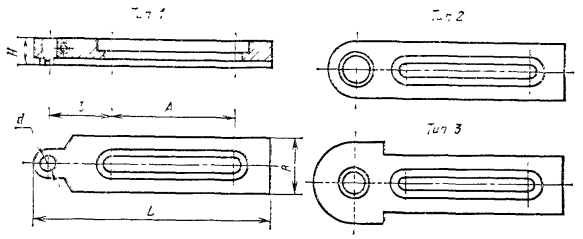


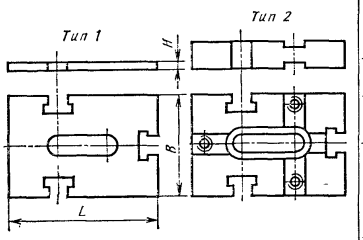
Рис. 1. Каркасные конструкции сборных оснований приспособлений: *а* и *б* — из двух плит; *в* — из трех плит; *г* — из четырех плит

31. Кондукторные плиты с угловым отверстием (размеры, мм)



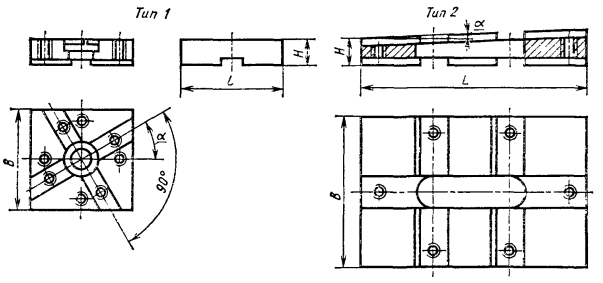
Серия	Тип	L	B	H	A	d	l
2	1	55,0 75,0 90,0	15,0	8; 10	15 35 50	6	17; 20
		80,0 100,0 120,0	22,5	12,5; 15,0	38 45 65	6; 8	22 35
3		80,0 100,0 120,0	22,5	15,0	30 40 50	12	26 36 46
		90,0 120,0 150,0	30,0	17,5	30 45 60	12	28,5 43,5 58,5
		102,5 117,5 135,5 165,5	45,0	20,0	22,5 40,0 60,0	18	37,5 52,5 30,0 60,0
4		95,0 110,0 140,0	60,0	30,0	— 30,0	26	45,0 60,0 90,0
2	2	55,0 75,0 90,0 105,0	15,0	12,0	12,5 32,5 35,5 50,0	8	20,0 32,0
3		112,5 142,5 172,5 202,5	45,0	20,0	20,0 30,0 60,0 90,0	26	40,0 60,0
		150,0 180,0 210,0 240,0	60	25	30,0 60,0 90,0	35	60,0 90,0
4		120,0 150,0 180,0	60,0	30	— 30,0 60,0	35	60 90 120
		125,0 155,0 185,0			— 30,0 60,0	45	60 90 120
3	3	146,0 176,0 206,0	45,0	25	30,0 60,0 90,0	35	60
		152,0 182,0 212,0		30	30,0 60,0 90,0	45	

32. Прокладки прямоугольные (размеры, мм)



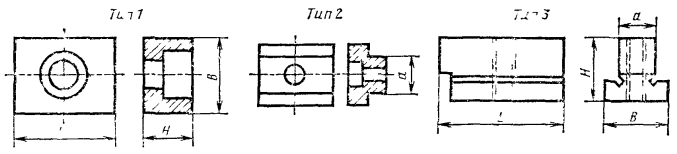
Серия	Тип	L	B	H
2	1	30 45	30	1,0—5,0
		60		
3		60; 90	60	
4		120	90	
2	2	30	30	8,0; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0
		45		
3		60	60	
		90		
4		120	90	

33. Прокладки прямоугольные угловые (размеры, мм)



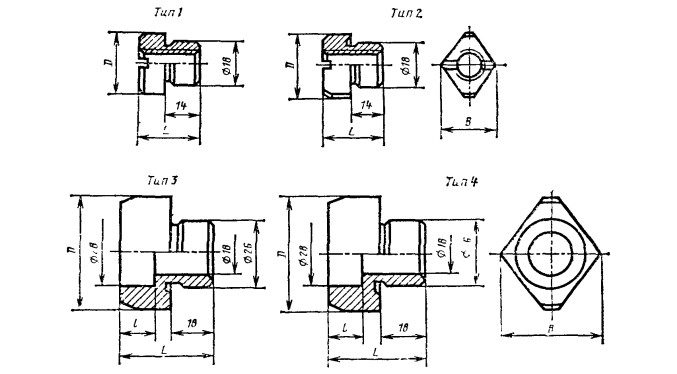
Серия	Тип	L	B	H	α
3	1	60	60	10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0	15°; 20°; 25°; 30°; 35°; 40°; 45°
2	2	45	30	10	0°10′; 0°15′; 0°20′; 0°30′; 1°; 1°30′; 2°; 2°30′
3		90	60		
4		120		15	

34. Шпонки призматические и Т-образные (размеры, мм)



Серия	Тип	a	B	L	H
2	1	—	8	7,0; 9,5; 12,0; 15,0; 20,0	4,5; 6,0; 8,0
3		—	12	13,0; 20,0	5,0; 8,0; 10,0
4		—	16	13,0; 17,0; 22,0	5,0; 7,0; 9,0; 12,0
2	2	8	12	10,0	5,0
3		12	16	13,0; 30,0	7,0
4				17,0; 22,0	5,5; 7,5
2	3	8	12	15,0	8,0; 10,8; 11,8
				10,0; 30,0	8,0
3		12	18	20,0; 30,0; 45,0	12,5; 15,0; 17,0; 19,0
4		16	23	20,0; 30,0; 45,0	16,5; 21,5; 26,5

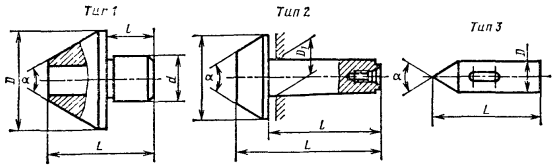
35. Пальцы установочные (размеры, мм)



Продолжение табл. 35

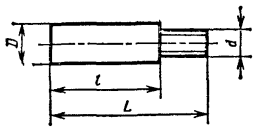
Серия	Тип	D	d	L	l	B
2	1; 2	12—30	M8	24; 29; 34	14	10—26
3		18—30	M12×1,5			14—26
4	3; 4	45—60	—	38; 48; 58	14; 20	40—55

36. Центры (размеры, мм)



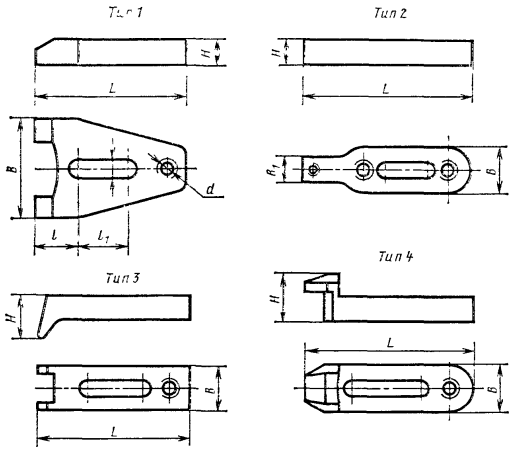
Серия	Тип	L	D	l	D_1	d	α	Конус Морзе
2	1	38 42 48	22 40 60; 80	18	—	18	60	—
	2	94	40; 60	69	17,780	—		2
		116	80; 100	86	23,825	—		3
3		186	140; 180	136	44,399	—		5
4	3	45; 90 120	18	—	—	—		—

37. Штыри установочные (размеры, мм)



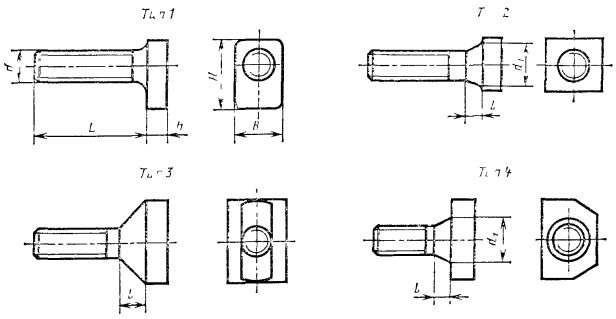
Серия	D	L	l	d
2	6	35 65 95	20 50 80	M6
	8;12	35 65 95	20 50 80	M8
3	12; 18; 26	65 95 115	50 80 100	M12

38. Прихваты (размеры, мм)



Серия	Тип	L	B	H	l_1	l	d	b	b_1
2	1	40 50 60	25 35 60	6 8 10	10 15	14 20 25	M6 M8	6,4 8,4	—
3	1	80 90 100	40 60 80	16 18	20 25 30	30 35 40	M12×1,5	13	—
4	1	120 160	90	30	35 70	45	M16	18	—
2	2	55 90 110	15 25 28	6 10 12	10 25 35	27 40 45	M6 M8	6,4 8,4	8 10 15
3	2	140 175	35 40	18 22	45 75	60 65	M12×1,5	13	18 20
4	2	250	50 70	30 40	150 130	50	M16	18 28	25 40
2	3	65 75	18 28	14 20	25	22 25	M6 M8	6,4 8,4	—
3	3	65 90	35	22 26	12 25	20 30	M12×1,5	13	—
4	3	125 160 250	45 70	45 50 80	20 50 75	60 105	M16	18 28	—
2	4	40 50 70	15 20 25	11 14 18	12 15 25	12 15 20	M6 M8	6,4 8,4	—
3	4	50 110	30 40	28 35	20 25	30 45	M12×1,5	13	—

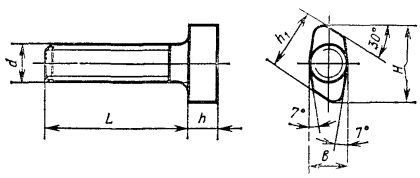
39. Болты пазовые (размеры, мм)



Серия	Тип	d	L	B	H	h	d_1	l
2	1	M8	14—40 90—180	12	20	4	—	—
3	1	M12×1,5	14—90 90—300	13	28	7	—	—
4	2	M16	40—90 90—300	24	24	8	17,5	5
4	3	M16	40—90 90—400	24	36	8	—	10
3	4	M12×1,5	27	20	25	7	15	6
			20—40	24	35	9	18	7

Примечание. Во всех сериях размеры L до 90 мм — кратные 5 мм, свыше 90 мм — кратные 10 мм.

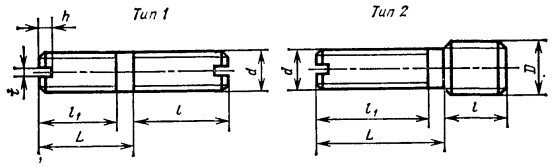
40. Болты пазовые быстросъемные (размеры, мм)



Серия	d	L	B	H	h	h_1
2	M8	25—65	7,8	18	4	14
3	M12×1,5	25—80 100—120	11,8	24	7	20

Примечание. Размеры L до 80 мм — кратные 5 мм, свыше 100 мм — кратные 10 мм.

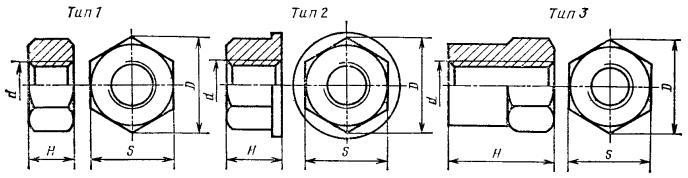
41. Шпильки (размеры, мм)



Серия	Тип	d	D	L	l	l_1	t	h
2	1	M6 M8	M16	40—90 40—130	30	20; 30 40; 50	0,8 1,2	2,0 2,5
3	1	M12×1.5	M16	50—90 100—200	30	40 60	2,0	3,5
4	1	M16	M16	100—300	40	80	2,0	4,5
4	1	M24	M16	100—600	50	100	3,0	5,0
3	2	M12×1,5	M16	40—75 80—90 100—300	20	40—75 80	2,0	3,5

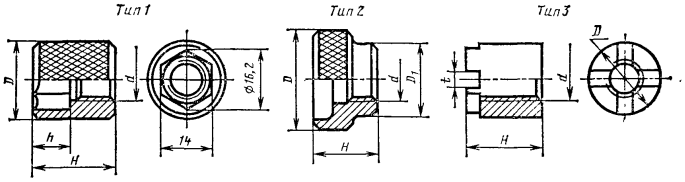
Примечание. Размеры L до 90 мм — кратные 5 мм, свыше 100 мм — кратные 10 мм; размеры l_1 (тип 2) — кратные 5 мм.

42. Гайки шестигранные (размеры, мм)



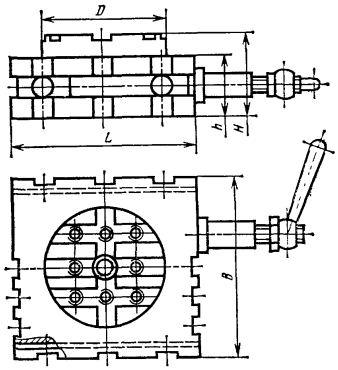
Серия	Тип	d	D	H	S
2	1	M6 M8	11,5 16,2	4 5	10 14
2	1	M6	11,5	10	10
2	2	M8	16,2	12	14
2	3	M8	16,2	22	14
3	1	M12×1,5	21,9	7 30	19
3	2	M12×1,5	21,9	18	19
4	1	M16	25,4	26	22
4	2	M16	25,4	12 17	22
4	2	M24	41,6	36	36

43. Гайки круглые (размеры, мм)



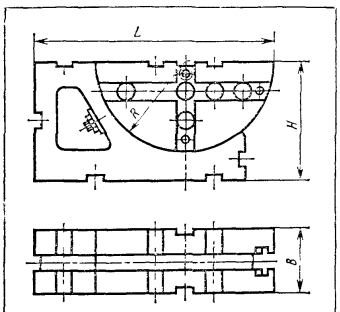
Серия	Тип	d	D	D_1	H	h	t
2	1	M8	14	—	15	8	—
3	1	M12×1,5	22	—	25	11	—
3	2	M12×1,5	40	24	35	—	—
2	3	M8	14	—	7; 14	—	3
3	3	M12×1,5	22	28	10 20	—	4

44. Головки поворотные (размеры, мм)



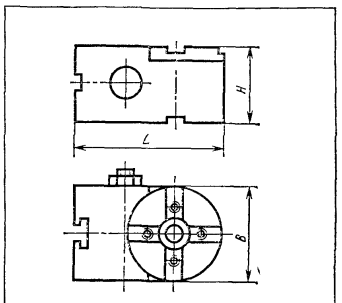
Серия	L	B	H	D	h
2	60	90	42	60	30
2	120	120	60	90	45
3	180	180	80	120	60
3	240	240	115	180	90
4	300	480	135		

45. Кронштейны неповоротные (размеры, мм)



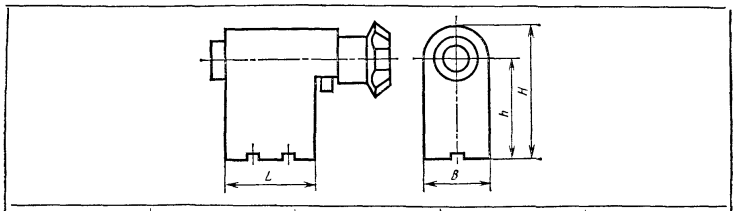
Серия	L	B	H	R
2	120 160	30	60 90	45 60
3	240 300	60	120 180	90 120
4	480	120	240	180

46. Опоры неповоротные (размеры, мм)



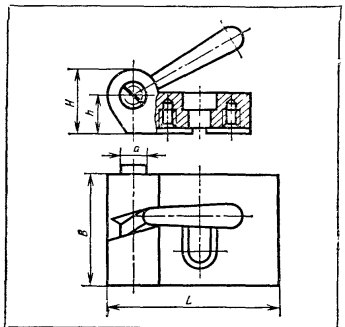
Серия	L	B	H
2	45	30	30
3	90	60	45

47. Бабки центровые (размеры, мм)



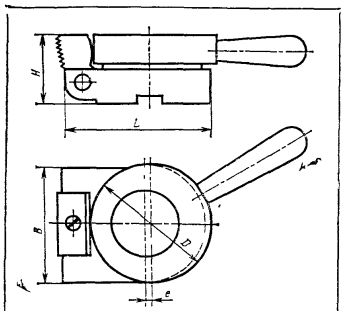
Серия	L	B	H	h
2	45	30	41,0	30
3	60	45	75,0	60
	90	60	112,5	90
	120	90	150,0	120
4	180	120	300,0	180

48. Фиксаторы (размеры, мм)



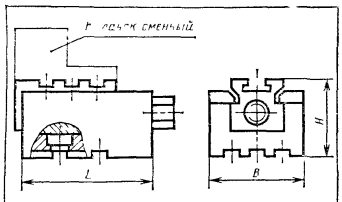
Серия	d	L	B	H	h
2	6 8	38,0 57,0	30 45	23 27	15
3	12	75,0	60	30	
		110,0	90	40	20
	16			50	30

49. Зажимы эксцентриковые (размеры, мм)



Серия	L	B	H	D	e
2	41,5	30	22	36	1,5
	55,5	45	26	46	2
3	75,0	60	35	60	2,5

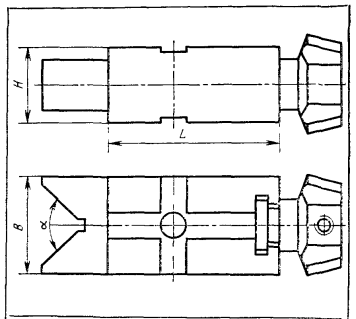
50. Зажимы кулачковые (размеры, мм)



Серия	L	B	H
2	60	45	42
			45
3	90	60	50
	105	75	60
	120	120	70
4	180		120

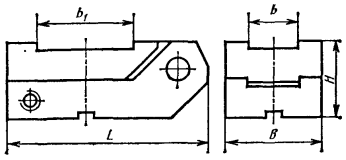
Примечание. Кулачки сменные служат для закрепления плоских и цилиндрических деталей.

51. Призмы подвижные (размеры, мм)



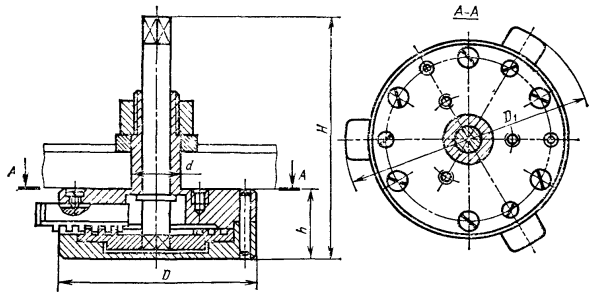
Серия	L	B	H	α, °
2	55	30	21	90
3	80	45	35	
	90	60	40	
		90	45	120

52. Планки шарнирные (размеры, мм)



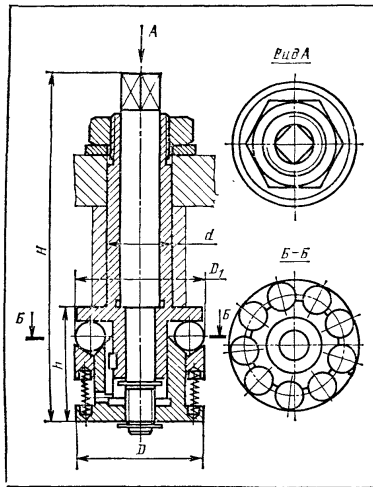
Серия	L	B	H	b	b_1
2	44,0 58,5	30	30	15 22,5	15 30
3	82,5	45	40	30	45
	81,5	60	45	45	45
4	120,0	90	65	60	60

53. Головки самоцентрирующие для круглых кондукторов со спирально-реечным механизмом серии 3 (размеры, мм)



D	H	h	Диапазон центрирования D_1	d
65	130	30	65—85	26
			85—105	
105		32	105—150	
150	135	38	150—240	
240			240—320	

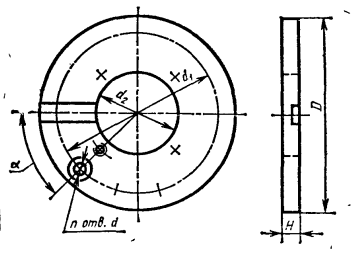
54. Головки самоцентрирующие шариковые для круглых кондукторов серии 3 (размеры, мм)



D	Диапазон центрирования D_1
45	45—50
50	50—55
55	55—60
60	60—65

Примечание. Размеры H = 142 мм; h = 46 мм; d = 26 мм.

55. Диски делительные (размеры, мм)



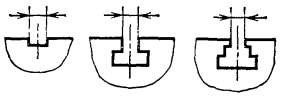
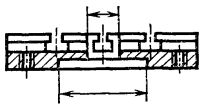
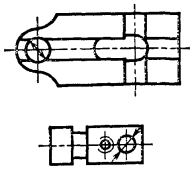
Серия	D	H	d	d_1	d_2	α_s °	n (число отверстий d)
2	105; 135	8	6	90; 120	60	45	15 18 20 24
	190; 255	11	8	170; 230	90		15 18 20 24 36
	330	11	8	300	90		15 20 36 48
3	255; 335; 375; 495; 615	20	12	210; 300; 340; 460; 580	120; 180		15 18 20 24 36 48 72
4	480; 600	25	16	360; 480	180	25	24

56. Материалы деталей и сборочных единиц УСП

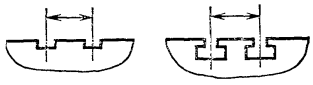
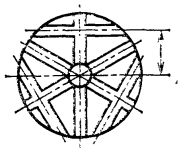
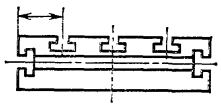
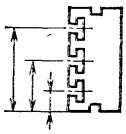
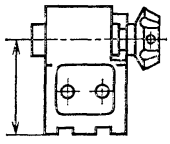
Группа	Сталь	ГОСТ	*HRC*
Детали базовые: плиты прямоугольные и круглые, угольники	12ХН3А	4543—71	57—63
Детали корпусные: опоры, проставки, призмы, угловые опоры, угольники, планки	12ХН3А	4543—71	57—63
опоры облегченные: прокладки толщиной 1—5 мм	20Х 65Г	4543—71 1050—74	57—63 57—67
Установочные детали: пальцы, центры, штыри	У8А	1435—74	55—59
Прижимные детали: прихваты, планки	20	1050—74	53—57
Крепежные детали: болты, шпильки, гайки, шпонки	38ХА 40Х	4543—71	40—44
Детали разного назначения: шайбы, вилки, заглушки, рукоятки	45	1050—74	40—42
Основные детали сборочных единиц	20Х	4543—71	57—63

Примечание. Детали, изготовляемые из сталей 12ХН3А и 20Х, цементируются на глубину 0,8—1,2 мм с последующей закалкой.

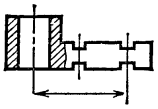
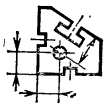
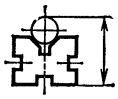
57. Поля допусков размеров деталей и сборочных единиц УСП

Наименование размера	Поле допуска	Применение
Ширина П- и Т-образных пазов 	*H7*	Детали и сборочные единицы
Диаметр базового отверстия 		Плиты, базовые и делительные диски
Диаметр установочного отверстия 	*H6*	Кондукторные планки
		Угольники, соединительные проставки и ступенчатые планки

Продолжение табл. 57

Наименование размера	Поле допуска	Применение
Диаметр фиксирующих отверстий	*H7*	Делительные диски
Шаг между П- и Т-образными пазами 		Детали и сборочные единицы
Ширина шпонок	*h6*	—
Расстояние от оси детали до оси паза 	*H7*	Круглые плиты, двусторонние планки с установочным отверстием
Расстояние от боковой базовой поверхности до оси паза 	$\frac{js7}{js8}$ от 14 до 50 мм; $\frac{js6}{js8}$ от 50 до 500 мм	Плиты, базовые угольники, планки
Расстояние от базовой поверхности до оси паза 		Опоры, установочные угольники
Расстояние от базовой поверхности до оси центров 		Центровые балки

Продолжение табл. 57

Наименование размера	Поле допуска	Применение
Расстояние от базовой поверхности до оси установочного отверстия	j_s7 от 14 до 50 мм; j_s6 от 50 до 500 мм	Угольники с установочным отверстием
Расстояние от оси пазов до оси установочного отверстия 		Проставки, планки
Расстояние от базовой поверхности до оси координирующего отверстия 		Угловые опоры
Расстояние от базовой поверхности до образующей контрольного валика 		Угловые опоры, подкладки, призмы
Диаметр установочных деталей	$g6$	Штыри, установочные пальцы, валики, центры, установочные диски
Угол между поверхностями (плоскостями, пазами, отверстиями) с шероховатостью не ниже $Ra = 0{,}63$ по ГОСТ 2789—73	$AT7$	Круглые плиты, угловые подкладки и опоры, делительные диски
Длина	j_s6	Прокладки, подкладки, планки, опоры, призмы, проставки
	j_s8	Облегченные опоры

Продолжение табл. 57

Наименование размера	Поле допуска	Применение
Длина	$h9$	Установочные угольники, угольники с установочным отверстием, угловые подкладки, ступенчатые планки
Ширина	j_s6	Подкладки, прокладки, призмы, проставки, планки, установочные угольники
	$g6$	Кондукторные планки
	$h9$	Угольники с установочным отверстием
Высота	j_s6	Подкладки, опоры, проставки, планки
	j_s9	Прямоугольные прокладки
	$H8$	Плиты
	$h9$	Установочные угольники, ступенчатые планки

Примечания: 1. Длину и ширину плит указывают в рабочих чертежах как справочные размеры.

2. Поля допусков размеров, не указанных в таблице, должны соответствовать: диаметров отверстий — $H14$, диаметров валов — $h14$ и высот — $H14$, $h14$; прочих размеров $\pm\frac{JT14}{2}$; углов $\pm\frac{AT16}{2}$.

3. Поля допусков метрической резьбы $8g/7H$ — по ГОСТ 16093—81.

4. Поля допусков трапецеидальной резьбы — $8g/8c$ — по ГОСТ 9562—81.

5. Поля допусков деталей гидравлических устройств, работающих в сопряжении с резиновыми кольцами круглого сечения — по ГОСТ 9833—73.

58. Допуски формы и расположения поверхностей

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Отклонение формы и расположения поверхностей с шероховатостью $Ra \leqslant 0{,}63$ мкм по ГОСТ 2789—73	5-я степень точности, ГОСТ 24643—81
Допуск радиального биения поверхностей дна канавок под уплотнительные резиновые кольца круглого сечения относительно наружной поверхности в деталях гидравлических устройств	По ГОСТ 9833—73
Допуск перпендикулярности оси отверстия ушек, вилок и шарнирных болтов относительно оси детали	12-я степень точности, ГОСТ 24643—81
Допуск перпендикулярности оси резьбовых отверстий М8; М12×1,5 и М16 основной крепежной резьбы;	0,5 мм на длине 100 мм
М3, М4, М5 и отверстий М8 в деталях с пазами 16 мм	2,0 мм на длине 100 мм

Продолжение табл. 58

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Позиционное отклонение осей резьбовых отверстий М8, М12×1,5 и М16 основной крепежной резьбы, для крепежных шпонок	0,2 мм 0,10 мм
Позиционное отклонение осей гладких отверстий для крепежных деталей	0,2 мм

Сборочные единицы служат для ускорения сборки компоновок УСП. Они позволяют получать наиболее рациональные и компактные конструкции приспособлений. В эту группу входят устройства поворотные (табл. 44—46), бабки центровые (табл. 47), фиксаторы (табл. 48), зажимы эксцентриковые (табл. 49), зажимы кулачковые (табл. 50), призмы подвижные (табл. 51), планки шарнирные (табл. 52), головки самоцентрирующие со спирально-реечным механизмом (табл. 53) и шариковые головки (табл. 54), диски делительные (табл. 55).

Материалы деталей и сборочных единиц УСП должны соответствовать маркам сталей, указанным в табл. 56.

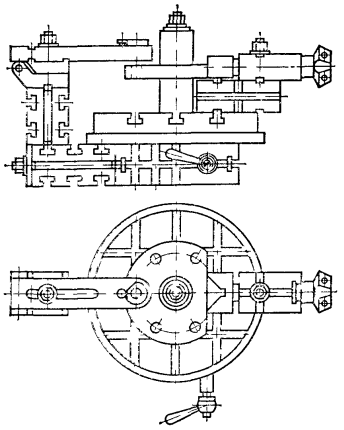


Рис. 2. Кондуктор для сверления пяти отверстий методом единичного деления

Нормы точности деталей и сборочных единиц УСП. Допуски и посадки для гладких элементов основных деталей и сборочных единиц УСП (цилиндрических или ограниченных параллельными плоскостями) выполняются по ГОСТ 25347—82, ГОСТ 25346—82 в соответствии с табл. 57.

Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей деталей и сборочных единиц УСП не должны быть более указанных в табл. 58.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Из деталей и сборочных единиц УСП можно собирать методом агрегатирования различные по конструкции, габаритам и назначению приспособления для сверлильных, фрезерных, шлифовальных, токарных, расточных, контрольных и других работ. Примеры конструкции приспособлений приведены на рис. 2—6.

Настройка кондукторных планок в круглых накладных кондукторах на диаметр окружности расположения обрабатываемых отверстий в зоне делительного диска (рис. 3, *а*) производится по зазору между двумя контрольными валиками.

Необходимый зазор (мм) определяют по формуле

$$B_{\text{н}} = \frac{D_{\text{н}} - (d_{\text{вц}} + d_{\text{вд}})}{2},$$

где $D_{\text{н}}$ — диаметр настройки расположения обрабатываемых поверхностей, мм; $d_{\text{вд}}$ — диаметр валика, вставляемого в центральное отвер-

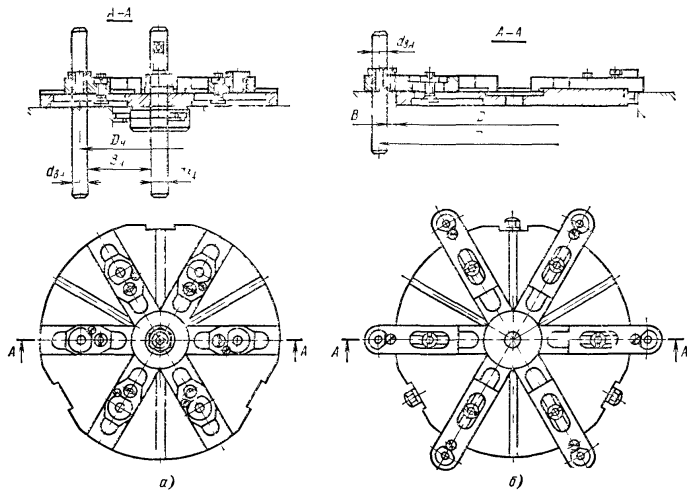


Рис. 3. Накладные круглые кондукторы для сверления шести отверстий:
а — расположенных в зоне делительного диска, *б* — расположенных вне зоны делительного диска

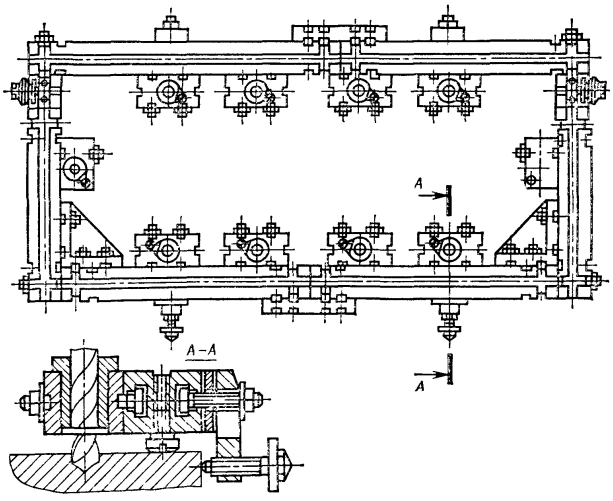
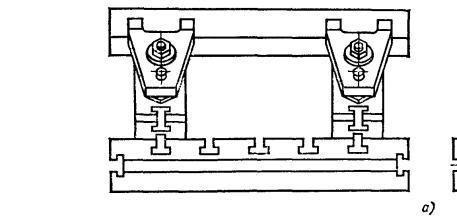
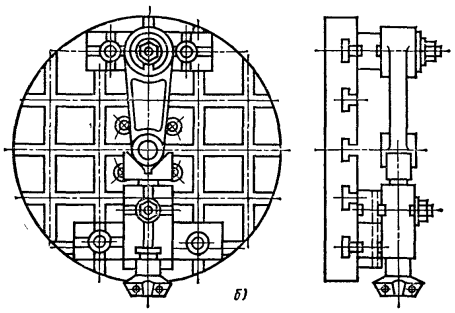


Рис. 4. Накладной кондуктор для сверления десяти отверстий, расположенных в прямоугольных координатах

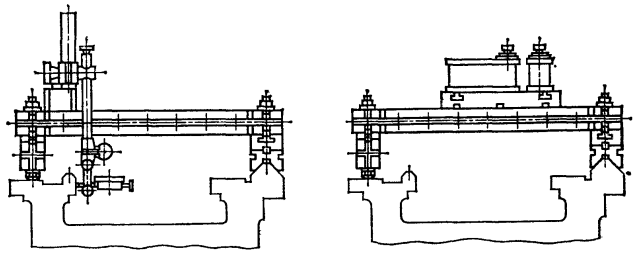


а)



б)

Рис. 5. Приспособления:
а — для фрезерования и шлифования клиновой планки; *б* — для расточки на токарном станке отверстия в рычаге



а)

б)

Рис. 6. Приспособления для контроля:
а — параллельности направляющих станины токарного станка посредством измерительной головки; *б* — положения станины по двум уровням

стие делительного диска, мм; $d_{вн}$ — диаметр валика, вставляемого в отверстие кондукторной планки, мм.

В тех случаях, когда в центральном отверстии делительного диска установлена самоцентрирующая головка, необходимый зазор (мм) определяют по формуле

$$B_{ц}=\frac{D_{н}-(D_{г}+d_{вн})}{2},$$

где $D_{г}$ — наружный диаметр корпуса самоцентрирующей головки, мм.

Настройка кондукторных планок для сверления отверстий вне зоны делительного диска (рис. 3, *б*) производится по формуле

$$B_{н}=\frac{D_{н}-(D_{д}+d_{вн})}{2},$$

где $D_{д}$ — диаметр делительного диска, мм.

СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (СРП)

Сборно-разборные приспособления (СРП) предназначены для компоновки из стандартизованных деталей и сборочных единиц обратимых приспособлений нормальной точности многократного применения.

Стандартизованные детали и сборочные единицы СРП изготавливаются и поставляются заводам-потребителям централизованно. Специальные сменные наладки проектируются и изготавливаются заводами-потребителями для своих нужд. При этом учитываются специфика конкретной обрабатываемой заготовки, особенности ее базирования в компоновке приспособления и т. д.

БАЗОВЫЕ СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Базовые сборочные единицы обеспечивают сопряжение опорной поверхности компоновки приспособления с опорной поверхностью стола станка при определенной пространственной ориентации, а также установку на них всех остальных групп деталей и сборочных единиц.

К группе базовых сборочных единиц относятся прямоугольные и круглые плиты немеханизированные и с гидравлическим приводом, а также угольники.

Прямоугольные немеханизированные плиты (рис. 1, табл. 1 и 2) предназначены для сборки как немеханизированных, так и механизированных компоновок приспособлений. На верхней плоскости плиты нанесены сетка координатно-фиксирующих отверстий *г*, предназначенных для фиксации положения специальных сменных наладок, установочных и других деталей и сборочных единиц СРП. Эти отверстия могут быть использованы в качестве «нулевой точки» при применении компоновок приспособлений на станках с ЧПУ. Для закрепления специальных сменных наладок, установочных, крепежных и других деталей и сборочных единиц, служат Т-образные пазы *д*. Центральное отверстие *ж* предназначено для привязки сетки координатно-фиксирующих отверстий прямоугольной плиты к центральному отверстию стола станков с ЧПУ. Отверстия *з* служат для дополнительного крепления плиты к столу станка. Такое крепление позволяет получить систему, состоящую из стола станка и компоновки приспособления СРП высокой жесткости.

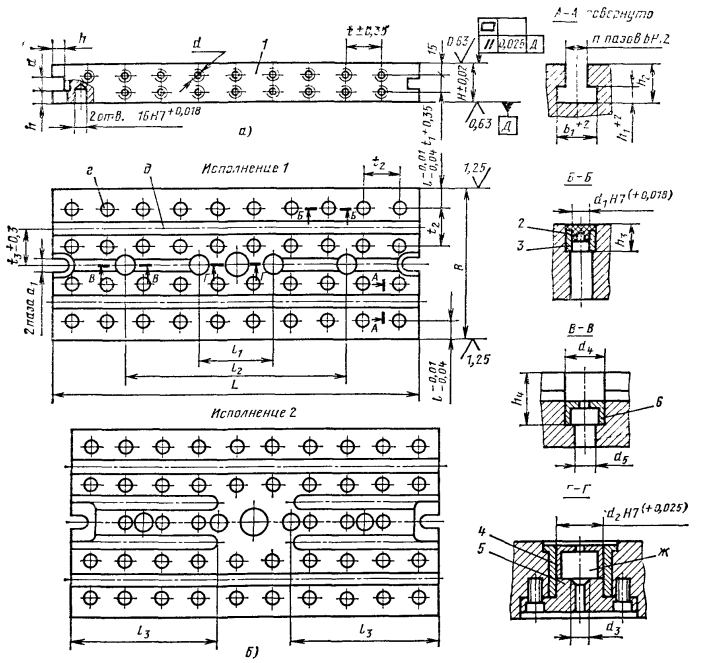


Рис. 1. Немеханизированные прямоугольные плиты СРП:

а — с центральным Т-образным пазом (исполнение *1*): 7081 — 2511, 7081 — 2512, 7081 — 2513, 7081 — 2521 (*1* — корпус плиты; *2* — заглушка координатно-фиксирующего отверстия; *3* — втулка; *4* — заглушка центрального отверстия, *5* — съемный фланец; *6* — заглушка отверстия для дополнительного крепления плиты к столу станка); *б* — без центрального Т-образного паза (исполнение *2*): 7081 — 2522, 7081 — 2523

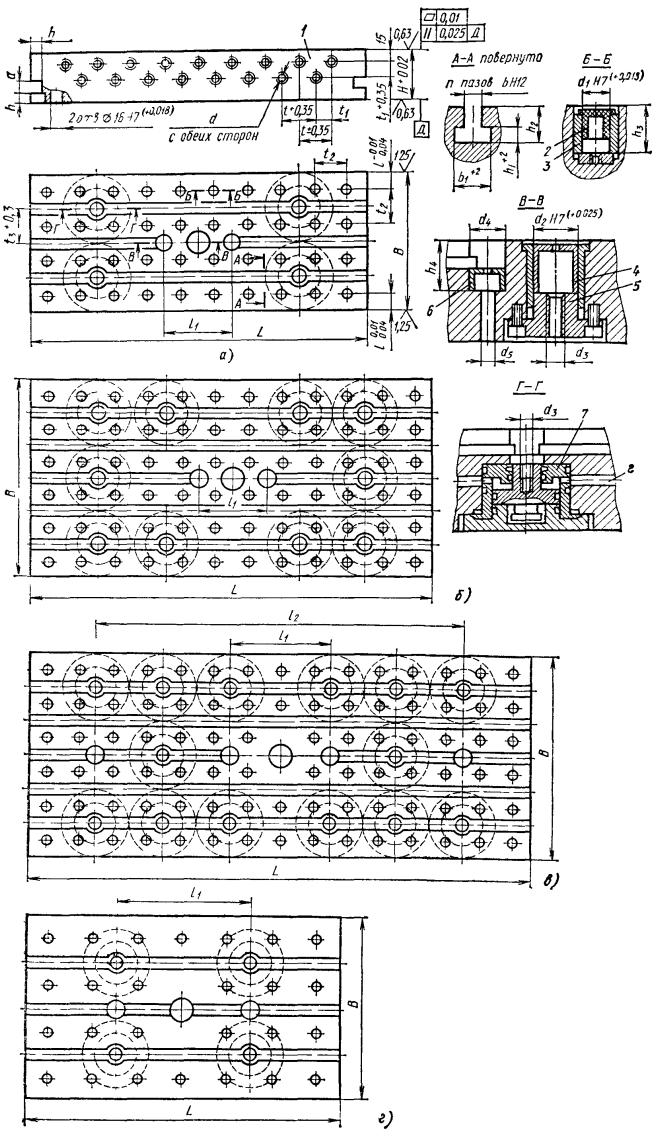
1. Обозначение прямоугольных плит немеханизированных и прямоугольных плит с гидравлическим приводом СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Плита прямоугольная немеханизированная	7081—2511 7081—2512 7081—2513	7081—2521 7081—2522 7081—2523
2	Плита прямоугольная с гидравлическим приводом	7021—0351 7021—0352 7021—0353	7021—0356 7021—0357 7021—0358

Примечание. Типы и основные размеры прямоугольных немеханизированных плит и прямоугольных плит с гидравлическим приводом СРП по ГОСТ 21676—76, технические требования — ГОСТ 21690—76.

Прямоугольные плиты с гидравлическим приводом (рис. 2, табл. 2) предназначены для сборки механизированных компоновок приспособлений. От немеханизированных прямоугольных плит они отличаются наличием встроенных в корпус плиты *1* гидроцилиндров *7*. Масло от источника давления (гидростанции или пневмогидропреобразователя) подводится к соответствующей полости гидроцилиндров через каналы *г*.

Плита может работать с любым числом из имеющихся встроенных гидроцилиндров. Штоки гидроцилиндров, не участвующие в работе, отключаются специальным замковым устройством, которым снабжен каждый гидроцилиндр. Перед отключением шток необходимо переместить



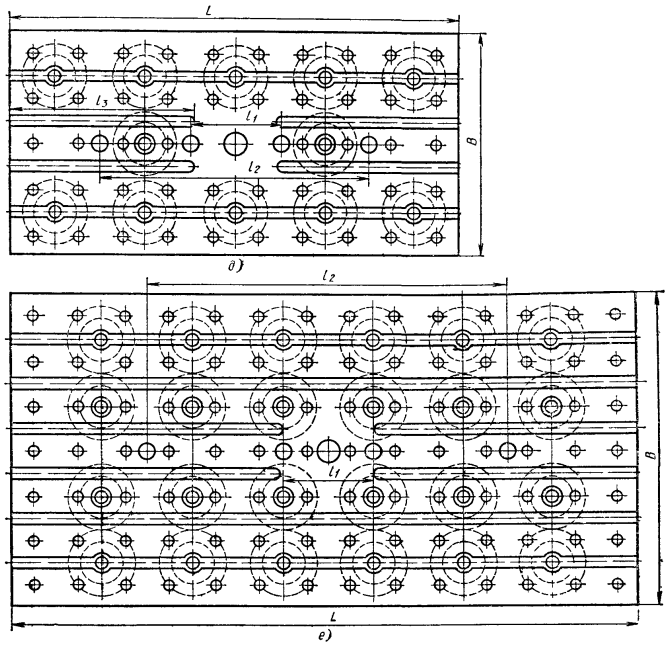


Рис. 2. Прямоугольные плиты СРП с гидравлическим приводом:

а — 7021 — 0351 (*1* — корпус плиты, *2* — заглушка координатно-фиксирующего отверстия; *3* — втулка, *4* — заглушка центрального отверстия, *5* — съемный фланец, *6* — заглушка отверстий для дополнительного крепления плиты к столу станка, *7* — гидроцилиндр), *б* — 7021 — 0352, *в* — 7021 — 0353, *г* — 7021 — 0356, *д* — 7021 — 0357, *е* — 7021 — 0358

в крайнее нижнее положение и повернуть на 90° по часовой стрелке.

Техническая характеристика встроенных гидроцилиндров прямоугольных плит СРП с гидравлическим приводом

Рабочее давление, МПа	10
Усилие, Н	
тянущее	2500
толкающее	3000
Ход, мм	8
Расход масла, см³	30

Преимущество механизированных компоновок приспособлений на базе прямоугольных плит с гидравлическим приводом по сравнению с компоновками приспособлений на базе немеханизированных плит заключается в том, что магистрали гидропривода (шланги высокого давления или металлический трубопровод) не выступают над рабочей поверхностью плиты. Это облегчает условия установки и съема обрабатываемых деталей и уборку стружки. Снижается также время на сборку компоновки приспособления, так как в большинстве случаев требует подключения меньшего числа точек (не более двух) к источнику питания гидрожидкостью. К недостаткам прямоугольных плит с гидравлическим приводом следует отнести сравнительно ограниченную возможность создания на их базе компоновок приспособлений для

2. Прямоугольные плиты с гидравлическим приводом (см. рис. 2) и прямоугольные немеханизированные плиты (см. рис. 1) СРП (размеры, мм)

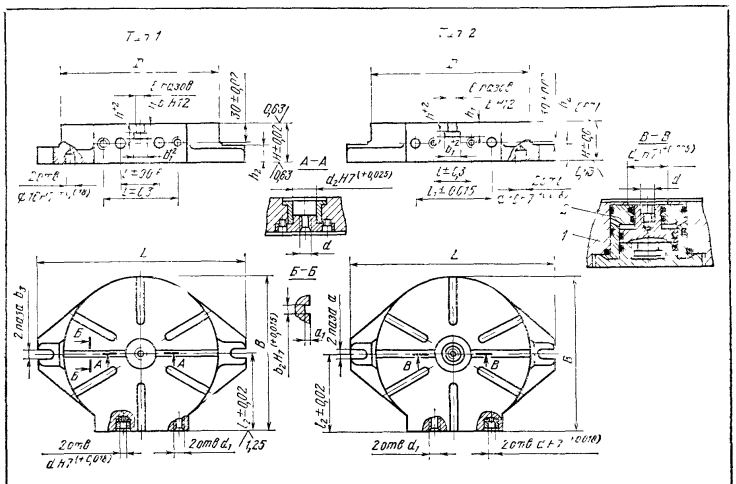
Показатель	7021—0351 (7081—2511)	7021—0352 (7081—2512)	7021—0353 (7081—2513)	7021—0356 (7081—2521)	7021—0357 (7081—2522)	7021—0358 (7081—2523)
Исполнение	1	1	1	1	2	2
Размеры Т-образного паза:						
b	14	14	14	18	18	18
b_1	23	23	23	30	30	30
h_1	9	9	9	12	12	12
h_2	23	23	23	30	30	30
l	—	—	—	—	330	490
Число Т-образных пазов, n	4	6	6	3	6	8
Шаг между осями Т-образных пазов l_3	60	60	60	80	80	80
Диаметр координатно-фиксирующих отверстий d_1	12	12	12	16	16	16
Глубина координатно-фиксирующего отверстия h_3	14	14	14	20	20	20
Шаг между осями координатно-фиксирующих отверстий l_2	60	60	60	80	80	80
Расстояние от торцов плиты до осей ряда координатно-фиксирующих отверстий l	30	30	30	40	40	40
Диаметр резьбовых отверстий d	M12	M12	M12	M16	M16	M16
Шаг между осями резьбовых отверстий l	60	60	60	80	80	80
Расстояние между рядами резьбовых отверстий l_1	30	30	30	35	35	35
Диаметр центрального отверстия d_2	40*H*7	40*H*7	40*H*7	50*H*7	50*H*7	50*H*7
Диаметр центрального резьбового отверстия d_3	M12	M12	M12	M16	M16	M16
Диаметры отверстий для дополнительного крепления плиты к столу станка d_4	32	32	32	40	40	40
Глубина отверстий для дополнительного крепления плиты к столу станка h_4	42	38	42	56	26	26
Расстояние между отверстиями для дополнительного крепления плиты к столу станка:						
l_1	120	120	180	240	160	160
l_2	—	—	660	—	480	640
Высота полки h	20	20	20	25	25	25
Ширина паза:						
a	22	22	22	25	25	25
a_1	14	14	14	18	18	18
Габаритные размеры:						
длина L	600	710	900	560	800	1120
ширина B	240	360	360	320	400	560
Высота плит* H	90 (60)	90 (60)	90 (60)	90 (65)	90 (65)	90 (65)
Масса*, кг	95 (65)	160 (110)	210 (140)	115 (85)	200 (137)	380 (270)

* Данные, приведенные в скобках, относятся к немеханизированным плитам.

Примечания: 1. Предельные отклонения размеров между осями: двух любых координатно-фиксирующих отверстий, лежащих в одной плоскости, ± 0,015 мм, центрального отверстия и любого координатно-фиксирующего отверстия ± 0,015 мм.

2. Предельное отклонение от перпендикулярности осей координатно-фиксирующих отверстий к плоскости угольника 0,006 мм.

3. Круглые немеханизированные плиты и круглые плиты с гидравлическим приводом СРП (размеры, мм)



Показатель	7081—2501 (7021—0361)	7081—2502 (7021—0362)	7081—2506 (7021—0366)	7081—2507 (7021—0367)
Диаметр плиты D	250	320	320	400
Размеры Т-образного паза:				
b	14	14	18	18
b_1	23	23	30	30
h	9	9	12	12
h_1	23	23	30	30
Диаметр отверстий:				
d	12	12	16	16
d_1	M12	M12	M16	M16
d_2	40	40	50	50
Расстояние между отверстиями:				
l	120	120	80	80
l_1	60	60	160	160
Расстояние от начадочной плоскости до оси центрального отверстия l_2	125	160	160	200
Размеры П-образного паза:				
a_1	4	4	5	5
b_2	8	8	10	10
Высота полки h_2	30	30	30	30
Ширина паза b_3	14	14	18	18
Габаритные размеры:				
длина L	330	400	420	500
ширина B	250	320	320	400
Масса, кг	28 (24)	37 (38)	45 (46)	63 (62)

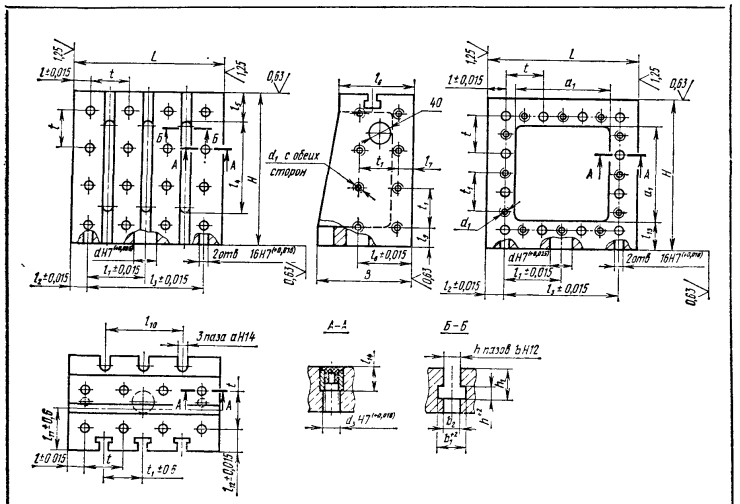
Примечание. Высота H для плит, обозначение которых приведено в скобках, (тип 2), 65 мм, остальных (тип 1) — 60 мм.

4. Обозначение угольников и рамочных угольников СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Угольник	7080—2301 7080—2302	7080—2311 7080—2312 7080—2313
2	Рамочный угольник	И.1980.000	И.1981.000

Примечание. Типы и основные размеры угольников — по ГОСТ 21681 — 76, технические требования угольников и рамочных угольников — ГОСТ 21690—76.

5. Угольники и рамочные угольники СРП (размеры, мм)



Показатель	7080—2301	7080—2302	7080—2311	7080—2312	7080—2313	И.1980.000	И.1981.000
Размер Т-образного паза:							
b	14	14	18	18	18	14	18
b_1	23	23	30	30	30	23	30
h	9	9	12	12	12	9	12
h_1	23	23	30	30	30	23	30
Число Т-образных пазов n	3	5	4	3	4	—	—

Продолжение табл. 5

Показатель	7080—2301	7080—2302	7080—2311	7080—2312	7080—2313	И.1980.000	И.1981.000
Шаг между осями Т-образных пазов t_1	60	60	80	80	80	—	—
Расстояние между осью Т-образного паза и передней плоскостью угольника l_{11}	75	75	90	90	90	75	90
Диаметр координатно-фиксирующих отверстий d_3	12	12	16	16	16	12	16
Глубина координатно-фиксирующего отверстия l_{14}	14	14	20	20	20	14	20
Шаг между осями координатно-фиксирующих отверстий t	60	60	80	80	80	60	80
Расстояние от боковых плоскостей угольника до осей ряда координатно-фиксирующих отверстий l	30	30	40	40	40	30	40
Диаметр резьбовых отверстий d_1	12	12	16	16	16	12	16
Шаг между осями резьбовых отверстий t_1	60	60	80	80	80	60	80
Расстояние от передней плоскости до осей резьбовых отверстий l_7	30	30	30	30	30	30	30
Диаметр центрального отверстия d	40	40	50	50	50	40	50
Расстояние от боковой поверхности до отверстия ⌀ 16$H7$ (l_2)	30	30	40	40	40	30	40
Расстояние от передней плоскости угольника до координатно-фиксирующего отверстия l_{12}	45	45	50	50	50	45	50
Расстояние от нижней плоскости угольника до резьбовых отверстий l_9	30	30	40	40	40	30	40
Расстояние между осью центрального отверстия и осью отверстия ⌀16$H7$ (l_1)	90	150	160	120	160	90	120
Расстояние от передней плоскости угольника до центрального отверстия l_8	85	85	120	120	120	85	120
Расстояние от нижней плоскости угольника до окна l_{13}	—	—	—	—	—	50	60
Расстояние между осями отверстий ⌀ 16$H7$ (l_3)	180	300	320	240	320	180	240
Размеры паза:							
b_2	14	14	18	18	18	—	—
l_4	130	190	120	190	270	—	—
Расстояние от верхней плоскости угольника до паза l_5	55	55	55	65	65	—	—
Ширина паза a	14	14	18	18	18	14	18
Расстояние между пазами l_{10}	120	240	320	160	320	120	160
Размер окна a_1	—	—	—	—	—	140	200
Длина верхней плоскости l_6	130	130	160	160	160	130	160
Габаритные размеры:							
длина L	240	360	400	320	400	240	320
ширина B	160	200	200	200	250	160	200
высота H	240	300	250	320	400	240	320
Масса, кг	35	70	63	60	100	30	48

Примечания: 1. Основные размеры угольников типа 1 СРП — по ГОСТ 21681—76, технические требования к угольникам первого и второго типов — ГОСТ 21690—76.

2. Предельные отклонения размеров между осями: двух любых координатно фиксирующих отверстий, лежащих в одной плоскости, ± 0,015 мм; центрального отверстия и любого координатно-фиксирующего отверстия ± 0,015 мм.

3. Предельное отклонение от перпендикулярности осей координатно-фиксирующих отверстий к плоскости угольника 0,006 мм.

6. Обозначение круглых немеханизированных плит и круглых плит с гидравлическим приводом СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Плита круглая немеханизированная	7081—2501 7081—2502	7081—2506 7081—2507
2	Плита круглая с гидравлическим приводом	7021—0361 7021—0362	7021—0366 7021—0367

Примечание. Типы и основные размеры круглых немеханизированных плит и круглых плит с гидравлическим приводом СРП — по ГОСТ 21677—76, технические требования — ГОСТ 21690—76.

любых (в пределах габаритов плит) размеров и конфигураций обрабатываемых деталей. Это связано с фиксированным положением на плите встроенных гидроцилиндров, которое затрудняет, а иногда и делает невозможным установку в необходимом месте зажима обрабатываемой детали.

Обозначения и технические характеристики круглых немеханизированных плит и круглых плит с гидравлическим приводом см. табл. 3 и 6.

Техническая характеристика встроенных гидроцилиндров круглых плит с гидравлическим приводом

Рабочее давление, МПа	10
Усилие, Н:	
тянущее	2500
толкающее	3000
Ход, мм	8
Расход масла, см³	30

Обозначения и технические характеристики угольников и рамочных угольников см. табл. 4 и 5.

УСТАНОВОЧНЫЕ ДЕТАЛИ И СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Установочные детали и сборочные единицы обеспечивают пространственное положение обрабатываемых деталей в компоновке приспособлений.

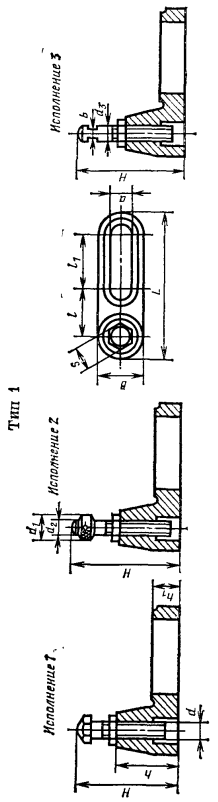
К группе установочных деталей и сборочных единиц относятся различные типы опор (табл. 7—10), планки (табл. 11—13) и призмы (табл. 14).

7. Обозначение опор СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Опора подводимая регулируемая	7035—2181	7035—2191
		7035—2182	7035—2192
		7035—2183	7035—2193
2	Опора регулируемая	7035—2161	7035—2171
		7035—2162	7035—2172
		7035—2163	7035—2173
3	Опора универсальная регулируемая	7035—2201	7035—2211
		7035—2202	7035—2212
		7035—2203	7035—2213
		7035—2204	7035—2214

Примечание. Типы и основные размеры опор СРП — по ГОСТ 21683—76, технические требования — ГОСТ 21690—76.

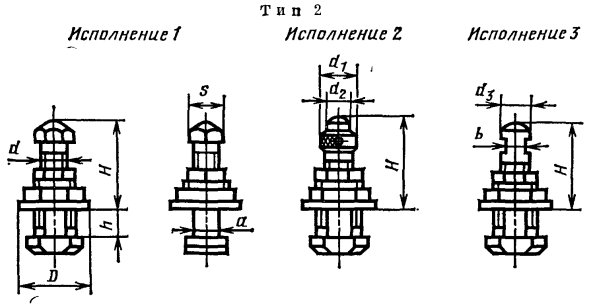
8. Технические характеристики подводимых регулируемых опор СРП (размеры, мм)



Обозначение опор	Исполнение	a	d	d_1	d_2	d_3	H	h	h_1	s	l	b	l_1	L	B	Масса, кг
7035—2181	1	14	M12	—	—	—	70—105	50	20	17	40	—	44	120	36	0,65
7035—2182	2	14	M12	18	12	—	80—110	50	20	—	40	—	44	120	36	0,65
7035—2183	3	14	M12	—	—	12	90—115	50	20	—	40	10	44	120	36	0,65
7035—2191	1	18	M16	—	—	—	85—120	60	25	22	42	—	58	140	40	1,1
7035—2192	2	18	M16	22	16	—	95—130	60	25	—	42	—	58	140	40	1,1
7035—2193	3	18	M16	—	—	16	95—130	60	25	—	42	14	58	140	40	1,1

9. Технические характеристики регулируемых опор СРП (размеры, мм)

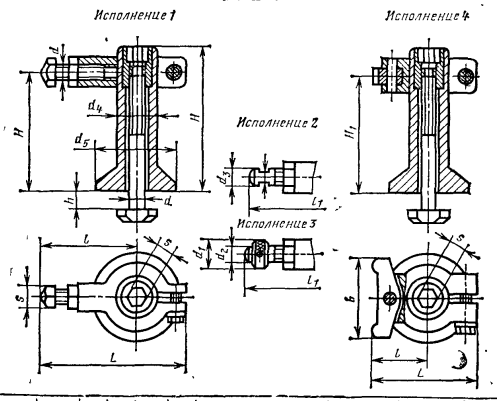
Тип 2



Обозначение опор	Исполнение	a	d	d_1	d_2	d_3	H	h	s	b	D	Масса, кг
7035—2161	1	14	М12	—	—	—	40—60	12—14	17	—	20	0,18
7035—2162	2	14	М12	18	12	—	45—65	12—14	—	—	20	0,18
7035—2163	3	14	М12	—	—	12	50—70	12—14	—	10	20	0,18
7035—2171	1	18	М16	—	—	—	40—60	14—18	22	—	24	0,33
7035—2172	2	18	М16	22	16	—	45—70	14—18	—	—	24	0,33
7035—2173	3	18	М16	—	—	16	40—65	14—18	—	14	24	0,31

10. Универсальные регулируемые опоры СРП (размеры, мм)

Тип 3



Обозначение опор	Исполнение	d	d_1	d_2	d_3	b	d_4	d_5	l	s	H	H_1	L	h	Масса, кг
7035—2201	1	М12	—	—	—	—	32	65	65—85	17	115	35—95	105—125	14	0,82
7035—2202	2	М12	—	—	12	10	32	65	80—95	17	115	35—95	120—135	14	0,81
7035—2203	3	М12	18	12	—	—	32	65	80—95	17	115	35—95	120—135	14	0,82

Продолжение табл. 1

Обозначение опор	Исполнение	d	d_1	d_2	d_3	b	d_4	d_5	l	s	H	H_1	L	h	Масса, кг
7035—2204	4	М12	—	—	—	—	32	65	45	17	115	35—95	85	14	0,93
7035—2211	1	М16	—	—	—	—	40	80	85—115	22	145	35—130	131—161	18	1,61
7035—2212	2	М16	—	—	16	14	40	80	90—115	22	145	35—130	136—161	18	1,59
7035—2213	3	М16	22	16	—	—	40	80	90—115	22	145	35—130	136—161	18	1,60
7035—2214	4	М16	—	—	—	—	40	80	45	22	145	35—130	91	18	1,68

11. Обозначение планок СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Планка универсальная	И.1983.000 И.1984.000 И.1985.000	И.1986.000 И.1987.000 И.1988.000
2	Планка	И.1706.000	И.1710.000

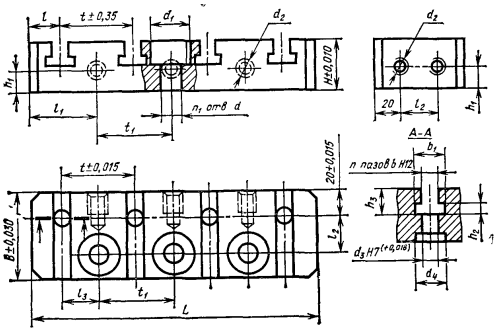
Примечания: 1. Технические требования на планки СРП — по ГОСТ 21690—76.

2. Планки универсальные (тип 1) могут быть использованы как в качестве опорного элемента для обрабатываемых деталей, так и в качестве высотного компенсатора в случае крепления на них опор, прижимов сменных накладок и других деталей и сборочных единиц СРП.

3. Планки типа 2 предназначены для крепления их на вертикальных плоскостях прямоугольных плит, угольников и планок типа 1.

12. Планки универсальные (размеры, мм)

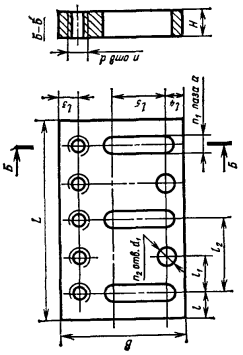
Тип 1



Обозначение планок	b	b_1	n	n_1	l	l_1	d	d_1	d_2	d_3	d_4	l	l_1	l_2	l_3	h	h_1	h_2	h_3	B	L	H	Масса, кг
И.1983.000	14	23	2	1	60	—	14	32	М12	12	23	25	55	30	30	20	17	9	20	70	110	40	1,8
И.1984.000	14	23	3	2	60	60	14	32	М12	12	23	25	55	30	30	20	17	9	20	70	170	40	2,7
И.1985.000	14	23	4	3	60	60	14	32	М12	12	23	25	55	30	30	20	17	9	20	70	230	40	4,5
И.1986.000	18	30	2	1	80	—	18	40	М16	16	23	30	70	40	40	20	22	12	25	80	140	40	2,5
И.1987.000	18	30	3	2	80	80	18	40	М16	16	23	30	70	40	40	20	22	12	25	80	220	40	4,7
И.1988.000	18	30	4	3	80	80	18	40	М16	16	23	30	70	40	40	20	22	12	25	80	300	40	6,8

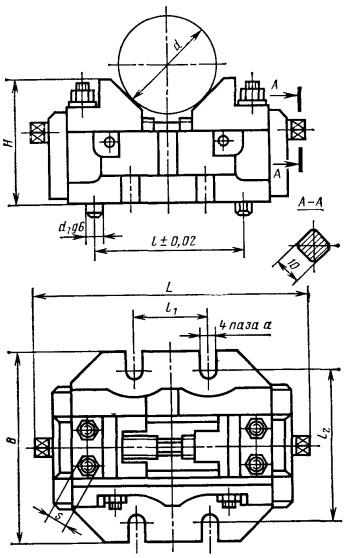
13. Планки (размеры, мм)

Тип 2



Обозначение планок	a	d	d_1	n	n_1	n_2	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	B	L	H	Масса, кг
И.1706.000	13	M12	13	3	2	1	20	30	60	15	13,5	43	100	100	20	1,4
И.1709.000	13	M12	13	5	3	2	20	30	60	15	13,5	43	100	160	20	2,2
И.1710.000	17	M16	17	3	2	1	20	40	80	20	11,5	52	110	120	20	1,8
И.1711.000	17	M16	17	5	3	2	25	40	80	20	11,5	52	110	200	20	3,0

14. Призмы СРП и их обозначения (размеры, мм)



Обозначение призм	d	d_1	l	l_1	l_2	s	H	L	B	Масса, кг
7035—2151 (паз 14 мм)	25—110	12	120	60	140	17	100	220	155	9,0
7035—2156 (паз 18 мм)	40—160	16	160	80	160	24	130	260	200	27,0

Примечание. Основные размеры призм СРП — по ГОСТ 21680—76, технические требования — ГОСТ 21690 — 76.

ПРИЖИМНЫЕ СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Прижимные детали и сборочные единицы обеспечивают закрепление обрабатываемой детали в компоновке приспособления.

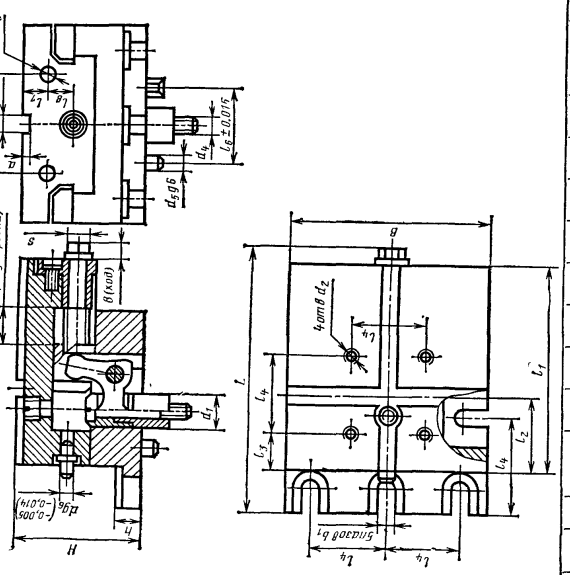
К группе прижимных деталей и сборочных единиц относятся тисочные губки (табл. 15—17) и различные типы прижимов (табл. 18—21).

15. Обозначение тисочных губок СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Губка подвижная	7018—2101	7018—2106
2	Губка	7030—2601	7030—2606

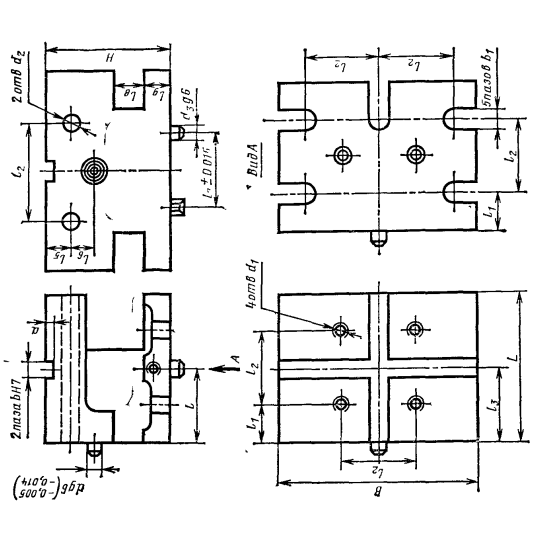
Примечание. Типы и основные размеры тисочных губок СРП — по ГОСТ 21678—76, ГОСТ 21679—76; технические требования — ГОСТ 21690—76.

16. Подвижные тисочные губки СРП (размеры, мм)



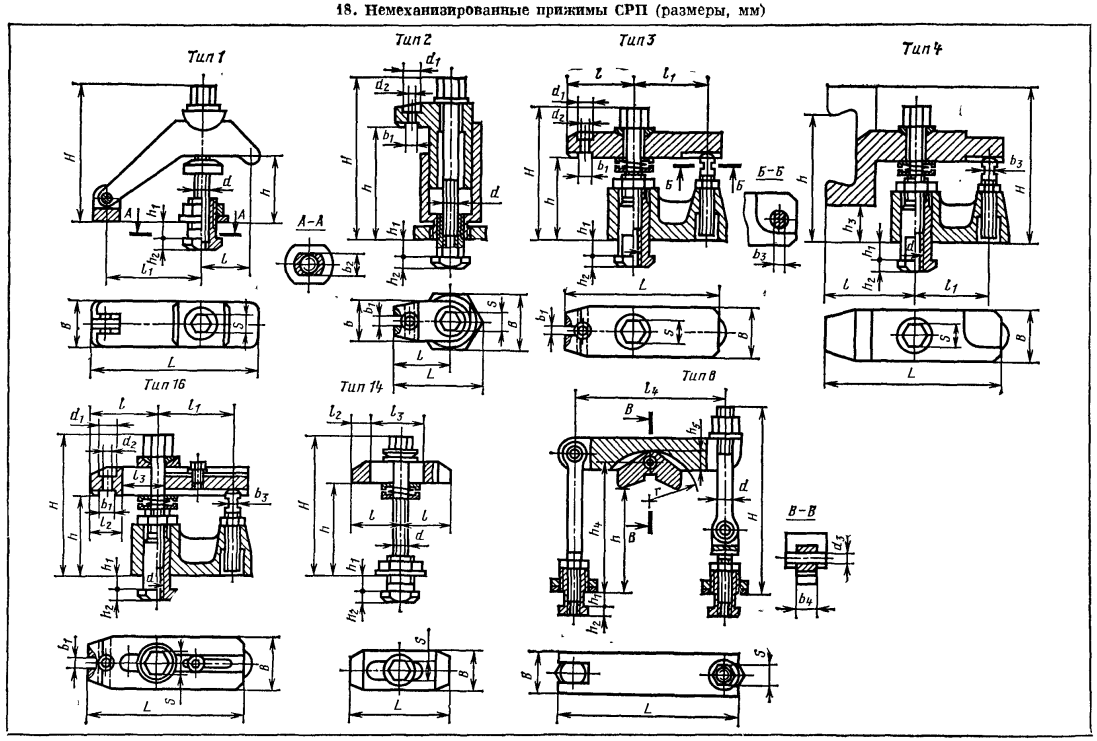
Обозначение губок	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	a	b	b_1	h	s	L	B	l_7	l_8	Масса, кг
7018—2101	10	27	M12	14	M12	12	0—30	160	60	30	60	80	60	6	14	14	20	19	215	160	20	20	16,0
7018—2106	12	27	M16	18	M16	16	0—40	200	80	40	80	120	80	8	18	18	22	24	265	200	18	30	26,6

17. Тисочные губки СРП (размеры, мм)



Обозначение губок	d	d_1	d_2	d_3	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	a	b	b_1	L	D	H	Масса, кг
7030—2001	10	M12	14	12	60	30	60	60	80	20	20	60	25	6	14	14	120	160	100	9,5
7030—2006	12	M16	18	16	80	40	80	80	80	18	30	80	35	8	18	18	160	200	110	16,8

18. Немеханизированные прижимы СРП (размеры, мм)

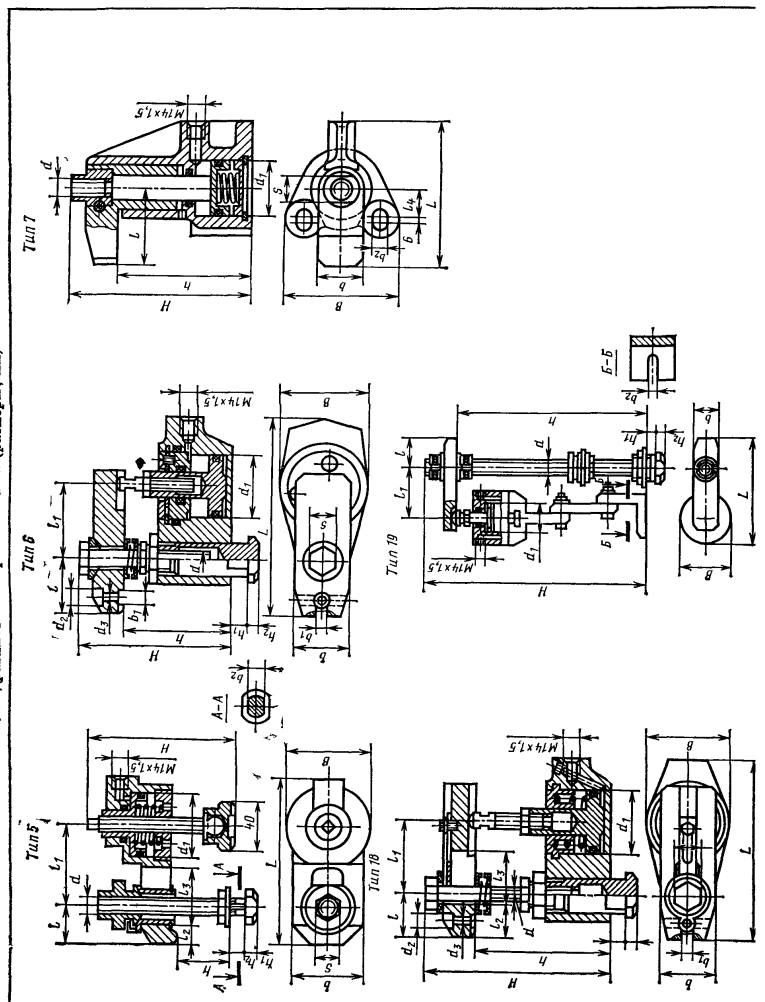


Продолжение табл. 18

Обозначение прижимов	d	d_1	d_2	d_3	l	l_1	l_2	l_3	l_4	h	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	b	b_1	b_2	b_3	b_4	r	s	L	B	H	Масса, кг
7012–2171	М12	—	—	—	30–50	52–90	—	—	—	20–80	10–14	8	—	—	—	—	—	14	—	—	—	19	130	36	95–150	1,2
7012–2176	М16	—	—	—	38–58	63–112	—	—	—	20–100	12–18	10	—	—	—	—	—	18	—	—	—	24	160	45	110–190	2,1
7012–2181	М12	12	7	—	45	—	—	—	—	70–90	10–14	8	—	—	—	32	8	14	—	—	—	19	71	46	112–132	1,1
7012–2186	М16	15	9	—	55	—	—	—	—	82–105	12–18	10	—	—	—	36	10	18	—	—	—	24	86	55	130–153	1,8
7012–2191	М12	12	7	—	56	56	—	—	—	65–99	10–14	8	—	—	—	—	8	14	10	—	—	19	125	40	105–130	1,6
7012–2196	М16	15	9	—	70	71	—	—	—	75–115	12–18	10	—	—	—	—	10	18	14	—	—	24	160	45	120–160	3,0
7012–2151	М12	—	—	—	70	56	—	—	—	105–130	10–14	8	30–55	—	—	—	—	14	10	—	—	19	140	40	125–150	2,3
7012–2156	М16	—	—	—	70	71	—	—	—	125–160	12–18	10	40–75	—	—	—	—	18	14	—	—	24	160	45	45–180	3,1
7012–2161	М12	—	—	6	—	—	—	—	120	50–70	10–14	8	—	74–94	16	—	—	—	—	14	35	19	145	32	130	1,3
7012–2162	М12	—	—	6	—	—	—	—	120	75–95	10–14	8	—	99–119	16	—	—	—	—	14	35	19	145	32	156	1,4
7012–2163	М12	—	—	6	—	—	—	—	120	110–130	10–14	8	—	134–154	16	—	—	—	—	14	35	19	145	32	190	1,45
7012–2166	М16	—	—	8	—	—	—	—	160	58–78	12–18	10	—	80–100	22	—	—	—	—	18	60	24	200	40	155	3,2
7012–2167	М16	—	—	8	—	—	—	—	160	95–115	12–18	10	—	117–137	22	—	—	—	—	18	60	24	200	40	195	3,3
7012–2168	М16	—	—	8	—	—	—	—	160	135–155	12–18	10	—	157–177	22	—	—	—	—	18	60	24	200	40	235	3,4
И.1714.000	М12	12	7	—	31–59	56	25	40	—	65–85	10–14	8	—	—	—	—	8	14	10	—	—	19	125	40	105–135	2,1
И.1715.000	М16	15	9	—	40–81	71	32	58	—	75–110	12–18	10	—	—	—	—	10	18	14	—	—	24	160	45	125–160	2,9
И.1958.000	М12	—	—	—	30	—	18	24	—	40–80	10–14	8	—	—	—	—	—	14	—	—	—	19	60	30	71–111	0,6
И.1959.000	М12	—	—	—	40	—	18	44	—	40–80	10–14	8	—	—	—	—	—	14	—	—	—	19	80	32	84–124	0,65
И.1960.000	М12	—	—	—	50	—	25	50	—	40–80	10–14	8	—	—	—	—	—	14	—	—	—	19	100	36	86–126	0,9
И.1961.000	М16	—	—	—	50	—	25	50	—	60–120	12–18	10	—	—	—	—	—	18	—	—	—	24	100	45	110–170	1,2
И.1962.000	М16	—	—	—	65	—	30	70	—	60–120	12–18	10	—	—	—	—	—	18	—	—	—	24	130	45	113–173	1,5
И.1963.000	М16	—	—	—	80	—	35	90	—	60–120	12–18	10	—	—	—	—	—	18	—	—	—	24	160	45	120–180	1,8

Примечание. Наименование прижимов приведенных типов см. табл. 19.

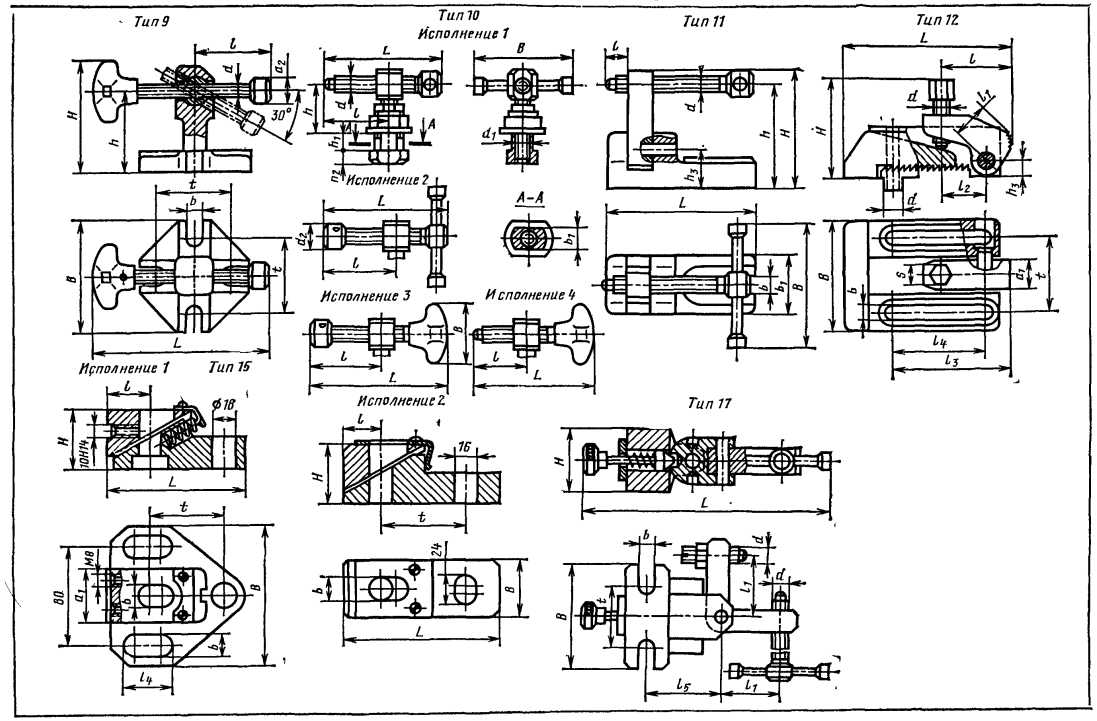
19. Гидравлические прижимы СРП (размеры, мм)



Обозначение прижимов	d	d_1	d_3	d_5	l	l_1	l_2	l_3	l_4	h	h_1	h_2	b	b_1	b_2	s	H	L	B	Масса, кг
7021–0371	M16	50	—	—	30–48	47–65	16	46	—	15–40	10–14	8	56	—	14	22	118	133	70	2,5
7021–0376	M20	63	—	—	40–78	65–95	23	72	—	15–50	12–18	10	60	—	18	27	148	178	80	3,7
7021–0391	M16	50	12	7	56	60	—	—	—	90–115	10–14	8	45	8	14	22	125–150	170	68	4,6
7021–0396	M20	63	15	9	70	70	—	—	—	90–115	12–18	10	55	10	18	27	135–160	204	80	7,3
7021–0381	M16	50	—	—	60	—	—	—	22	105–120	—	—	36	—	14	22	145–155	118	92	3,1
7021–0386	M20	63	—	—	70	—	—	—	24	120–135	—	—	45	—	18	27	160–170	145	118	4,3
И.1951.00.000	M16	50	12	7	33–59	60	25	42	—	90–110	10–14	8	45	8	14	22	132–150	145	68	4,6
И.1952.000	M20	63	15	9	42–82	70	32	60	—	90–115	12–18	10	55	10	18	27	142–170	170	80	7,3
И.1982.000	M16	63	—	—	41–81	70–115	—	—	—	110–400	12–18	10	45	—	18	—	185–485	190	110	15,0

Примечание. Наименование прижимов приведенных типов см. табл. 21.

20. Боковые прижимы СРП (размеры, мм)



Обозначение прижимов	d	d_1	d_2	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	h	h_1	h_2	h_3	b	b_1	t	α	α_1	s	L	B	H	Масса, кг
7006–2131	М12	—	24	32—86	—	—	—	—	—	65	—	—	—	14	—	60	—	—	—	140	90	90	1,5
7006–2136	М16	—	28	52—155	—	—	—	—	—	100	—	—	—	18	—	80	—	—	—	225	140	140	5,0
7006–2101	М10	М12	—	20—62	—	—	—	—	—	40—55	10—14	8	—	—	14	—	—	—	—	94	80	—	0,35
7006–2102	М10	М12	20	28–62	—	—	—	—	—	40—55	10—14	8	—	—	14	—	—	—	—	100	80	—	0.38
7006–2103	М10	М12	20	28—62	—	—	—	—	—	40—55	10—14	8	—	—	14	—	—	—	—	110	50	—	0,45
7006–2104	М10	М12	—	20—62	—	—	—	—	—	40—55	10—14	8	—	—	14	—	—	—	—	95	50	—	0,41
7006–2111	М12	М16	—	10—65	—	—	—	—	—	40—60	12—18	10	—	—	18	—	—	—	—	118	100	—	0,42
7006–2112	М12	М16	24	18—50	—	—	—	—	—	40—60	12—18	10	—	—	18	—	—	—	—	105	100	—	0,5
7006–2113	М12	М16	24	18—60	—	—	—	—	—	40—60	12—18	10	—	—	18	—	—	—	—	125	60	—	0,65
7006–2114	М12	М16	—	10—50	—	—	—	—	—	40—60	12—18	10	—	—	18	—	—	—	—	120	60	—	0,61
7006–2121	М12	—	—	17—80	—	—	—	—	—	85	—	—	35	14	45	—	—	—	—	120	100	95	2,0
7006–2126	М16	—	—	20—95	—	—	—	—	—	100	—	—	42	18	56	—	—	—	—	130	120	120	3,1
7016–2151	М12	—	—	54	28	36	92	74	—	—	—	—	14	14	—	60	14	25	17	135	90	80	2,2
7016–2156	М16	—	—	74	38	45	120	90	—	—	—	—	18	18	—	80	18	40	22	170	120	105	5,5
И.2831.000	—	—	—	32	—	—	—	38	—	—	—	—	—	18	—	60	—	45	—	107	115	48	1,9
И.1707.000	—	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	70	—	—	—	125	45	58	1,6
И.1708.000	М10	—	—	—	50	—	—	—	61	—	—	—	—	14	—	60	—	—	—	200	85	50	1,5
И.1717.000	М12	—	—	—	65	—	—	—	63	—	—	—	—	18	—	80	—	—	—	240	115	50	3,1

Примечание. Наименование прижимов приведенных типов см. табл. 21.

21. Обозначение прижимов

Тип	Наименование прижима	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Качающийся	7012—2171	7012—2176
2	Г-образный	7012—2181	7012—2186
3	Поворотный с регулируемой опорой	7012—2191	7012—2196
4	Поворотный с кантующейся планкой и регулируемой опорой	7012—2151	7012—2156
5	Гидравлический передвижной с регулируемой опорой	7021—0371	7021—0376
6	Гидравлический поворотный с регулируемой опорой	7021—0391	7021—0396
7	Гидравлический Г-образный	7021—0381	7021—0386
8	С откидной планкой	7012—2161	7012—2166
		7012—2162	7012—2167
		7012—2163	7012—2168
9	Универсальный	7006—2131	7006—2136
10	Подводимый	7006—2101	7006—2111
		7006—2102	7006—2112
		7006—2103	7006—2113
		7006—2104	7006—2114
11	Откидной	7006—2121	7006—2126
12	Рычажный регулируемый	7016—2151	7016—2156
14	Т-образный	И.1958.000	И.1959.000
		И.1960.000	И.1961.000
		И 1962.000	И.1963.000
15	Клиновой	—	И.1707.000
			И.2831.000
16	Отводимый с регулируемой опорой	И.1714.000	И.1715.000
17	Угловой откидной	И.1708.000	И.1717.000
18	Гидравлический отводимый с регулируемой опорой	И.1951.000	И.1952,000
19	Гидравлический высокий	—	И.1982.000

ПЕРЕХОДНЫЕ ДЕТАЛИ

Переходные детали обеспечивают возможность применения в компоновках из элементов СРП, элементов УСП. Применение переходников расширяет технологические возможности как СРП, так и УСП. Обозначения и технические характеристики переходников СРП см. табл. 22—24.

СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ ДЛЯ ТОКАРНЫХ И ДРУГИХ РАБОТ

К группе сборочных единиц для токарных и других работ относятся планшайбы (табл. 25—31), оправки (табл. 32—37) и патроны.

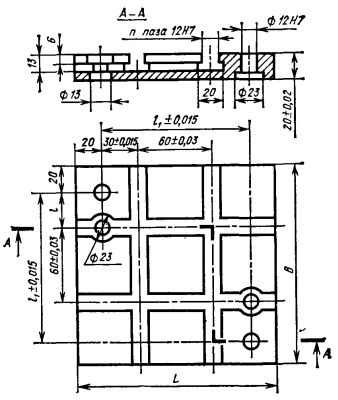
22. Обозначение переходников СРП

Тип	Наименование	Паз 14 мм	Паз 18 мм
1	Переходник с Т-образными пазами	И.1878.000	—
		И.1879.000	—
		И.1880.000	—
2	Переходник с П-образными пазами	И.2000.000	И.2002.000

Примечание. Технические требования на переходные детали — по ГОСТ 21690—76.

23. Переходники с Т-сбразными пазами (размеры, мм)

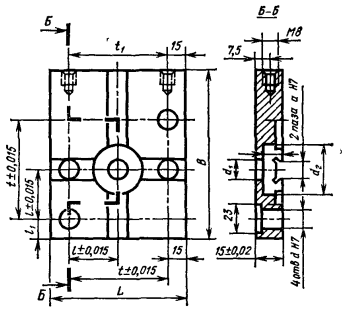
Тип 1



Обозначение переходников	n	t	l	l_1	L	B	Масса, кг
И.1878.000	2	—	60	60	100	100	1,2
И.1879.000	3	60	120	60	160	160	2,3
И.1880.000	4	60	120	120	160	160	3,3

24. Переходники с П-образными пазами (размеры, мм)

Тип 2



Обозначение переходников	a	d	d_1	d_2	l	l_1	t	t_1	L	B	Масса, кг
И.2000.000	12	12	13	32	30	15	60	60	90	105	0,98
И 2002 000	16	16	17	40	40	14	80	80	110	135	1,92

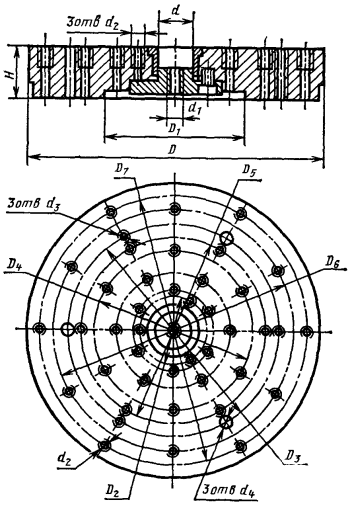
25. Обозначение планшайб

Тип	Наименование	Обозначение
1	Планшайба с резьбовыми отверстиями	7106—0021 ÷ 7106—0024
2	Планшайба гладкая с радиальными Т-образными пазами	7106—0026 ÷ 7106—0056
3	Планшайба с установочными выступами	7106—0091 ÷ 7106—0096
4	Планшайба со съемными штырями	7106—0098 ÷ 7106—0103
5	Планшайба с круговыми Т-образными пазами	7106—0107 ÷ 7106—0109
6	Планшайба для обработки деталей на угольниках	7106—0112 ÷ 7106—0124

Примечание. Типы и основные размеры планшайб СРП — по ГОСТ 21686—76, технические требования — ГОСТ 21690—76

26. Планшайбы с резьбовым отверстием (размеры, мм)

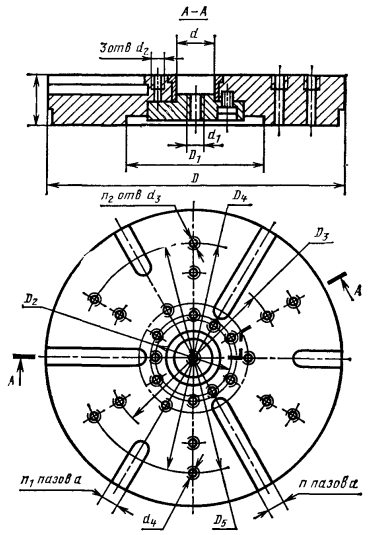
Тип 1



Обозначение планшайб	D	D_1 (поле допуска H7)	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	d_3	d_4	H	Масса, кг
7106—0021	160	100	60	140	—	—	—	—	25	M10	M8	M10	11	35	4,7
7106—0022	200	100	60	180	175	—	—	—	25	M10	M8	M10	11	35	5,1
7106—0023	250	150	75	200	175	—	—	—	40	M12	M10	M12	13	40	11,3
7106—0024	320	150	75	250	175	200	255	280	40	M12	M10	M16	17	40	17,5

27. Планшайбы гладкие с радиальными Т-образными пазами (размеры, мм)

Тип 2



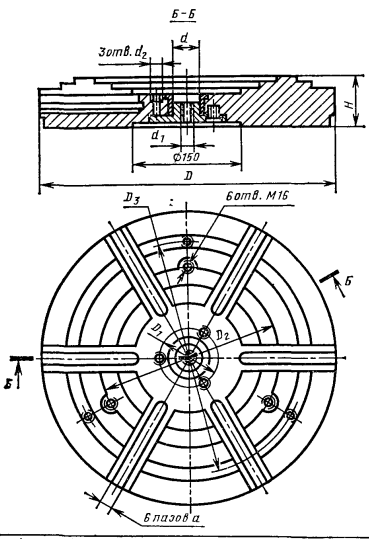
Обозначение планшайб	D	D_1 (поле допуска H7)	D_2	D_3	D_4	D_5	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	d_3	d_4	a (поле допуска H7)	Число пазов n	Число пазов n_1	Число отверстий n_2	H	Масса, кг
7106—0026	160	100	60	140	—	—	25	M10	M8	M12	M8	10	3	—	3	35	4,2
7106—0027	160	100	60	140	—	—	25	M10	M8	M12	M8	10	4	—	4	35	4,1
7106—0028	200	100	60	180	—	175	25	M10	M8	M12	M10	10	3	—	3	35	7,1
7106—0029	200	100	60	180	—	175	25	M10	M8	M12	M10	10	4	—	4	35	7,0
7106—0030	200	100	75	180	—	175	40	M12	M10	M12	M10	14	3	—	3	40	11,5
7106—0031	200	100	75	180	—	175	40	M12	M10	M12	M10	14	4	—	4	40	11,3
7106—0032	250	150	60	200	—	200	25	M10	M8	M12	M10	10	3	—	3	35	13,2
7106—0033	250	150	60	200	—	200	25	M10	M8	M12	M10	10	4	—	4	35	13,0
7106—0034	250	150	75	200	—	200	40	M12	M10	M12	M10	14	3	—	3	40	15,3
7106—0035	250	150	75	200	—	200	40	M12	M10	M12	M10	14	4	—	4	40	15,1
7106—0036	320	150	75	250	—	255	40	M12	M10	M16	M10	14	3	—	3	40	25,6
7106—0037	320	150	75	250	—	255	40	M12	M10	M16	M10	14	4	—	4	40	25,0
7106—0038	320	150	85	250	—	280	50	M16	M12	M16	M10	18	3	—	3	50	24,2
7106—0039	320	150	85	250	—	280	50	M16	M12	M16	M10	18	4	—	4	50	24,0
7106—0040	400	150	75	250	320	—	40	M12	M10	M16	—	14	3	—	6	40	43,5
7106—0041	400	150	75	250	320	—	40	M12	M10	M16	—	14	4	—	8	40	42,7
7106—0042	400	150	85	250	320	—	50	M16	M12	M16	—	18	3	—	6	50	42,3
7106—0043	400	150	85	250	320	—	50	M16	M12	M16	—	18	4	—	8	50	41,6
7106—0044	500	150	75	250	400	—	40	M12	M10	M16	—	14	6	—	12	40	65,0
7106—0045	500	150	75	250	400	—	40	M12	M10	M16	—	14	8	—	16	40	63,8
7106—0046	500	150	85	250	400	—	50	M16	M12	M16	—	18	6	—	12	50	62,8
7106—0047	500	150	85	250	400	—	50	M16	M12	M16	—	18	8	—	16	50	60,5
7106—0048	630	150	75	400	500	—	40	M12	M10	M16	—	14	6	—	12	45	123,5

Продолжение табл. 27

Обозначение планшайб	D	D_1 (поле допуска H7)	D_2	D_3	D_4	D_5	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	d_3	d_4	a (поле допуска H7)	Число пазов n	Число пазов n_1	Число отверстий n_2	H	Масса, кг
7106—0049	630	150	75	400	500	—	40	M12	M10	M16	—	14	8	—	16	45	123,0
7106—0050	630	150	85	400	500	—	50	M16	M12	M16	—	18	6	—	12	60	122,5
7106—0051	630	150	85	400	500	—	50	M16	M12	M16	—	18	8	—	16	60	121,3
7106—0052	800	150	75	400	500	—	50	M16	M12	M16	—	18	6	6	12	65	217,6
7106—0053	800	150	75	400	500	—	50	M16	M12	M16	—	18	8	8	16	65	215,7
7106—0054	800	150	120	400	500	—	85	M20	M16	M16	—	18	6	6	12	65	217,2
7106—0055	800	150	120	400	500	—	85	M20	M16	M16	—	22	8	8	16	65	400,0
7106—0056	1000	150	120	400	500	—	85	M20	M16	M16	—	22	8	8	16	65	400,0

28. Планшайбы с установочными выступами (размеры, мм)

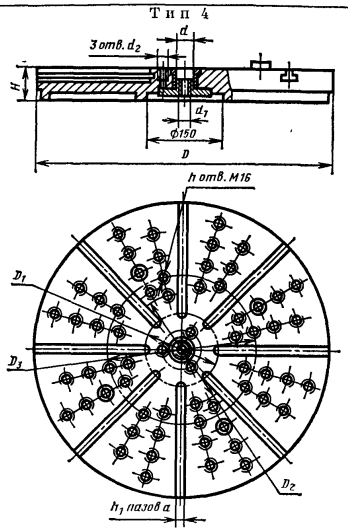
Тип 3



Обозначение планшайб	D	D_1	D_2	D_3	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	a (поле допуска H9)	H	Масса, кг
7106—0091	400	75	250	320	40	M12	M10	14	70	68,5
7106—0092	400	85	250	320	50	M16	M12	18	70	67,0
7106—0093	500	75	250	400	40	M12	M10	14	75	110,5
7106—0094	500	85	250	400	50	M16	M12	18	75	110,0
7106—0095	630	75	400	500	40	M12	M10	14	75	254,5
7106—0096	630	85	400	500	50	M16	M12	18	75	250,0

29. Планшайбы со съемными штырями (размеры, мм)

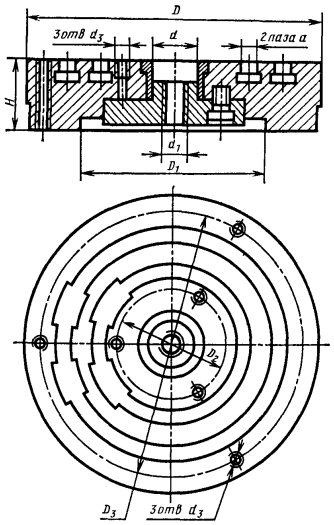
Тип 4



Обозначение планшайб	D	D_1	D_2	D_3	d (поле допуска $H7$)	d_1	d_2	a (поле допуска $H9$)	Число отверстий n	Число пазов n_1	H	Масса, кг
7106—0098	500	75	250	400	40	М12	М16	14	8	8	45	69
7106—0099	500	85	250	400	50	М16	М12	18	6	6	45	68
7106—0100	630	75	250	500	40	М12	М10	14	8	8	50	126
7106—0101	630	85	250	500	50	М16	М12	18	6	6	50	125
7106—0102	800	85	400	500	50	М16	М12	18	6	6	50	231
7106—0103	860	120	400	500	22	М20	М16	22	8	8	50	230

30. Планшайбы с круговыми Т-образными пазами (размеры, мм)

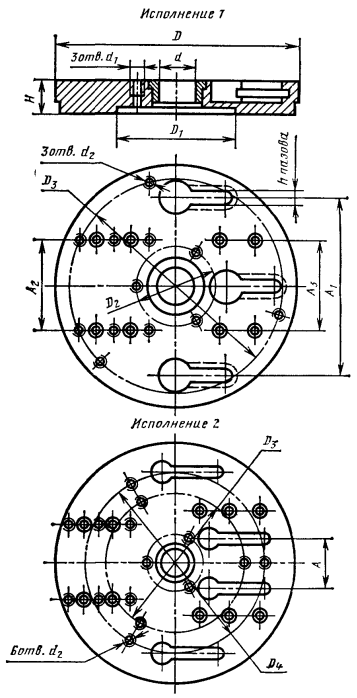
Тип 5



Обозначение планшайб	D	D_1	D_2	D_3	d (поле допуска $H7$)	d_1	d_2	d_3	a (поле допуска $H9$)	H	Масса, кг
7106—0107	200	100	60	180	25	М10	М8	М12	10	35	6,2
7106—0108	250	150	60	200	25	М10	М8	М12	10	35	11,1
7106—0109	320	150	75	250	40	М12	М10	М16	14	40	22,5

31. Планшайбы для обработки деталей на угольниках (размеры, мм)

Тип 6



Обозначение планшайб	Исполнение	D	D_1 (поле допуска H7)	D_2	D_3	D_4	d (поле допуска H7)	d_1	d_2	a (поле допуска H7)	Число пазов n	H	A	A_1	A_2 | A_3 Пред. отклон. ±0,01		Масса, кг
7106—0112	1	160	100	60	140	—	25	M8	M12	10	3	30	—	120	60	60	3,8
7106—0113	1	200	100	60	180	—	25	M8	M12	10	3	30	—	140	60	80	6,0
7106—0114	1	200	100	75	180	—	40	M10	M12	14	3	40	—	140	60	80	5,8
7106—0115	1	250	150	60	200	—	25	M8	M12	10	3	35	—	180	80	120	15,0
7106—0116	1	250	150	75	200	—	48	M10	M12	14	3	40	—	180	80	120	12,8
7106—0117	2	320	150	75	250	—	48	M10	M16	14	4	40	60	240	80	140	25,5
7106—0118	2	320	150	85	250	—	50	M12	M16	18	4	40	60	240	80	140	24,5
7106—0119	2	400	150	75	250	320	40	M10	M16	14	4	50	60	240	80	140	43,0
7106—0120	2	400	150	85	250	320	50	M12	M16	18	4	50	60	240	80	140	42,5
7106—0121	2	500	150	75	250	400	40	M10	M16	14	4	50	120	340	100	240	72,4
7106—0122	2	500	150	85	250	400	50	M12	M16	18	4	50	120	340	100	240	70,7
7106—0123	2	630	150	75	400	500	40	M10	M16	14	4	50	120	400	100	260	105,8
7106—0124	2	630	150	85	400	500	50	M12	M16	18	4	50	120	400	100	260	105,2

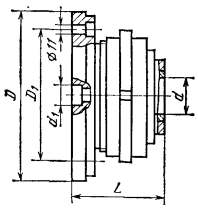
32. Обозначение оправок

Тип	Наименование	Обозначение
1	Оправка цанговая зажимная	7106—0321 ÷ 7106—0325
2	Оправка цанговая зажимная пневматическая	7106—0327 ÷ 7106—0329
3	Оправка цанговая разжимная	7106—0339 ÷ 7106—0344
4	Оправка с накидной гайкой	7106—0301 ÷ 7106—0302
5	Оправка гладкая	7106—0306 ÷ 7106—0308
6	Оправка-угольник (рис. 3)	7106—0319

Примечание. Типы и основные размеры оправок — по ГОСТ 21687—76, технические требования — ГОСТ 21690—76.

33. Оправки цанговые зажимные (размеры, мм)

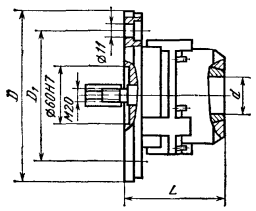
Тип 1



Обозначение оправок	D	D_1	d	d_1 (поле допуска H7)	L	Масса, кг
7106—0321	120	90	4—15	25	90	8,7
7106—0322	200	175	Св. 15 до 25	40	100	8,2
7106—0323	200	175	Св. 25 до 40	40	100	8,5
7106—0324	200	175	Св. 25 до 60	40	110	12,9
7106—0325	240	200	Св. 50 до 75	40	125	19,8

34. Оправки цанговые зажимные пневматические (размеры, мм)

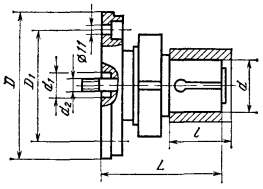
Тип 2



Обозначение оправок	D	D_1	d	L	Масса, кг
7106—0327	200	175	25—60	130	10,0
7106—0328	240	200	Св. 50 до 75	150	16,0
7106—0329	290	255	Св. 75 до 105	160	29,0

35. Оправки цанговые разжимные (размеры, мм)

Тип 3

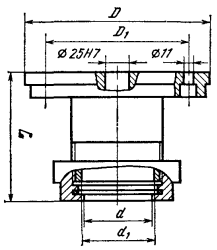


Обозначение оправок	D	D_1	d	d_1	d_2	l	L	Масса, кг
7106—0339	120	90	20—30	25	M12*	60	115	2,99
7106—0340	120	90	Св. 30 до 45	25	M12*	75	135	3,19
7106—0341	160	120	Св. 45 до 60	40	M16	100	160	4,87
7106—0342	160	120	Св. 60 до 75	40	M16	90	170	7,3
7106—0343	200	175	Св. 75 до 90	40	M16	90	170	11,61
7106—0344	200	175	Св. 90 до 105	40	M16	90	170	14,38

* Допускается изготовление резьбы М10.

36. Оправки с накидной гайкой (размеры, мм)

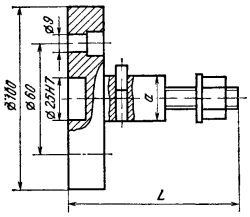
Тип 4



Обозначение оправок	D	D_1	d	d_1 (поле допуска H7)	L	Масса, кг
7106—0301	120	90	30	35	75	2,0
7106—0302	160	120	60	65	103	4,4

37. Оправки гладкие (размеры, мм)

Тип 5



Обозначение оправок	a (поле допуска h6)	L	Масса, кг
7106—0306	12	90	0,75
7106—0307	16	105	0,82
7106—0308	25	105	1,08

Основные размеры патронов см. ГОСТ 21689—76, технические требования — по ГОСТ 21690—76. На рис. 4 показана конструкция патрона СРП 7106—0501.

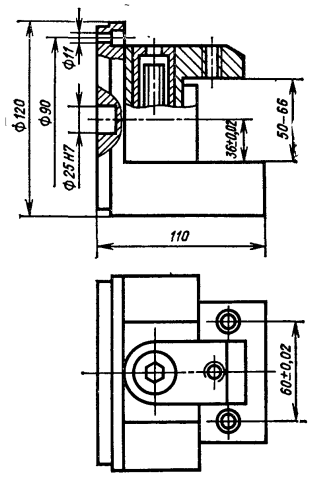


Рис. 3. Оправка — угольник СРП 7106—0319

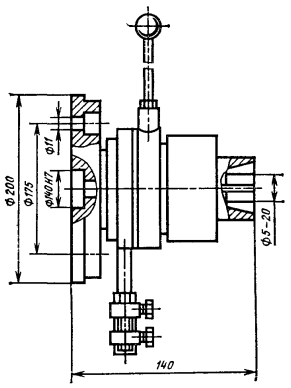


Рис. 4. Патрон СРП 7106 — 0501

ГЛАВА 6

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

К специализированным переналаживаемым приспособлениям относятся приспособления, предназначенные для закрепления и обработки различных групп деталей на металлорежущих станках при их серийном производстве и частой смене объектов производства. В этих случаях проектирование и изготовление специальных приспособлений экономически невыгодно. Наиболее целесообразным является применение приспособлений, рассчитанных на обработку различных типов и типоразмеров деталей в некотором диапазоне размеров. Настройка таких приспособлений для закрепления и обработки конкретной детали может производиться за счет замены специальной наладки, приспособленной к конфигурации обрабатываемой детали, и тогда приспособление называется специализированным наладочным (СНП), или за счет регулирования положения элементов приспособления без замены наладки, и тогда приспособление называется специализированным безналадочным (СБП).

Специализация приспособлений для обработки различных групп деталей может быть произведена в соответствии с иллюстрированным определителем деталей общемашиностроительного применения, классы 40 и 50, выполненным на основе общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции (высшие классификационные группировки ВКГ ОКП).

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

К деталям типа тел вращения относится обширный круг деталей самой разнообразной конструкции и широкого диапазона размеров: валы, оси, пальцы, стержни, втулки, диски, кольца, фланцы, шкивы, колеса зубчатые цилиндрические и конические, червяки, ходовые винты, различные виды крепежа и др. Кроме деталей относительно простой формы, образованной цилиндрической, конической, радиусной образующей, к ним также относятся детали с элементами, не характерными для тел вращения, — кулачковые, эксцентриковые, коленчатые, сегментные и др. Поэтому для обработки деталей этого класса применяют самые разнообразные станки.

Классификатор деталей общемашиностроительного применения типа тел вращения, класс 40 ВКГ ОКП, в сокращенном виде, приведен на рис. 1.

Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. Как правило, при обработке деталей типа тел вращения на токарных и круглошлифовальных станках удается применить универсальные безналадочные патроны, а также центры, люнеты и поводковые устройства, которыми оснащены станки в состоянии поставки, или устройства, заменяемые на патроны, описанные в гл. 4. В некоторых случаях из-за сложности конфигурации обрабатываемых деталей целесообразно проектирование специальных наладок, учитывающих конструктивные особенности деталей.

На рис. 2 и 3 приведены примеры наладок трехкулачковых патронов для различных случаев обработки. На рис. 2, *а* показана наладка, применяемая в том случае, когда диаметр установочной части детали значительно меньше диаметра патрона, а на рис. 2, *б* — когда этот диаметр

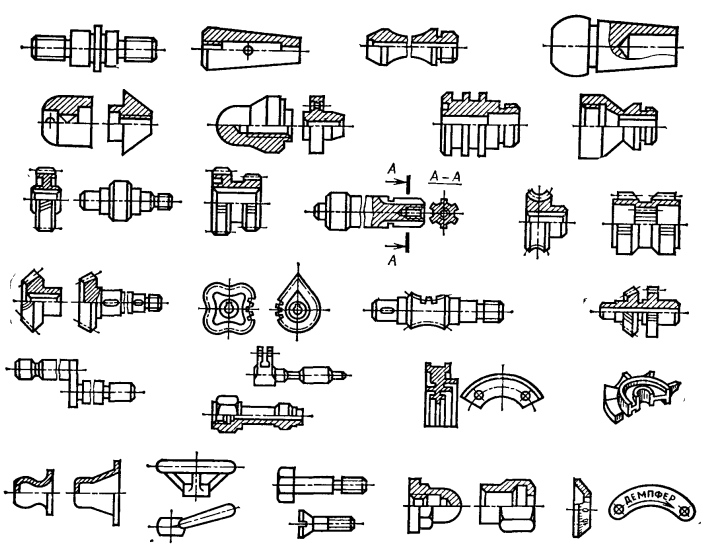


Рис. 1. Классификатор деталей общемашиностроительного применения типа тел вращения

равен внешнему диаметру патрона или близок к нему. Наладка, приведенная на рис. 2, *в*, применяется при установке детали по двум диаметрам и торцовой поверхности. В этом случае два кулачка делаются жесткими, а один — с качающимся элементом. При закреплении заготовок со сложным контуром (отливки, поковки) изготовляют кулачки соответствующей конфигурации (рис. 2, *г*).

Определенную трудность представляет необходимость закрепления тонкостенных деталей. Наладка, приведенная на рис. 3, *а*, позволяет закрепить деталь тремя кулачками не в трех, а в шести точках. Достигается такое закрепление в результате покачивания губки *6* относительно неподвижной втулки *5*, а сухарей *3* относительно своих осей. Плунжер *4* удерживает губки в первоначальном положении перед закреплением обрабатываемой детали. Для присоединения сменных губок к кулачкам патрона служат сухари *1* и винты *2*.

При креплении тонкостенных деталей целесообразно в некоторых случаях увеличить поверхность зажимных губок. На рис. 3, *б* показан пример закрепления детали тремя широкими кулачками, предварительно расточенными по диаметру, близкому к диаметру обрабатываемой детали.

На рис. 3, *в* показаны накидные кулачки, используемые для закрепления шкивов по внутренним поверхностям. Шкив *1* крепится за ребро жесткости обода шкива кулачками с приваренными выступами, имеющими форму, соответствующую профилю ребра. Губка *2* ведущего кулачка имеет паз, в который заходит радиальное ребро шкива; губки двух других кулачков выполняются без пазов: один из них *3* делается правым, а другой *4* — левым. Такая наладка обеспечивает надежное закрепление шкива.

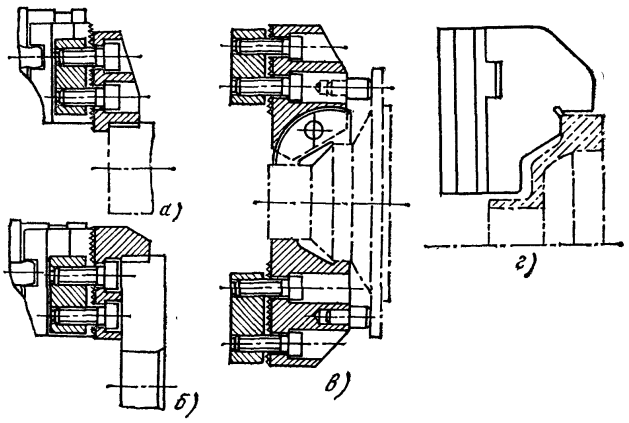


Рис. 2. Примеры наладок трехкулачковых патронов

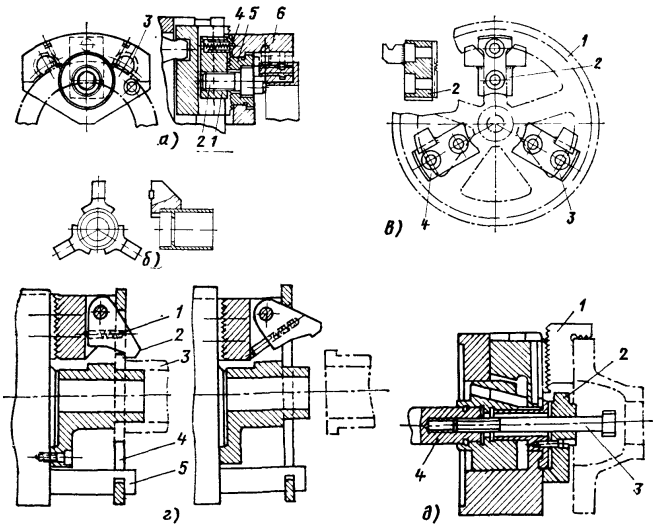


Рис. 3. Примеры наладок трехкулачковых патронов для обработки тонкостенных деталя

На рис. 3, *г* показана наладка с плавающим кольцом для осевого зажима. В пазах кулачков на оси установлены качающиеся губки *2*, поджатые с помощью пружины *1* к плавающему кольцу *4*. Когда кулачки патрона расходятся, губки поворачиваются внутрь и прижимают деталь *3* к буртику центрирующей оправки. При обратном движении кулачков пружины отбрасывают губки, и изделие снимается. Плавающее кольцо подвешено на трех специальных опорах *5*, прикрепленных к корпусу патрона.

На рис. 3, *д* приведена наладка клинового патрона для полной обработки детали в две установки на револьверном станке. При первой установке деталь центрируется и зажимается кулачками *1*; при этом обрабатываются отверстие и свободный торец детали. Для обработки второго торца деталь переворачивают, устанавливают на центрирующий палец *2* и закрепляют болтом *3*, связанным с тягой *4*; под головку болта устанавливают шайбу (на рисунке не показана). Элементы патрона не мешают выполнению как первой, так и второй установки.

При обработке деталей типа тел вращения в патронах особое внимание следует обратить на точность центрирования деталей.

Методы повышения точности центрирования при обработке в патронах. При обработке деталей в патронах известны три способа получения концентричных поверхностей: обработка всех (или большинства) поверхностей, по возможности, с одной установки; обработка с базированием от точно обработанной наружной поверхности и обработка с базированием от отверстия, точно обработанного в предыдущей операции (или установке).

При первом способе условия обработки оказываются наиболее благоприятными, так как исключаются ошибки, неизбежные при каждой новой установке заготовки. При втором и третьем способах точность центрирования будет целиком зависеть от точности приспособления.

В самоцентрирующих патронах точность обработки зависит от исходной точности центрирующего механизма. В четырехкулачковых самоцентрирующих патронах при малейшей неточности центрирующего механизма или искаженной (не круглой) форме заготовки установочные поверхности кулачков не располагаются на одной окружности, и при этом деталь зажимается не четырьмя кулачками, а только двумя или тремя. Во всех патронах на точность центрирования в значительной степени влияет износ направляющих корпуса и кулачков. Смена накладных кулачков также неизбежно сопряжена с потерей точности из-за дополнительных погрешностей изготовления. Таким образом, всякая перестановка кулачков приводит к снижению точности центрирования.

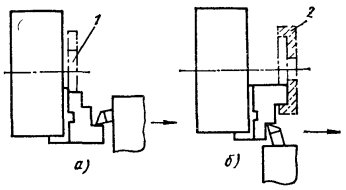


Рис. 4. Схемы растачивания сырых кулачков

Как уже указывалось ранее, для повышения точности обработки в самоцентрирующих патронах применяют кулачки, растачиваемые непосредственно на патроне, установленном и жестко закрепленном на станке. В этом случае возможные нарушения точности центрирования восстанавливаются растачиванием кулачков. Обработка кулачков производится под нагрузкой. Для того чтобы выбрать все зазоры, в кулачках предварительно зажимается диск *1* (рис. 4, *а*) или кольцо *2* (рис. 4, *б*). При этом создается напряжение, которое потом воспроизводится и при зажиме реальных заготовок. Диаметр зажимаемого диска должен равняться наибольшему диаметру обрабатываемой детали, а диаметр кольца, зажимаемого обратными кулачками, — наименьшему диаметру.

Рассмотренные методы получения концентричных поверхностей при обработке в патронах, а также повышение точности изготовления самих патронов позволяют заметно повысить точность токарной обработки. Кроме патронов при обработке деталей типа тел вращения применяются планшайбы.

Опыт применения систем станочных приспособлений на различных предприятиях с серийным характером производства выпускаемой продукции позволил разработать унифицированные ряды планшайб многократного применения, отвечающих необходимым требованиям любого предприятия.

Обрабатываемые детали центрируются на планшайбах с помощью сменных наладок. Для крепления наладок на планшайбах имеются ряды резьбовых отверстий или Т-образные пазы. Крепление обрабатываемых деталей может производиться либо с помощью центрального зажима, либо прижимными планками (прихватами) в зависимости от расположения обрабатываемых поверхностей и размеров деталей.

Концентричность поверхностей обрабатываемых деталей обеспечивается выверкой планшайб по посадочной втулке или по посадочной шейке переходника. При работе планшайбы должны быть ограждены защитными заградительными щитками, устанавливаемыми на станках.

Конструкции и диаметры стандартизованных планшайб приведены в табл. 1. Примеры применения планшайб показаны на рис. 5.

На рис. 5, *а* приведен пример применения гладких планшайб. В данном случае специализированное наладочное приспособление (СНП) для обработки деталей типа колец комплектуется из самой планшайбы *2*, переходного фланца *1* (ГОСТ 3889—71) и комплекта стандартных прихватов *9*. Обрабатываемая деталь *4* может быть закреплена или с помощью прихватов *9*, или центральным зажимом, состоящим из стандартных и специальных деталей: опорной втулки *3*, шайбы — прихвата *5*, шайбы *6*, гайки *7* и винта *8*.

На рис. 5, *б* показана наладка планшайбы с угольником для обработки деталей типа мелких корпусов, кронштейнов, подшипников и др. Приспособление в этом случае комплектуется планшайбой *2*, переходным фланцем *1*, угольником *7* и откидным зажимом *4*. Специальными элементами наладки в данном случае являются планка с пальцами *6* для базирования детали *5* и противовес *3*.

На рис. 5, *в* показано специализированное наладочное приспособление для обработки деталей типа колец, крышек, фланцев и др. Оно состоит из ступенчатой планшайбы *2*, переходного фланца *1* и набора передвижных прихватов *4*. Деталь *3* в этом случае центрируется непосредственно на планшайбе, что исключает необходимость специальной наладки. Если же диаметр центрирующего пояска на планшайбе не соответствует диаметру базовой поверхности детали, то необходимо изготовить специальное переходное кольцо. На рис. 5, *г* и *д* показаны типовые наладки на планшайбы, с помощью которых можно обработать любые детали типа колец, стаканов, втулок и др.

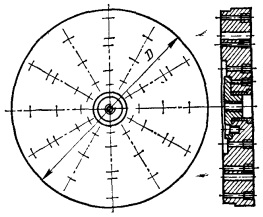
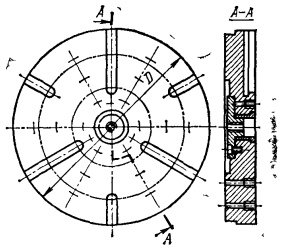
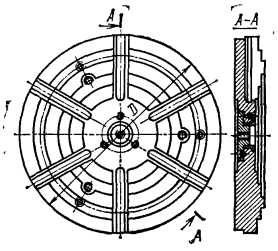
При обработке деталей типа тел вращения на токарных и круглошлифовальных станках применяют стандартные центры и полуцентры упорные, вращающиеся, различные поводковые хомутики и патроны, а также поводковые вращающиеся центры и самозажимные поводковые патроны, описанные в гл. 4.

При высоких требованиях к концентричности внутренних поверхностей относительно наружных применяют и специализированные патроны для различных деталей.

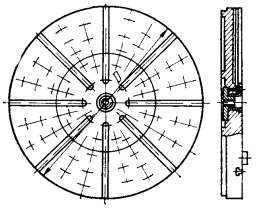
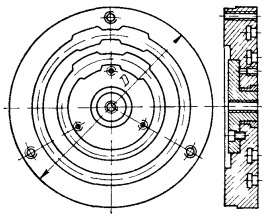
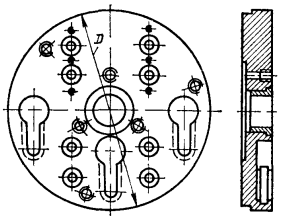
Патроны мембранные (ГОСТ 16157—70*) предназначены для установки и крепления прямозубых и косозубых зубчатых колес при шлифовании центрального отверстия с базированием по профилю зуба и торцу. Стандартом предусмотрены конструкция и основные размеры четырех типоразмеров патронов диаметрами 200, 250, 320 и 400 мм.

В мембранных патронах (рис. 6) центрование и зажим зубчатого колеса осуществляются шестью кулач-

1. Переналаживаемые планшайбы

Обозначение по ГОСТ 21686 — 76	Наименование планшайб	Эскиз
7106—0021 ÷ 7106—0024	С резьбовыми отверстиями гладкие; $D = 160$, 200, 250 и 320 мм. Исполнительные размеры см. с. 369	
7106—0026 ÷ 7106—0053	Гладкие с радиальными Т-образными пазами; $D =$ = 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800 и 1000 мм. Исполнительные размеры см. с. 370	
7106—0091 ÷ 7106—0096	С установочными выступами; $D = 400$, 500 и 630 мм. Исполнительные размеры см. с. 371	

Продолжение табл. 1

Обозначение по ГОСТ 21086 — 76	Наименование планшайб	Эскиз
7106—0098 — 7106—0103	Со съемными штырями $D = 500$, 630 и 800 мм Исполнительные размеры см. с 372.	
7106—0107 — 7106—0109	С круговыми Т-образными пазами D—200, 250 и 320 мм Исполнительные размеры см. с 373	
7106—0112 — 7106—0124	Для обработки деталей на угольниках $D = 160$, 200, 250, 320 400, 500 и 630 мм Исполнительные размеры см. с 374	

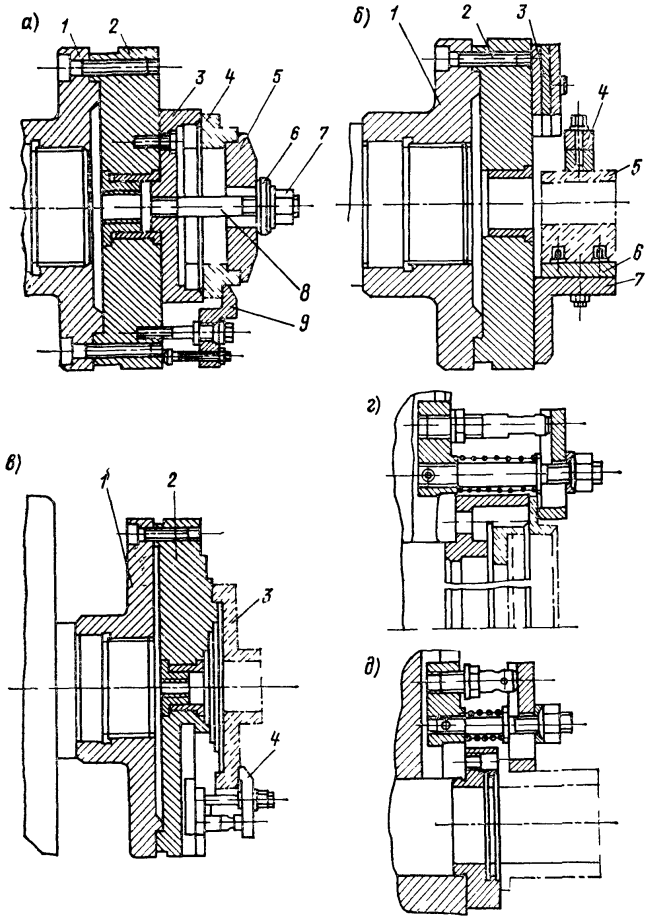


Рис. 5. Примеры применения планшайб

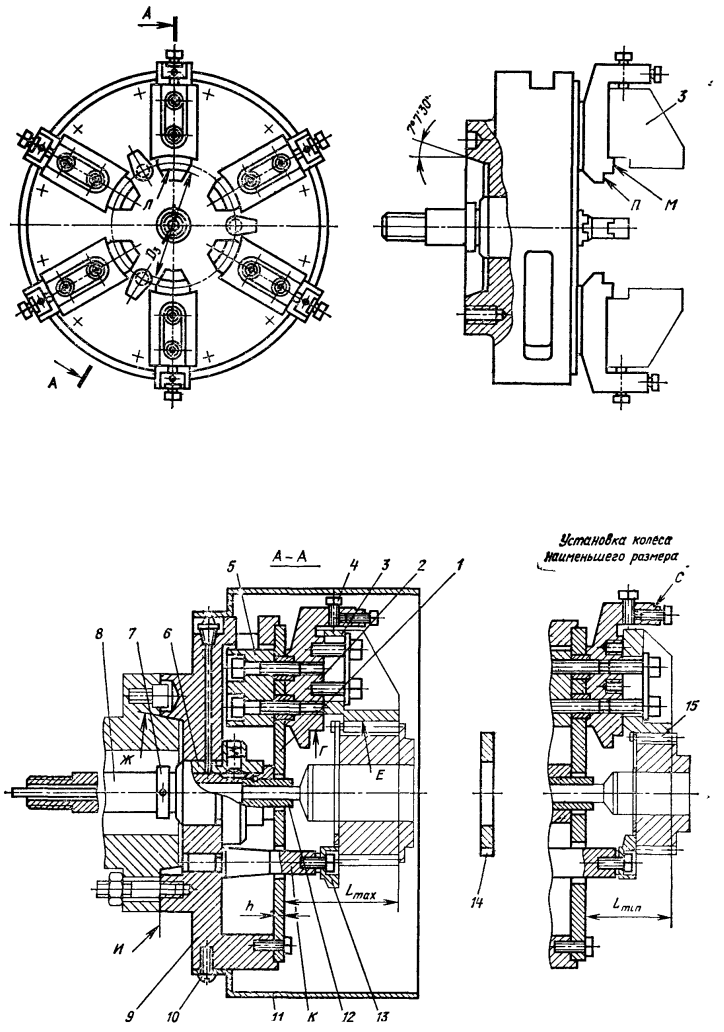


Рис. 6. Специализированный паладочный мембранный патрон для шлифования отверстий в зубчатых колесах

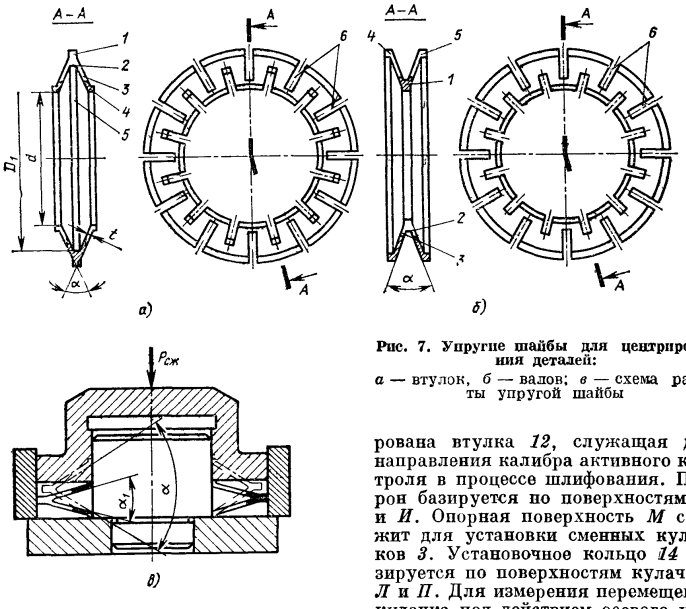


Рис. 7. Упругие шайбы для центрирования деталей:
а — втулок, *б* — валов; *в* — схема работы упругой шайбы

ками *2* мембраны *1*, к которым привертываются сменные кулачки *3* с зажимными поверхностями *Е*. В процессе съема и установки колеса шток *8* прогибает мембрану *1* вправо, и кулачки расходятся. Зубчатое колесо устанавливают в патрон вместе с надетой на него обоймой с шестью роликами *15*. Дополнительное базирование по торцу колеса обеспечивается тремя сменными опорами *13*. Во избежание биения сменных кулачков *3* их шлифуют на месте, для чего в кулачках *2* предусмотрены выточки *Г* под установочное кольцо *14*. Винт *4* служит для регулировки сменных кулачков *3* перед их шлифованием.

Шток *8* предназначен для соединения патрона с механизированным приводом, расположенным на заднем конце шпинделя станка. Предохранительное кольцо *7* ограничивает ход штока вперед (при разжиме). В направляющей втулке *6* смонтирована втулка *12*, служащая для направления калибра активного контроля в процессе шлифования. Патрон базируется по поверхностям *Ж* и *И*. Опорная поверхность *М* служит для установки сменных кулачков *3*. Установочное кольцо *14* базируется по поверхностям кулачков *Л* и *П*. Для измерения перемещения кулачка под действием осевого усилия штока предусмотрена поверхность *С*. Для обеспечения безопасности при работе патрон защищен кожухом *11*, который крепится винтами *10* к корпусу *9*. Уравновешивание патрона осуществляется за счет установки шести противовесов *5*.

Кроме плоских мембран в патронах применяются также рожковые мембраны. Конструкция и основные размеры патронов с рожковыми мембранами приведены в гл. 4.

Оправки применяют в случаях, когда необходимо обеспечить высокую степень концентричности обрабатываемых наружных поверхностей относительно внутренних у деталей типа шестерен, втулок, станков, труб, колец, дисков, фланцев и др. В настоящее время имеется достаточно много стандартных оправок различных конструкций, обеспечивающих обработку указанных деталей. Дальнейшая работа по созданию новых конструкций оправок должна прово-

диться в направлении повышения точности обработки детали при упрощении конструкций и сокращении парка типоразмеров оправок.

В гл. 4 приведены различные конструкции стандартных оправок, применяемых при обработке деталей типа тел вращения. Однако стандартные оправки рассчитаны на обработку деталей с определенным посадочным диаметром или (в случае применения кулачковых и конусных оправок) в небольшом диапазоне диаметров.

В качестве переналаживаемых оправок, специализированных для обработки деталей типа тел вращения, могут быть рекомендованы оправки с упругими шайбами, которые имеют большое сходство с рассмотренными выше оправками с тарельчатыми пружинами.

Упругие шайбы (рис. 7, *а* и *б*) выполняются двусторонними с противоположным наклоном боковых плоскостей *2* и *3*, расположенных под углом α и образующих в расширенной части два посадочных пояска *4* и *5*, а в центральной части — центрирующий поясок *1*. Для повышения упругости шайб на боковых плоскостях могут быть выполнены радиальные прорези *6* (с наружной или внутренней стороны).

Усилие сжатия $P_{сж}$ упругих шайб зависит от материала шайбы, угла наклона боковых поверхностей, соотношения геометрических размеров и может колебаться в значительных пределах. При приложении $P_{сж}$ (рис. 7, *в*) вдоль оси упругая шайба сжимается и увеличивается по наружному диаметру до тех пор, пока не будет выбран зазор между шайбой и деталью. Увеличение диаметра происходит за счет уменьшения угла α до α_1, так как длины сторон шайбы сохраняются постоянными. После выбора зазора увеличение $P_{сж}$ вызовет зажим детали за счет упругих деформации сторон шайбы. Максимальное усилие $P_{сж}$ не должно превышать значений, при которых возникают остаточные деформации.

Методика точного расчета упругих шайб пока еще не разработана, однако для ориентировочного расчета потребного усилия сжатия и передаваемого крутящего момента можно использовать табл. 3 и приведенные ниже формулы.

Рекомендуемое усилие сжатия (Н) можно определить по формуле

$$P_{сж} = (1 \div 3)\,10^5 \frac{D_1 t^2}{[(D_1 - d)/2]\cos\alpha},$$

где $(1 \div 3)\,10^5$ — эмпирический коэффициент, учитывающий увеличение центрирующего диаметра, механические свойства материалов (сталь марки 65Г или 60С2А), термообработку (*HRC* 48—52), отсутствие остаточных деформаций после снятия нагрузки коэффициент запаса прочности, отклонения при изготовлении и другие параметры (выведен на основании экспериментов); α — угол между коническими сторонами шайбы в свободном состоянии, градусы; D_1, t, d — геометрические параметры шайб (см. рис. 7, *а*).

Передаваемый шайбой крутящий момент (Н·м) определяют по формуле

$$M_{кр} = \frac{P_{сж}}{\operatorname{tg}\alpha/2}\eta f\frac{d}{2},$$

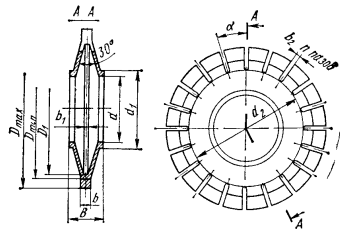
где $\eta \approx 0{,}75$ — КПД шайбы; f — коэффициент трения

Основные размеры упругих шайб приведены в табл. 2, а их технические характеристики в табл. 3. На упругие шайбы разработаны руководящие технические материалы.

Упругие шайбы получили применение при проектировании станочных приспособлении в качестве центрирующего, зажимного и стопорящего элементов. На рис. 8 показан пример закрепления втулки на фланцевой оправке с упругими шайбами и пневматическим приводом.

При эксплуатации оправок с упругими шайбами имели место случаи пережима шайб, в результате чего наблюдались остаточные деформации. Для устранения этого недостатка были предложены специальные устройства для закрепления цилиндрических деталей. На рис. 9, *а* показано устройство для закрепления детали типа втулок, а на рис. 9, *б* — для закрепления валов. Эти устройства состоят из упругой шайбы *2*, двух предохранительных шайб *1* и *3*,

2. Основные размеры упругих шайб, мм



$D_{min}-D_{max}$ (поле допуска *H7*)	D_1	d (поле допуска *H7*)	d_1 (пред. откл. ±0,1)	B (поле допуска *h11*)	b	b_1	b_2	α, ° (пред. откл. ±2′)	Число пазов a	Масса, кг
25—32	23,4	12	15	22	6	2,5	1	30	12	0,005—0,006
32—40	30,4	16	20	28	8		1,2			0,006—0,009
40—50	38,4	20	25	36	10	3	1,6	22°30′	16	0,011—0,016
50—63	48,4	25	30	45	12	4	2			0,018—0,027
63—80	61	32	38	56	16	5	2,5	18	20	0,030—0,042
80—100	77,6	40	46	70	20	6	3	18	20	0,059—0,082
100—125	96,8	50	58	90	25	8	4	15	24	0,122—0,326
125—160	121	63	68	110	32	10	5			0,421—0,758
160—200	155	80	90	140	40	12	6	12	30	0 820—1,850

Примечания 1 Материал — сталь 65Г по ГОСТ 1050 — 74** Допускается замена этой стали на стали качественные рессорно пружинные горячекатаные с механическими свойствами не ниже, чем у стали 65Г

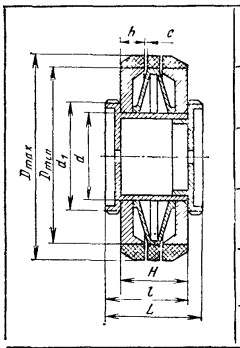
2 Твердость *HRC* 48 — 52

3 Допуск радиального биения поверхности диаметра D относительно оси поверхности диаметра d по 9-й степени точности (СТ СЭВ 636—77)

3. Технические характеристики упругих шайб

$D_{min}-D_{max}$, мм	Наибольший диаметральный зазор между шайбой и обрабатываемой деталью, мм	Наибольшая деформация шайбы до зажима (сжатие), мм	Рекомендуемое усилие сжатия шайбы $P_{сж}$, Н	Крутящий момент, передаваемый шайбой, $M_{кр}$, Н·м
25—32	0,18	0,392	2 500—6 000	3,5—10,0
32—40	0,22	0,490	3 200—6 000	5,7—12,7
40—50	0,22	0,475	4 000—7 000	9,0—18,7
50—63	0,26	0,544	4 000—8 000	11,0—26,6
63—80	0,26	0,530	5 000—10 000	17,5—41,5
80—100	0,305	0,636	8 000—16 000	35,6—84,0
100—125	0,305	0,613	10 000—20 000	55,5—133,0
125—160	0,350	0,699	12 500—20 000	86,5—167,0
160—200	0,350	0,666	12 500—20 000	112,0—222,0

4. Основные размеры устройства для закрепления цилиндрических деталей, мм



$D_{min}-D_{max}$	d (поле допуска H7)	d_1	L	l	H	h	c
25—32	12	16	16	13	10	3,25	0,6
32—40	16	20	18	15	12	4,15	
40—50	20	25	22	19	16	5,80	0,8
50—63	25	32	28	24	20	7,20	
63—80	32	40	34	30	25	9,10	1,0
80—100	40	50	40	36	32	12,00	
100—125	50	60	52	46	40	14,90	1,2
125—160	63	80	62	56	50	18,80	
160—200	80	100	72	66	60	22,60	1,6

втулки *5* и пробки *4*, изготовленных из полиэтилена и служащих для хранения устройства в комплекте (другого служебного назначения втулка и пробка не несут). При осевом сжатии устройства зазоры *а* между упругой и предохранительными шайбами выбираются, но упругих деформаций при этом не наблюдается. Такие устройства применяют в различных оправках в качестве сменных узлов, которые изготовляют для каждого применяемого диаметра и могут быть установлены на оправках любой конструкции. Эти устройства, как и упругие шайбы, унифицированы. Для зажатия деталей типа втулок диаметром 25—200 мм достаточно иметь всего девять заготовок, которые могут быть дообработаны на любой промежуточный размер. Основные размеры устройств для зажатия цилиндрических деталей приведены в табл. 4.

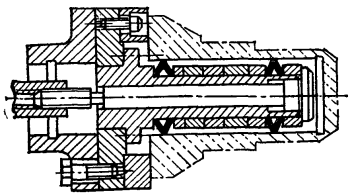


Рис. 8. Фланцевая оправка с упругими шайбами

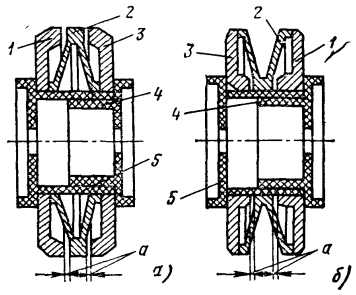


Рис. 9. Устройства для зажима цилиндрических деталей

Во ВПТИэнергомаш разработаны РТМ 24.009.024 — РТМ 24.009.041, в которых обобщен опыт проектирования и эксплуатации оправок с применением упругих шайб и устройств для закрепления цилиндрических деталей; разработаны унифицированные ряды стандартных деталей и оправок, позволяющие обработать практически любые детали типа втулок на токарных и шлифовальных станках с достаточной степенью точности при сравнительно малых затратах времени и средств на проектирование и изготовление. Применение таких оправок позволяет в несколько раз уменьшить потребность в их числе, улучшить качество обработки и получить ряд дополнительных выгод.

Набор стандартных деталей и сборочных единиц позволяет в случае необходимости спроектировать оправку, в которой специальной деталью будет только корпус, а остальные детали — стандартные.

На рис. 10, *а* показана центровая оправка (РТМ 24.009.036) для обработки деталей типа втулок с внутренним диаметром $D_{вн} = 25 \div 100$ мм. Она состоит из корпуса *1*, упорной шайбы *2* (РТМ 24.009.026), набора дистанционных колец *3* и гайки *4*. Упорная шайба *2* является торцовым упором для обрабатываемой детали. Набор дистанционных колец *3* позволяет подобрать любое расстояние между сменными комплектами *5* в пределах длины оправки. Зажим обрабатываемой детали осуществляется гайкой *4*. Оправки могут быть укомплектованы как одним, так и двумя сменными узлами. На таких оправках можно обрабатывать втулки большой длины с гладким цилиндрическим отверстием, а с помощью одного сменного узла — короткие втулки. Возможна и обработка втулок, имеющих ступенчатые посадочные отверстия.

На рис. 10, *б* показана фланцевая оправка (РТМ 24.009.038), преимуществом которой по сравнению с предыдущей является то, что она закрепляется на шпинделе станка через переходную планшайбу, т. е. в этом случае отпадает надобность устанавливать на станок оправку вместе с деталью. На шпинделе станка эта оправка закрепляется фланцем *1*, к которому корпус оправки *2* прикреплен винтами. Упорная шайба *3*, набор дистанционных колец *4*, гайка *5* и сменные узлы *6* служат для тех же целей, что и в центровых оправках. Для точной и устойчивой работы оправка поджимается центром задней бабки.

На рис. 10, *в* показана стандартная шпиндельная оправка (РТМ 24.009.040), предназначенная для обработки втулок с внутренним диаметром 25—100 мм. Оправка крепится с помощью стандартных хвостовиков в шпинделе передней бабки. Конструкция этой оправки аналогична конструкции концевой оправки. При обработке труб и других деталей со сквозным отверстием применяют одновременно две оправки; вторая оправка закрепляется в шпинделе задней бабки.

На рис. 11, *а* показана шпиндельная оправка с упругими шайбами и пневматическим приводом по РТМ 24.009.041, предназначенная для обработки деталей с внутренним диаметром $D_{рп} = 40 \div 200$ мм. Такие оправки крепятся с помощью хвостовиков в шпинделе передней или задней бабки. Состоят они из корпуса *1* и упорной шайбы *2*; центрирование и зажим деталей осуществляются с помощью сменных узлов *3* и тяги *4*, приводимой в действие от пневматического привода, смонтированного на передней или задней бабке станка.

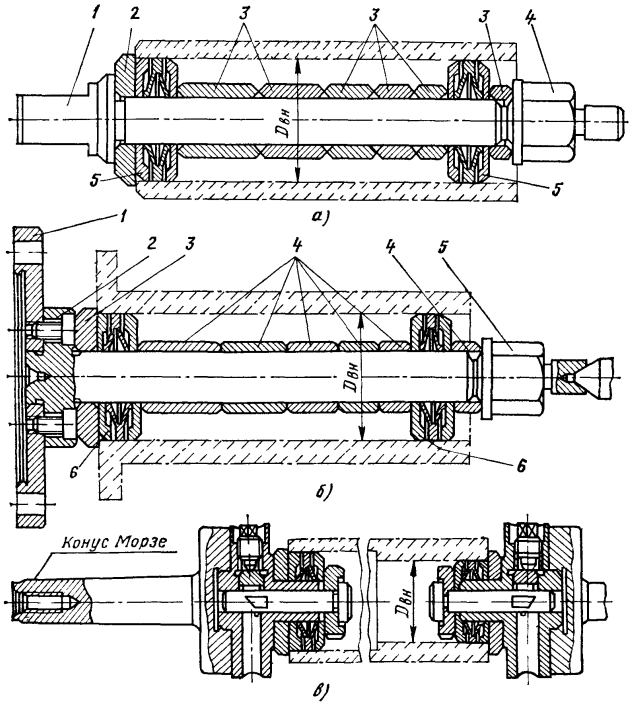


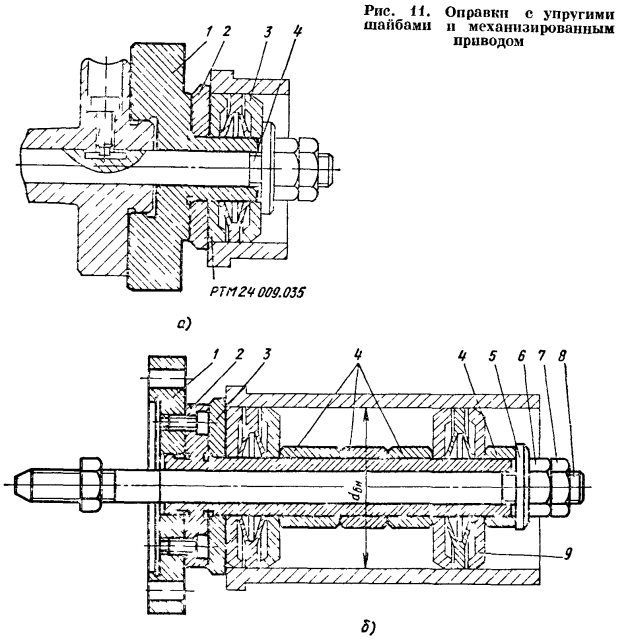
Рис. 10. Оправки с упругими шайбами для закрепления деталей типа втулок

На рис. 11, *б* изображена фланцевая оправка с упругими шайбами и пневматическим приводом по РТМ 24.009.039, предназначенная также для обработки втулок с внутренним диаметром 40—200 мм. Фланец *1* оправки крепится к переходному фланцу, закрепленному на шпинделе станка. Корпус оправки *2* винтами прикреплен к фланцу *1*. Оправка комплектуется упорной шайбой *3*, набором дистанционных колец *4*, шайбой *5*, гайкой *6* и контргайкой *7*. В зависимости от конструкции обрабатываемой детали она зажимается и центрируется одним или двумя сменными зажимными устройствами *9*. Тяга *8*, закрепленная в штоке механизированного привода, при его включении зажимает деталь.

Приведенный набор оправок позволяет заменить большое число применяемых типоразмеров до минимума.

Для того чтобы получить высокую точность центрирования на оправках с упругими шайбами, необходимо обточку всех поверхностей упругих шайб производить с одной установки заготовки, окончательное шлифование наружной поверхности шайб производить на оправке в сборе в предварительно сжатом состоянии, центры оправок должны быть при-

Рис. 11. Оправки с упругими шайбами и механизированным приводом



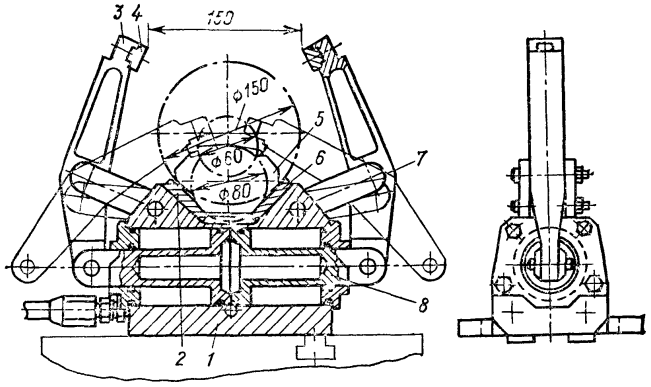


Рис. 12. Специализированное наладочное приспособление для фрезерования деталей типа валов и втулок

терты, а шайбы не должны проворачиваться (прорезей на шайбах можно не делать), посадочные поверхности следует выполнять по 5 му или 7-му квалитету

Приспособления для фрезерных станков. Во многих случаях при обработке деталей типа тел вращения на фрезерных станках в серийном производстве обходятся без проектирования и изготовления специальных или специализированных переналаживаемых приспособлений. Для закрепления деталей используются универсальные тиски с призматическими губками Иногда проектируют наладки к универсальным наладочным тискам с учетом размеров и конфигурации обрабатываемых деталей и лишь в сравнительно редких случаях, когда определенные группы деталей изготавливают большими партиями, проектируют специализированные переналаживаемые приспособления. Для мелких деталей в крупносерийном производстве часто приспособления проектируют многоместными или применяют непрерывное фрезерование на круглых столах Ниже описаны некоторые конструкции таких приспособлений

Специализированное наладочное приспособление для фрезерования деталей типа валов и втулок показано на рис. 12 При использовании этого приспособления обрабатываемые детали диаметром 80—150 мм устанавливают на призму, составленную планками *2* и *6*, прикрепленными к корпусу *1*. Детали относительно меньших диаметров (60—80 мм) устанавливают в сменной детали — призме *5*, которая опирается на те же планки *2* и *6*. В корпусе *1* приспособления встроен гидроцилиндр с двумя поршнями, штоки которых шарнирно соединены с корпусом рычагами *7*. При нагнетании масла в поршневую полость цилиндра поршни *8* перемещаются в противоположные стороны, поворачивая прихваты *3*, которые закрепляют обрабатываемые заготовки вставками *4* Раскрепление обрабатываемых заготовок осуществляется при повороте крана управления в положение разжима, при котором масло поступает в штоковые полости цилиндра, поворачивая прихваты в исходное положение. В этом приспособлении закрепляются относительно короткие детали. При необходимости обработки длинных деталей на станке устанавливают два таких приспособления на расстоянии, определяемом длиной обрабатываемых деталей. Усилие зажима каждого прихвата при давлении масла в гидросистеме 5 МПа составляет 10,7 кН.

На рис. 13, *а* показан один из вариантов специализированного наладочного приспособления кассетного типа, предназначенного для той же цели.

В базовую часть *4* этого приспособления встроен гидравлический зажим. Обрабатываемые детали закрепляются в специальных наладках типа кассет *3*, изготовляемых отдельно для каждой группы деталей одного и того же диаметра Наладки устанавливают на верхнюю плоскость базовой части и шпонку *2* Закрепляются сменные наладки двумя Г-образными прихватами *8* и гайками-звездочками *9*. В самих наладках-кассетах обрабатываемые детали закрепляют прихватами *1* и *5*, которым передается усилие зажима от гидроцилиндра одностороннего действия *10* через плавающий клин *7* и два плунжера *6*. Гидроцилиндр соединен с источником давления быстроразъемной полумуфтой *11*. Усилие зажима при давлении масла в гидросистеме 10 МПа составляет 45 кН

На рис 13, *б* показан другой вариант специализированного наладочного приспособления кассетного типа. Базовая часть *6* этого приспособления располагает встроенным гидроцилиндром *5* со штуцером *4*. Здесь также применяются сменные наладки кассетного типа *11*; они устанавливаются на верхнюю плоскость базовой части и на два пальца *9* и закрепляются тремя гайками *7*. Установка заготовок в требуемое по высоте положение осуществляется переналадкой опорной планки *8*, перемещающейся по пазам базовой части приспособления Втулки с буртом и ступенчатые валики могут упираться в бурт или ступень валика. В отдельных случаях упор может быть предусмотрен и в сменной наладке.

Обрабатываемые заготовки уста-

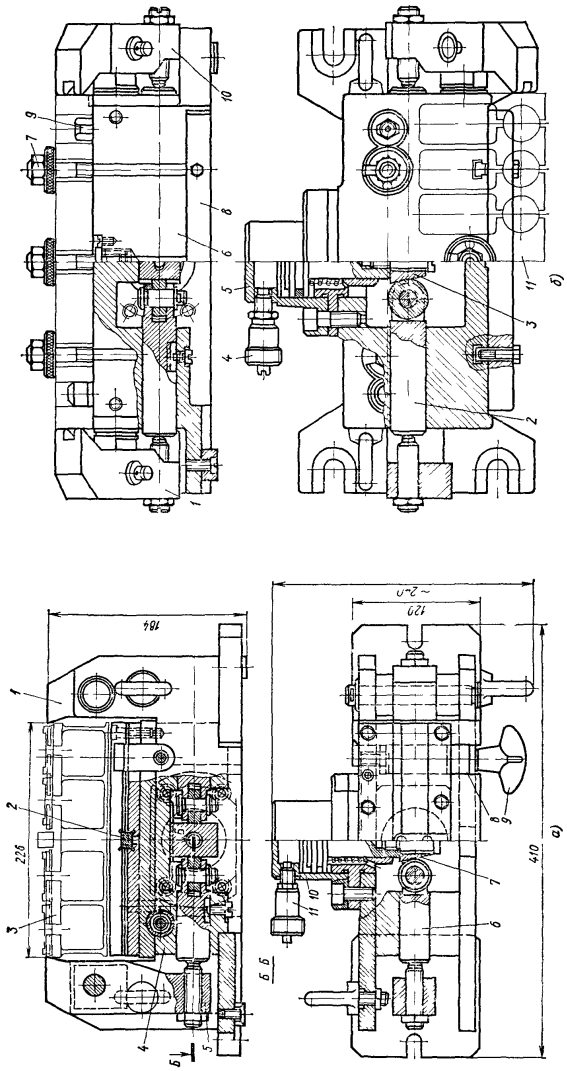


Рис. 13. Специализированное наладочное приспособление кассетного типа для фрезерования деталей типа валов и втулок:
а — 1-й вариант, *б* — 2-й вариант

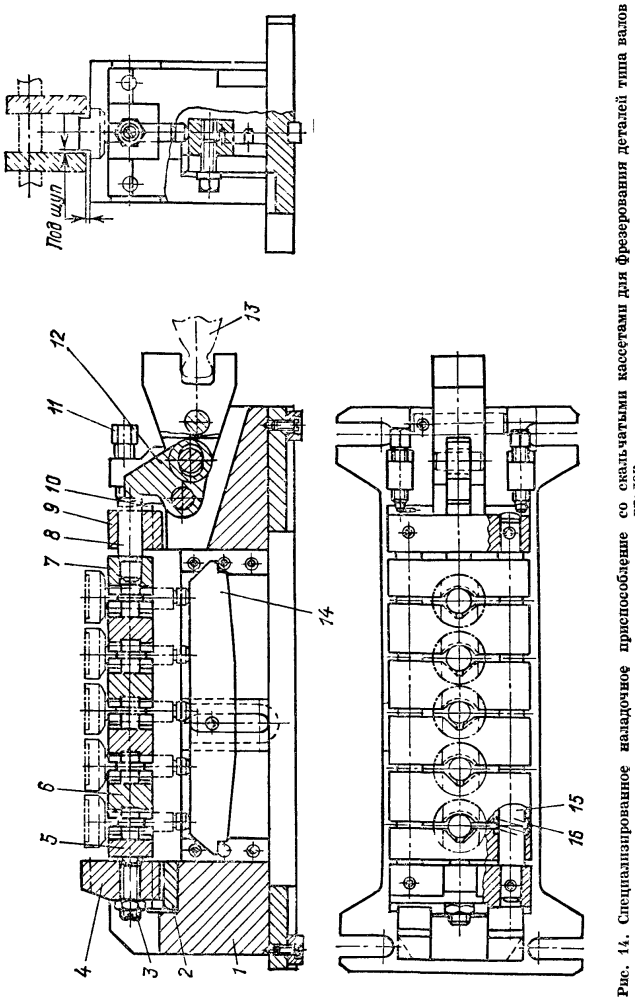


Рис. 14. Специализированное наладочное приспособление со скальчатыми кассетами для фрезерования деталей типа валов и втулок

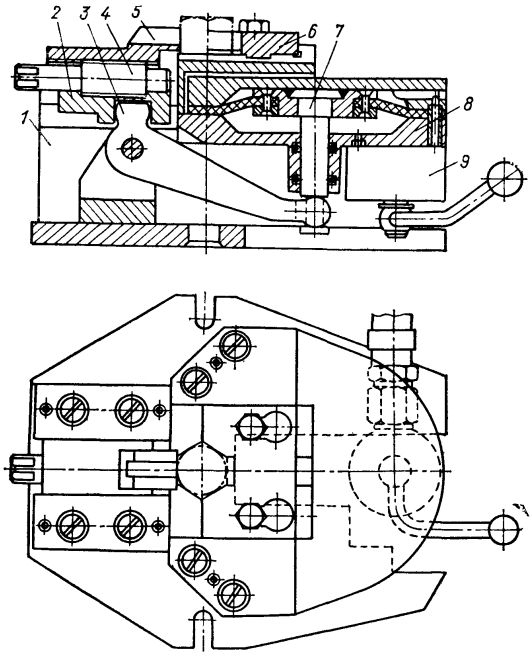


Рис. 15. Специализированное наладочное приспособление с приводом от пневмокамеры для фрезерования пазов и шлицев в мелких деталях

навливаются в гнезда кассет и закрепляются прихватами *1* и *10*. Усилие зажима передается прихватам от гидроцилиндра одностороннего действия *5* через плавающий клин *3* и два плунжера *2*. В данной конструкции применен тот же силовой узел, что и в приспособлении на рис. 13, *а*; усилие зажима при давлении 10 МПа здесь также составляет 45 кН.

На рис. 14 показано переналаживаемое фрезерное приспособление со скальчатыми кассетами. Оно состоит из сварного корпуса *1* и сменных кассет, изготовляемых для каждой обрабатываемой детали.

Кассета представляет собой ряд планок *5*, *6* и *7*, насаженных на две параллельные скалки *15*, закрепленные в щеках *4* и *9*. В планках предусматриваются расположенные на одной оси призматические пазы и цилиндрические выемки, в которых устанавливают обрабатываемые детали. Опорой для обрабатываемых деталей служит передвижная по высоте сменная планка *14*. Устанавливается кассета в приспособлении щеками *4* и *9* на платики *2* и *10* и предохраняется от бокового смещения специальными выступами. Для предотвращения вертикального смещения кассеты на щеках предусмотрены выполненные под углом 10° скосы. Щеке *4* не дает сдвинуться соответствующий скос на корпусе приспособления, а щека *9* своим скосом упирается в два винта *11*. На щеке *4*

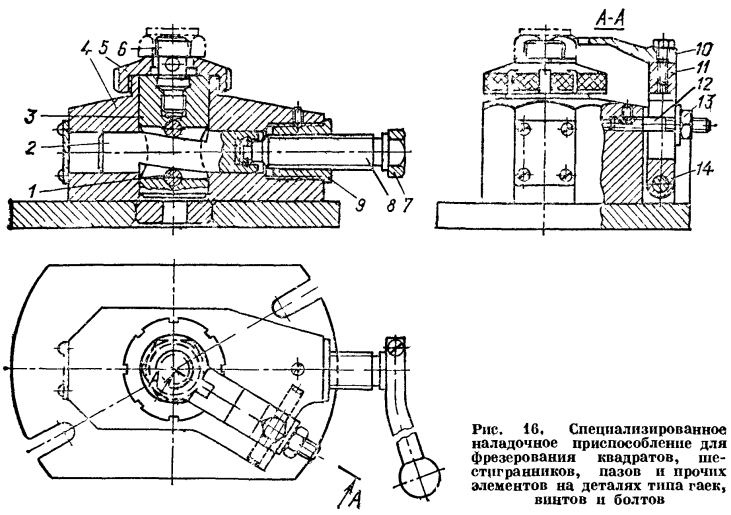


Рис. 16. Специализированное наладочное приспособление для фрезерования квадратов, шестигранников, пазов и прочих элементов на деталях типа гаек, винтов и болтов

предусмотрен установ для настройки фрез с помощью щупа.

При закреплении деталей рычаг *13*, действующий от пневмопривода, поворачиваясь на своей оси, воздействует через другой рычаг *12* на толкатель *8*, который сдвигает планки *5*, *6* и *7*, закрепляя установленные между ними детали. Разводятся планки пружинами *16*. Величина зазора между деталями, обеспечивающего их закрепление при минимальном ходе зажимного рычага силового привода, регулируется при помощи упорного винта *3* с контргайкой.

Переналадка приспособления осуществляется путем смены кассет.

Специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования пазов и шлицев в мелких деталях типа гаек, втулок, винтов, приведенное на рис. 15, применяется при обработке небольших партий деталей.

В этом случае для закрепления деталей в корпусе *1* приспособления смонтирована пневмокамера *8*, шток *7* которой соединен с длинным плечом рычага *3*. Коротким плечом рычаг связан с основанием *2* кулачка, которое вместе с кулачком *5* перемещается в направляющих корпуса. Винт *4* служит для смещения кулачка *5* при настройке приспособления. Обрабатываемая деталь прижимается кулачком к сменной призме *6*. Заменяя призму *6* и кулачок *5*, можно переналаживать приспособление для обработки большой номенклатуры различных мелких деталей. Управляется приспособление распределительным краном *9*.

Специализированное переналаживаемое приспособление, приведенное на рис. 16, предназначено для фрезерования квадратов, шестигранников, пазов и прочих элементов на деталях типа гаек, винтов, болтов, втулок и др.

Приспособление состоит из сварного корпуса *4*, в который помещен шток *3*. Через окно штока *3* проходит цилиндрический стержень *2*, имеющий два косых среза, которыми он соприкасается с закаленными пальцами *1*, запрессованными в штоке.

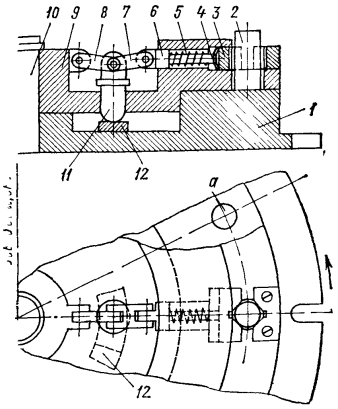


Рис. 17. Схема автоматизации закрепления и раскрепления деталей при непрерывном фрезеровании

Перемещение стержня *2* осуществляется рукояткой *7* с помощью винта *8* и гайки *9*.

Обрабатываемая деталь навинчивается на резьбовой конец переходной сменной оправки *6*. Опорной базой для детали служит торец сменной гайки *5*. При перемещении стержня *2* шток *3* опускается (поднимается), закрепляя (освобождая) при этом установленную на нем деталь. Для обработки деталей, требующих ориентировки относительно одной из обработанных поверхностей, например при прорезке шлица, перпендикулярно одной из граней гайки, в конструкции предусмотрен откидной упор *10*, закрепленный на планке *11*, смонтированной на оси *14* в пазу корпуса. Планка *11* закрепляется в заданном положении шпилькой *12* с гайкой *13*.

Оригинальная схема автоматизации закрепления и раскрепления деталей при непрерывном фрезеровании изображена на рис. 17. Здесь на вращающейся планшайбе *9*, установленной на оси *10*, предусмотрены отверстия, в которые вставляются детали *2*. Вместе с планшайбой вращаются зажимные механизмы, состоящие из плунжеров *11*, шарнирных систем *7* и *8*, штоков *6* и подвижных призм *3*. На неподвижном основании *1* стола в зоне обработки закреплен копир *12* с заходным скосом. Когда очередная деталь подходит к зоне обработки, плунжер *11* поднимается по копиру и через звенья *7*, *6*, мембрану *4* и призму *3* зажимает деталь. Мембраны компенсируют разницу диаметров обрабатываемых деталей в партии. По окончании обработки плунжер *11* соскакивает с копира, пружина *5* возвращает систему в исходное положение, а готовая деталь, подойдя к отверстию *а* в основании стола, проваливается в бункер.

В рассмотренных выше наладках для вращающихся столов на вертикально-фрезерных станках можно обрабатывать плоскости корпусов, фланцев, крышек, кронштейнов, рычагов, прорезать пазы у вилок и выполнять целый ряд других работ. Для непрерывного фрезерования применяются столы с горизонтальной осью вращения. На этих столах удобно производить фрезерование шлицев, пазов, лысок и других поверхностей у мелких деталей типа винтов, гаек, пальцев, валиков и др.

На рис. 18 показана схема автоматизации приспособления с горизонтальной осью вращения для непрерывного фрезерования шлицев корончатых гаек. Основные узлы приспособления: сменный диск (рис. 18, *а*), прижимное устройство (рис. 18, *б*) и редуктор (рис. 18, *в*).

Подлежащие обработке гайки устанавливают на наружной цилиндрической поверхности диска *1*. Базирование по шестиграннику осуществляется с помощью призм на торцах колец *2*, укрепленных на диске. Диск, в свою очередь, закреплен на валу червячного колеса *9*. При подходе к зоне обработки гайки надежно зажимаются планкой *3* усилием пружин *4*. Одновременно могут быть зажаты только две гайки. В планке *3* имеется вырез для прохода дисковой фрезы *5*.

Вращение диску *1* сообщает ходовой винт станка (при отключенной гайке) через цепную передачу *6* и червячный редуктор с двумя червяками *8*. Верхний червяк регулирует-

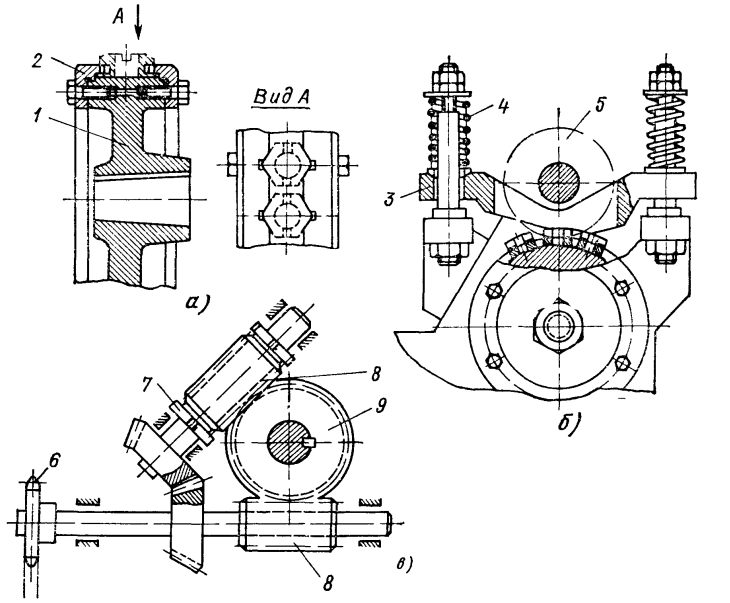


Рис. 18. Схема автоматизации приспособления с горизонтальной осью вращения для непрерывного фрезерования шлицев корончатых гаек

ся в осевом направлении ганками *7* для устранения излишнего зазора в червячном зацеплении.

Стандартные приспособления (табл. 5—9) предназначены для установки заготовок при их механической обработке на фрезерных станках.

Технические требования — по ГОСТ 22129—76.

Приспособления для сверлильных станков. Наибольшее распространение среди сверлильных операций, выполняемых на деталях типа тел вращения, получили операции сверления радиально расположенных отверстии. В деталях типа втулок и фланцев часто производят также сверление и осевых отверстий, расположенных на торце или фланце.

Переналаживаемый кондуктор (рис. 19, *а*) предназначен для сверления радиально расположенных отверстий на концах деталеи типа валиков, тяг и вилок (на нем могут быть обработаны также и отверстия в рычажках небольших размеров). На корпусе *1* этого кондуктора закрепляется сменный кронштейн *4* со сменной кондукторной втулкои *3*. Обрабатываемая деталь *5* опирается на призмы кронштейна *4*, а с другой стороны поджимается центром *6* (или центром *2*), закрепленным в штоке *8*. При переналадке ползун *7*, в котором смонтирован шток *8*, передвигается на нужное расстояние и закрепляется двумя болтами на корпусе приспособления. После установки детали с помощью эксцентрикового зажима *9*, поворачивающегося на оси *10*, она досылается до упора в призму кронштейна *4* и закрепляется.

Подобные кондукторы применяют-

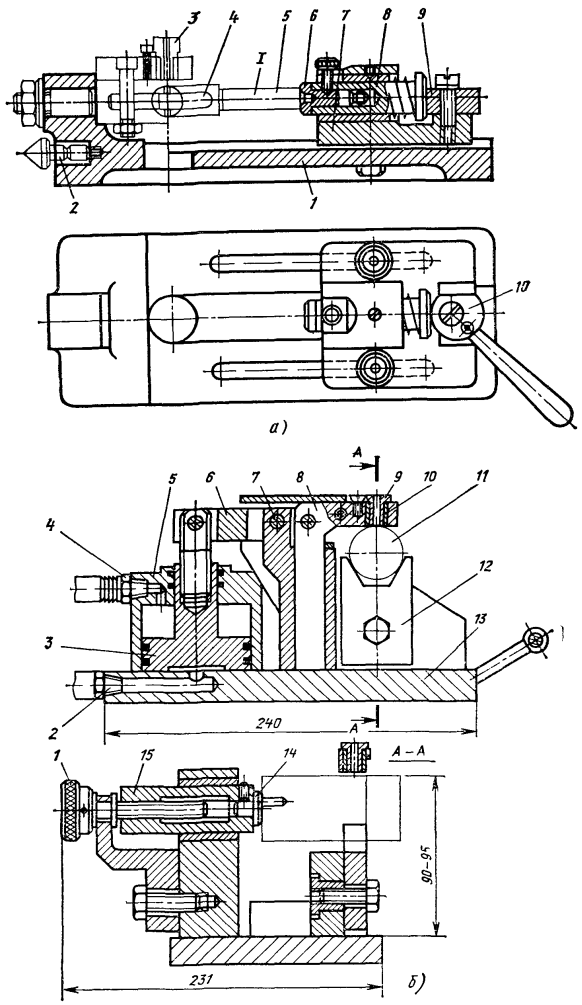
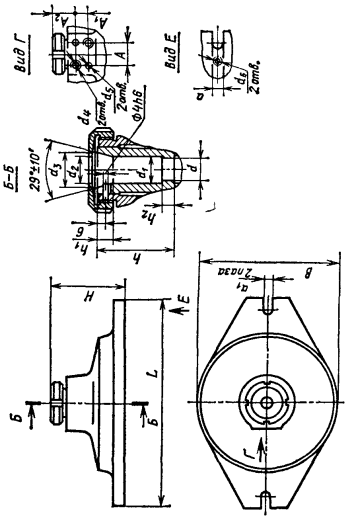


Рис. 19. Переналаживаемые кондукторы для сверления радиально расположенных отверстий:
а — на концах деталей типа валиков, тяг и вилок (*I* — обрабатываемая деталь), *б* — в валиках и шестигранниках

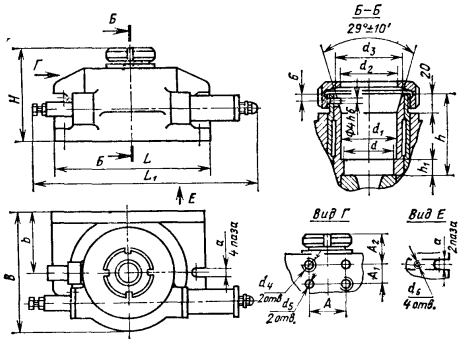
5. Приспособления с пневматическим цанговым зажимом по ГОСТ 22114 — 76 (размеры, мм)



Обозначение приспособлений	d (поле допуска H7)	B	H	L	d₁, не более	d₂	d₃	d₄	d₅ (поле допуска H7)	d₆	A	A₁	A₂	a (поле допуска H7)	a₁	h	h₁	h₂	Усилие зажима, Н (кгс) при давлении, МПа		Масса, кг, не более
		Не более									Пред. откл. ±0,016								0,63	1,0	
7207—0001	21	240	125	340	22,8	22	28	M12	8	M5	40	20	42	14	14	75	10	16	12000	18000	18,0
7207—0002	36	280	140	380	37,6	41	48			M6	50	25	48	18	18	85	20	18	18000	29000	29,0
7207—0003	52	330	160	460	53,6	56	64	M16	10	M6	50	25	48	18	18	90	20	20	25000	40000	55,0

Пример условного обозначения приспособления размером $d = 21$ мм: приспособление 7207—0001 ГОСТ 22114—76.

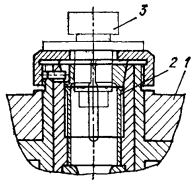
6. Приспособления кантующиеся делительные с пневматическим цанговым зажимом по ГОСТ 22115— 76 (размеры, мм)



Обозначение приспособлений	d (поле допуска H7)	B	H	L	L₁	b	d₁, не менее	d₂	d₃	d₄	d₅ (поле допуска H7)	d₆	A	A₁	A₂	a (поле допуска H7)	a₁	h	h₁	Масса, кг, не более
		Не более											Пред. откл. ±0,016							
7205—0161	36	235	180	500	300	115	37,6	41	48	M12	8	M5	40	20	42	14	14	85	18	48
7205—0162	52	245	190	520	320	120	53,6	56	64	M16	10	M6	50	25	48	18	18	90	20	52

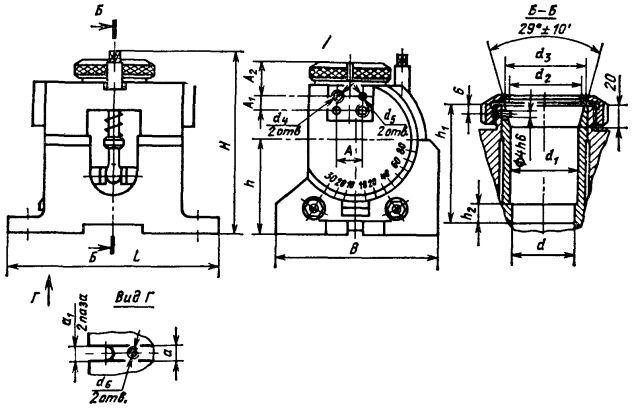
Пример условного обозначения приспособления размером $d = 36$ мм: приспособление 7205 — 0161 ГОСТ 22115 — 76.

Пример применения



1 — приспособление; *2* — наладка; *3* — заготовка

7 Приспособления цанговые наклонные* по ГОСТ 22116 — 76 (размеры, мм)

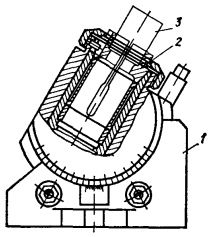


Обозначение приспособлений	d (поле допуска H7)	B	H	L	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5 (поле допуска H7)	d_6	A	A_1	A_2	h	h_1	h_2	a (поле допуска H7)	a_1	Масса, кг, не более
		Не более									Пред откл ±0,016								
7205—0171	36	180	210	210	37,6	41	48	M12	8	M6	40	20	40	110	85	18	14	14	35
7205—0172	52	190	230	250	53,6	56	64	M16	10		50	25	45	115	90	20	18	18	45

* Наклон цанги до 90° в одну сторону и до 30° в другую.

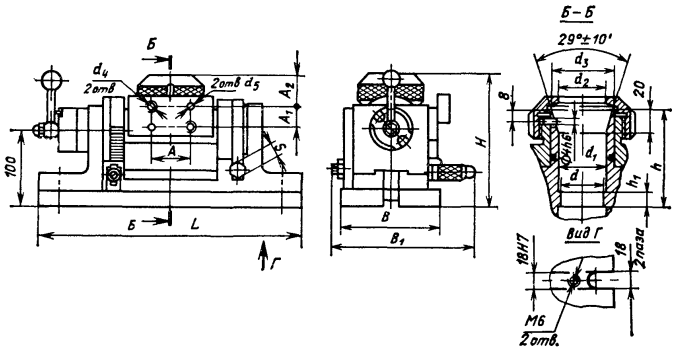
Пример условного обозначения приспособления размером $d = 36$ мм; приспособление 7205 — 01171 ГОСТ 22116 — 76.

Пример применения



1 — приспособление, *2* — наладка, *3* — заготовка

8. Приспособления цанговые наклонные* с пневмогидрозажимом по ГОСТ 22117 — 76 (размеры, мм)

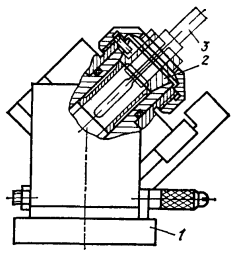


Обозначение приспособлений	d (поле допуска H7)	B	B_1	H	L	d_1, не менее	d_2	d_3	d_4	d_5 (поле допуска H7)	A	A_1	A_2	h	h_1	s (поле допуска h12)	Усилие зажима N, при давлении, МПа		Масса, кг, не более
		Не более									Пред откл ±0,016						0,63	1,0	
7205—0181	36	120	160	210	315	37,6	41	48	M12	8	40	20	32	80	18	17	2800	4500	32
7205—0182	52	140	180	220	340	53,6	56	64	M16	10	50	25	58	90	20	22	4500	7000	50

* Наклон цанги до 90°

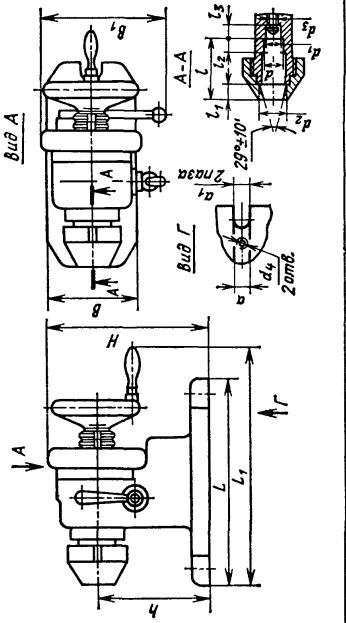
Пример условного обозначения приспособления размером $d = 36$ мм. приспособление 7205 — 0181 ГОСТ 22117 — 76.

Пример применения



1 — приспособление, *2* — наладка *3* — заготовка

9. Стойки делительные с цанговым зажимом по ГОСТ 22118 — 76 (размеры, мм)



Обозначение стоек	d (после Н7)	Не более B	Не более B_1	Не более H	Не более L	Не более L_1	h (пред. откл. ±0,02)	d_1	d_2	d_3	d_4	l	l_1	l_2	l_3	a (после Н7)	a_1	Масса, кг, не более
7207—0011	21	120	180	200	260	310	125	18	28	M16	M5	75	10	16	16	14	14	19,0
7207—0012	36	130	190	250	280	360	160	30	48	M24	M6	85	20	18	20	14	14	28,0
7207—0013	52	170	240	300	310	410	200	48	64	M80	M6	90	20	20	20	18	18	38,0

Пример условного обозначения стойки размером d = 21 мм: стойка 7207 — 0011 ГОСТ 22118 — 76.

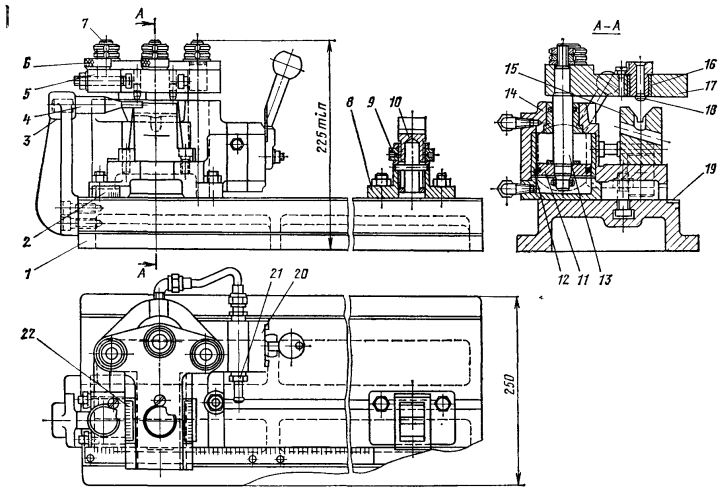


Рис. 20. Переналаживаемый скальчатый кондуктор для сверления радиально расположенных отверстий в деталях типа валов

ся для сверления отверстий в валиках с диаметром шеек 10—60 мм длиной деталей 260—460 мм.

Другая конструкция переналаживаемого кондуктора (рис. 19, *б*) предназначена для сверления радиально расположенных отверстий в валиках и шестигранниках. Обрабатываемая деталь *11* в этом кондукторе устанавливается на сменную призму *12* и закрепляется на ней с помощью Г-образной кондукторной плиты *8*. Последняя соединена рычагом *6* с поршнем *3* пневмоцилиндра *5*. Рычаг *6* установлен на шарнирной оси *7*. В кондукторной плите *8* запрессована постоянная втулка *10*, в которой установлена сменная кондукторная втулка *9*. Для настройки кондуктора по заданной координате отверстия служит подвижной задний упор *15*, в отверстие которого вставляются сменные опоры *14*. Положение заднего упора регулируется винтом с головкой *1*. Сжатый воздух с помощью ножного переключателя подается от цеховой магистрали через штуцера *2* или *4* цилиндра *5*.

Кондуктор снабжен комплектом сменных призм и втулок, применение которых позволяет обрабатывать детали диаметрами 5—40 мм. Отклонение от перпендикулярности оси кондукторных втулок относительно опорной поверхности основания *13* не должно превышать 0,03 мм. Ось втулки кондуктора должна находиться в одной плоскости с осью призмы (допустимое отклонение не более 0,02 мм).

Кондукторы, показанные на рис. 19, относятся к группе специализированных наладочных приспособлений (СНП), так как при их переналадке производится замена наладочных элементов. В тех же случаях, когда наладочные элементы при переналадках не заменяются, наладка осуществляется регулированием элементов приспособления.

На рис. 20 показано специализированное безналадочное приспособление (СБП) — переналаживаемый скальчатый кондуктор с наладкой для сверления радиально расположенных отверстий в деталях типа

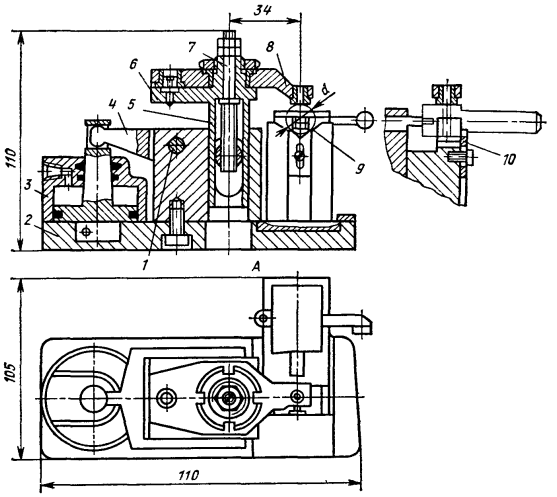


Рис. 21. Переналаживаемый кондуктор для сверления контровочных отверстий в головках винтов

валов Кондуктор состоит из плиты *1*, на которой смонтирован корпус *14*, кондукторной плиты *17*, колодки *8* с призмой *10* и упора *4*. Обрабатываемая деталь устанавливается на призму *15* до упора *4*, смонтированного в кронштейне *3*. Колодка *8* с призмой *10* имеет возможность перемещаться вдоль паза плиты *1*. С помощью гайки *9* она может устанавливаться на нужную высоту и является дополнительной опорой обрабатываемой детали Закрепление и раскрепление обрабатываемой детали осуществляются пневмоприводом, перемещающим кондукторную плиту *17*, закрепленную на скалках гайками *7* и зажимными элементами *18*.

Наладка по заданной координате обрабатываемого отверстия осуществляется перемещением корпуса *14* вдоль плиты *1*. При этом отсчет размера производится по линейке *19* и нониусу *2*.

Помимо основной кондукторной плиты со втулкой *16* в кондукторе предусмотрена еще планка — колодка *5* с кондукторной втулкой *6*, которая может перемещаться на расстояние 20 мм вправо и влево от продольной оси вала, что дает возможность сверлить отверстия, смещенные от оси вала. Отсчет перемещений в этом случае ведется по линейке *22*.

Пневмопривод приспособления состоит из корпуса *14*, в котором запрессована втулка *12*, поршня *11* и штока *13* Сжатый воздух подается из цеховой магистрали через штуцер *21*. Управление подачей воздуха осуществляется краном *20*. Усилие зажима при давлении воздуха в сети 0,5 МПа равно 900 Н.

Кондуктор снабжен комплектом сменных втулок Других наладочных элементов не требуется, так как необходимая переналадка обеспечивается регулированием специально предусмотренных узлов приспособления. Приспособление используется для обработки деталей с широким диапазоном как по длине, так и по диаметру. Наибольший диаметр сверления 12 мм.

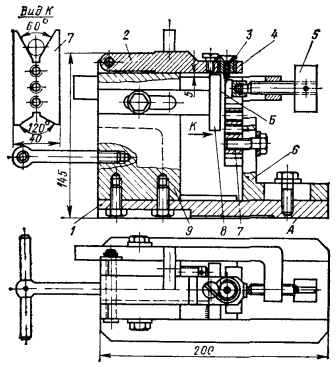


Рис. 22. Переналаживаемый кондуктор для сверления радиально расположенных отверстий во втулках и гайках

К точности наладки приспособления предъявляются следующие требования: при совмещении торца упора *4* с осью кондукторной втулки несовпадение нулевых шкал линейки *19* и нониуса *2* не должно превышать 0,05 мм; при совмещении оси кондукторной втулки *6* с осью призмы *15* несовпадение риски на колодке *5* с нулевыми рисками шкал линеек *22* не должно превышать 0,05 мм.

Переналаживаемый кондуктор (рис. 21) предназначен для сверления контровочных отверстий в головках винтов. Состоит он из основания *2*, на котором смонтированы пневмоцилиндр *3* и направляющая колонка *5*. В направляющей колонке перемещается стойка *6*, связанная при помощи регулировочного винта *7*, шарнирной оси *1* и рычага *4* с пневмоцилиндром *3*.

Обрабатываемая деталь — винт со шлицевой головкой устанавливается в призму *10* и фиксируется при помощи клиновидного фиксатора *9* в горизонтальном и вертикальном положениях, а также под углом 45°. В осевом направлении головка винта доводится до упора. Для того чтобы настроить кондуктор для сверления отверстий в головках винтов различного диаметра, узел фиксатора необходимо переместить относительно призмы в вертикальном направлении. Установка требуемой координаты достигается перемещением призмы с прикрепленным к ней узлом фиксатора относительно кондукторной втулки. Закрепление детали осуществляется с помощью сменной кондукторной плиты *8*, прикрепленной к стойке *6*

Отклонение от перпендикулярности оси кондукторных втулок относительно опорной плоскости *A* основания *2* не должно превышать 0,03 мм; отклонение оси призмы относительно плоскости основания — не более 0,03 мм. Оси кондукторных втулок должны лежать в одной плоскости с осью призмы; отклонение — не более 0,03 мм.

Переналаживаемый кондуктор снабжается комплектом сменных кондукторных плит с запрессованными кондукторными втулками. Он относится к системе СНП. Наименьший диаметр головки винта, который может быть обработан на этом кондукторе, 4 мм, наибольший — 15 мм.

Сверление, зенкование и нарезание резьбы в торцах валов, как правило, осуществляется на токарных станках при закреплении вала в кулачках патрона и люнете В некоторых случаях операцию выполняют и на сверлильных станках При этом вращение придается инструменту Обрабатываемая деталь — вал закрепляется в крепежном приспособлении типа угольника. Базирование осуществляется по фаске на одном из торцов и по одной из шеек вала, для чего в приспособлении предусмотрены коническое углубление (обратный центр) и перемещающаяся по высоте в зависимости от длины вала призма. Приспособление это не является кондуктором, так как оно не имеет направляющих инструмент кондукторных втулок.

Приспособления для сверления отверстий во втулках принципиально сходны с рассмотренными приспособлениями для обработки валов, отличаются они лишь условиями базирования.

Переналаживаемый кондуктор (рис. 22) предназначен для сверления радиально расположенных отверстий

во втулках и гайках. Он состоит из основания *1*, корпуса *9* и угольника *6*, на котором закреплена призма *7*. Обрабатываемая деталь устанавливается на призму и с помощью зажимного винта *5* прижимается к регулируемому упору *8* корпуса. Шарнирная откидная кондукторная плита *2* закрепляется на корпусе *9* приспособления.

Переналадка приспособления для установки координаты обрабатываемого отверстия по длине детали обеспечивается соответствующей установкой регулируемого упора *8*. Призма *7* для базирования и установки детали также может быть отрегулирована по высоте, после установки ее в нужном положении призма закрепляется на угольнике *6*. Кондуктор укомплектовывается набором сменных втулок *3*, устанавливаемых в постоянную втулку *4*. При обработке втулок с цилиндрической базовой поверхностью призма *7* устанавливается так, как это показано на рисунке. При обработке гаек шестигранной формы она переустанавливается так, чтобы деталь опиралась на призматический вырез с углом 120°. Диаметр цилиндрической поверхности детали, устанавливаемой на призму *7*, может изменяться от 8 до 50 мм.

Ось втулки и ось установочного (контрольного) валика, по которому выверяется призма, должны лежать в одной плоскости, перпендикулярной к плоскости *А* основания *1* и торцовой плоскости *Б* упора *8*; допускаемые отклонения — не более 0,05 мм.

На рис. 23 показан специализированный переналаживаемый кондуктор (СНП) для сверления радиально расположенных отверстий в деталях типа втулок на вертикально-сверлильном станке. Кондуктор состоит из корпуса *1*, в котором установлены три скалки с закрепленной на них плитой *6*. Средняя скалка *2* выполнена в виде зубчатой рейки, сцепляющейся с шестерней *3*, приводимой в действие с помощью рукоятки *12* и фиксируемой в нужном положении с помощью фиксатора *4*. Плита *6* имеет паз типа ласточкин хвост, в котором с помощью винта *5* перемещается кондукторная планка *7* со сменной втулкой *8*.

Обрабатываемые детали *9* устанавливаются на сменных пальцах *10*. При обработке одного радиального отверстия обрабатываемая деталь может закрепляться только прихватом *13* с помощью рукоятки *14*. При обработке двух и более отверстий обрабатываемая деталь на базовом пальце может дополнительно крепиться гайкой и быстросменной шайбой (на рисунке не показаны). В этом случае возможно деление на 2, 3 и 6 частей. В случае необходимости сверления другого числа отверстий должна быть заменена базовая втулка с необходимым числом отверстий под шариковый фиксатор *11*.

Наладка скальчатого кондуктора (рис. 24) применяется при сверлении радиально расположенного отверстия в тонкостенной втулке, которую нельзя закреплять на призме или на базовом пальце — штыре, как это было показано на рис. 22 и 23. В таких случаях установку и закрепление детали производят по торцам. Деталь устанавливается на короткий центрирующий палец *3* и при опускании кондукторной плиты *1* скальчатого кондуктора зажимается самоустанавливающейся сферической шайбой *2*. Шайба покачивается на оси *4*, запрессованной в плунжер *5*, перемещающийся под действием скошенного пальца *6*.

Для сверления радиальных отверстий в ступицах втулок и шестерен требуется применение кондуктора, учитывающего возможность обработки деталей с разными размерами ступицы. Переналаживаемый кондуктор, используемый в этих случаях, показан на рис 25. Он состоит из корпуса *1* с вертикальной направляющей типа ласточкин хвост, по которой перемещается ползун *2*. По горизонтальной направляющей ползуна регулируется вылет кондукторной планки *7*, перемещаемой с помощью винта *6* с накатанной головкой *5*; кронштейн *4* удерживает винт от осевого сдвига. Величину перемещения кондукторной планки определяют по шкале *14*.

В планке *7* устанавливают кондукторную втулку *8*. Обрабатываемую

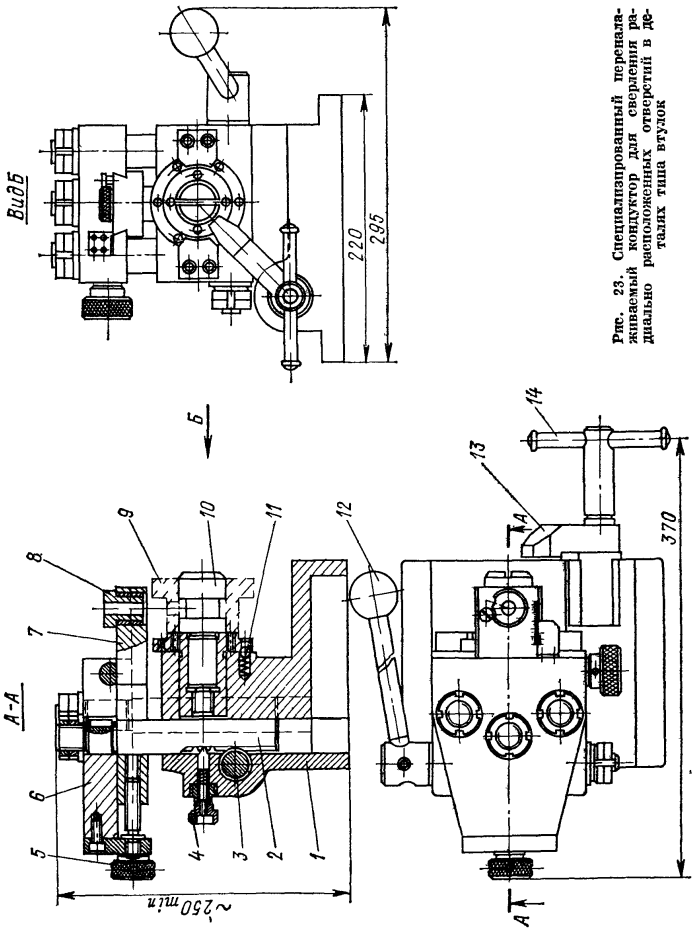


Рис. 23. Специализированный переналаживаемый кондуктор для сверления радиально расположенных отверстий в деталях типа втулок

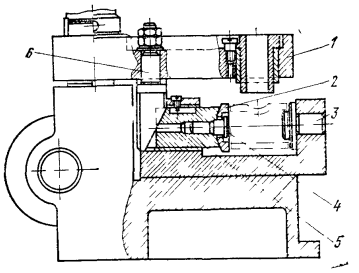


Рис. 24. Наладка скальчатого кондуктора для сверления радиально расположенного отверстия в тонкостенной втулке

деталь надевают на сменный палец, который закреплен винтом *9* в отверстии фланца *10*. В этом отверстии имеется шпоночный паз для фиксации пальца. Конструкция пальца допускает сверление отверстий на любом расстоянии от торца детали. На пальце снята лыска для выхода сверла. Для базирования детали по шпоночному пазу и фиксации положения пальца предусмотрены два штифта.

При настройке кондуктора ползун *2* устанавливают по высоте в зависимости от размера ступицы обрабатываемой детали и закрепляют винтами *3*. Кондукторную планку *7* передвигают на расстояние *A* от торца детали и закрепляют винтом *13*. Риска на линейке *15* должна совпадать с делением шкалы *14*, равным размеру *A*. Деталь закрепляют прихватом *11* и гайкой *12*. Прихват сменный, его размеры зависят от габаритных размеров детали.

Отверстия, оси которых расположены в направлении оси самой втулки, выполняются обычно на фланцах, реже — непосредственно на торце втулки. Компоновка специализированного переналаживаемого приспособления (рис. 26) применяется для закрепления деталей типа втулок и фланцев при обработке отверстий по накладным кондукторам, устанавливаемым на подставке. В данной конструкции применена универсальная подставка под накладные кондукторы, состоящая из плиты *1*, поворотной части *2* и зажимного узла. Наладка состоит из подставки *8*, кондукторной плиты *6* и откидной шайбы *5*. Устанавливается наладка на верхней плоскости поворотной части приспособления, а центрируется по хвостовику плунжера *7*. Закрепляется она вместе с деталью при помощи рукоятки *9*, поворачивающей вал-эксцентрик *10*, конец которого входит в паз плунжера. При повороте рукоятки *9* плунжер перемещается вниз и вместе с ним перемещается тяга *4*, которая с помощью шайбы *5* закрепляет деталь и наладку на приспособлении. С помощью рукоятки *3* поворотная часть кондуктора устанавливается в требуемое положение и затем закрепляется на подставке.

Расстояние от установочной поверхности приспособления до головки тяги *4* позволяет изменять высоту наладки вместе с деталью от 60 до 150 мм; ход тяги в вертикальном направлении 2 мм.

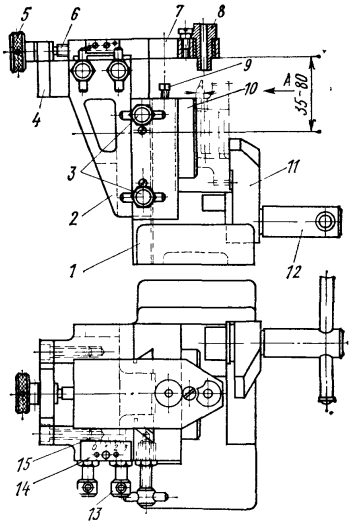


Рис. 25. Переналаживаемый кондуктор для сверления радиально расположенных отверстий в ступицах втулок и шестерен

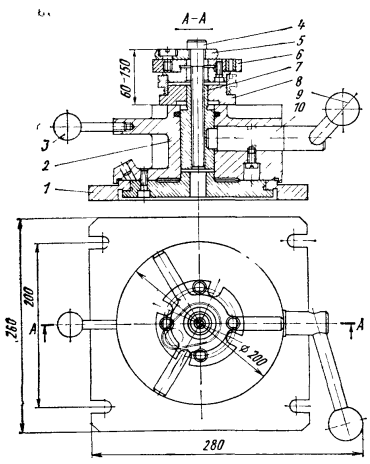


Рис. 26. Компоновка специализированного переналаживаемого кондуктора для сверления отверстий в деталях типа втулок и фланцев

Наладка скальчатого кондуктора (рис. 27) используется при сверлении трех отверстий под резьбу на торце втулки. На корпусе *4* кондуктора закреплена сменная подставка *3*. Деталь *1* устанавливается на эту подставку и центрируется пальцем *2*. При опускании кондукторной плиты *6*, смонтированной на колонке *8*, упор *5*, запрессованный в кондукторной плите, прижимает деталь к подставке *3*. Для создания необходимого зазора h между нижними торцами кондукторных втулок *7* и обрабатываемой деталью высота головки упора *5* выбирается в зависимости от диаметра сверла в пределах 0,3 — 1 диаметра сверла.

Переналадка кондуктора сводится к смене подставки, кондукторной плиты и центрирующего пальца.

Большое распространение при обработке мелких по размерам деталей получили так называемые кантующиеся кондукторы.

На рис. 28, *а* показан переналаживаемый кантующийся кондуктор для сверления трех и шести равнорасположенных отверстий, а на рис. 28, *б* — наладка к этому кондуктору. Здесь, как и в кондукторе, показанном на рис. 33, обрабатываемая деталь *8* центрируется по отверстию *A* в переходнике-стакане *6* и зажимается винтом с накатанной головкой *1* и зажимной пятой *2*. Переходник *6* имеет поверхности не только для установки детали, но и под кондукторные втулки *5*. Центрируется он в корпусе *3* по отверстию диаметром $6H9$, в которое заходит палец *7* корпуса, в этом положении переходник стопорится винтом *9*.

Деление на заданный угол осуществляется кантованием кондуктора по внешним граням. При кантовании ось кондукторной втулки должна занимать нормальное положение по отношению к соответствующей грани. После освобождения прижима деталь может быть вытолкнута из стакана выталкивателем *4*.

Кондукторы этого типа имеют следующие размеры: $D = 36 \div 80$ мм; $L = 50 \div 75$ мм; $H = 64 \div 110$ мм.

На рис. 29 показано переналаживаемое делительное приспособление для сверления радиально расположенных отверстий в круглых гайках и других подобных им мелких деталях.

Приспособление состоит из корпуса *9*, в котором смонтированы шпиндель *2* и делительное устройство, из передвижной кондукторной плиты *5* и сменных наладок *6* (способы установки обрабатываемой детали на наладке показаны на рис. 30). Наладки устанавливаются в гнезде шпинделя *2* по шпонке *7* и закрепляются резьбовой тягой *4*. За счет перемещения кондукторной плиты *5* производится установка кондукторной втулки на требуемый размер. Плита устанавливается по шкале и нониусу и затем закрепляется зажимом *14*. Держатель кондукторной плиты *13*, закрепленный на двух скалках *12*, устанавливается на заданное от оси шпинделя расстояние и закрепляется зажимом *11*. Поворот шпинделя на один угловой шаг осуществляется движением рукоятки *16* против часовой стрелки до упора в палец *17* (в зависимости от положения этого переставного пальца угол

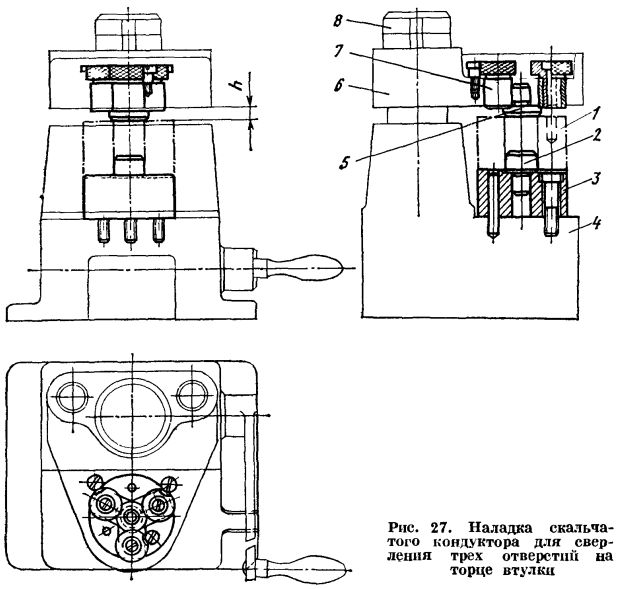


Рис. 27. Наладка скальчатого кондуктора для сверления трех отверстий на торце втулки

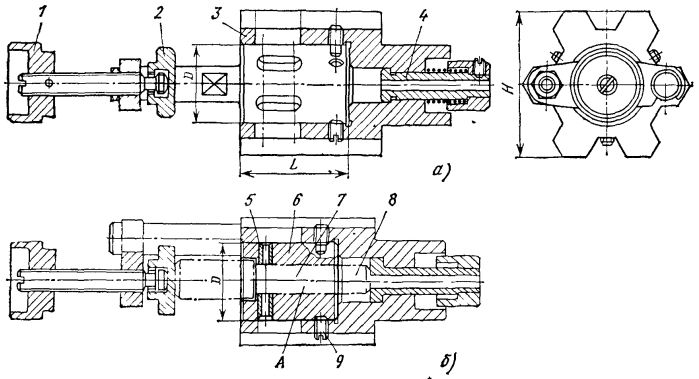


Рис. 28. Переналаживаемый кантующийся кондуктор для сверления трех и шести равно расположенных отверстий

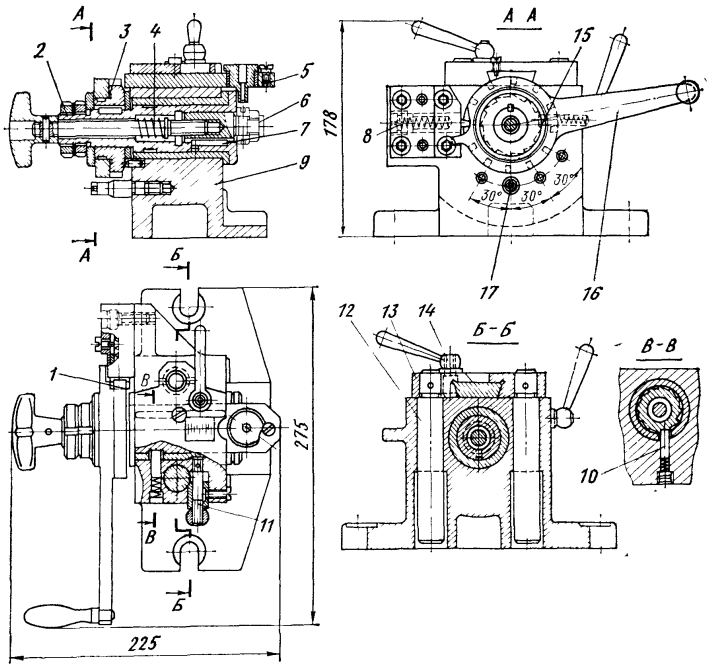


Рис. 29. Переналаживаемое делительное приспособление для сверления радиально расположенных отверстий в мелких деталях

поворота шпинделя изменяется и составляет 30, 60, 90 или 120°). При движении рукоятки *16* против часовой стрелки фиксатор *15* выводится из паза делительного диска *3*, а шпиндель при этом удерживается от вращения собачкой *10*. При обратном движении рукоятки фиксатор *15* поворачивает с помощью храпового колеса делительный диск *3*. При этом осуществляется поворот шпинделя до тех пор, пока фиксатор-собачка *1* под действием пружины *8* не западает в паз делительного диска.

На рис. 30 показаны две наладки для обработки круглых гаек на делительном приспособлении (см. рис. 29). В первом случае (рис. 30, *а*) деталь, насаженная на оправку *2* с быстросъемной шайбой *3*, закрепляется через резьбовую тягу *1*. Во втором случае (рис. 30, *б*) деталь насажена на оправку *2*, хвостовик которой входит в отверстие шпинделя, и зажимается быстросъемной шайбой *3* и гайкой-звездочкой *4*, навернутой на шпильку *1*.

Кондукторы со сменными вкладышами (рис. 31) являются разновидностью накладных кондукторов. В верхней плите корпуса кондуктора предусмотрено отверстие для установки вкладыша, представляющего собой наладочный элемент приспособления. Наружный диаметр вкладыша может изменяться от 32 до

80 мм Помимо втулок расположенных на верхней поверхности вкладыша в кондукторе могут быть предусмотрены и втулки для сверления отверстий на боковых поверхностях обрабатываемой детали Корпуса кондукторов со сменными вкладышами выполняются на ножках что дает возможность обрабатывать детали сравнительно большой высоты В этих кондукторах предусмотрены стандартные зажимные узлы, допускающие переналадку

Пример компоновки кондуктора со сменными вкладышами для сверления восьми отверстий диаметром 4 мм во фланце втулки и одного бокового отверстия диаметром 3 мм показан на рис 32

Вкладыш *1* кондуктора диаметром 80 мм устанавливается в корпусе *5* и закрепляется винтами Обрабатываемая деталь *6* базируется по центрирующему пальцу *2* и прижимается к поверхности вкладыша с помощью винта с барашком *4*, рычажного прижима *8* и опорной (прижимной) шайбы *7* Кондукторные втулки предусмотрены как на торцовой поверхности *3*, так и на боковой поверхности *9* вкладыша В приведенном кондукторе могут обрабатываться детали высотой до 100 мм

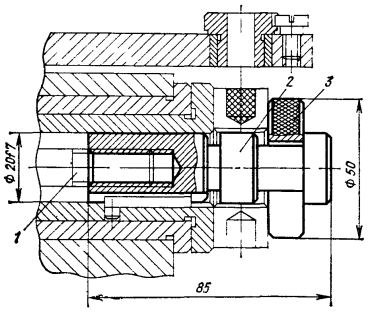
Разновидностью кондукторов со сменными вкладышами можно считать кондукторы вафельного типа, предназначенные для сверления мелких и тонких деталей типа планок Они состоят из двух шарнирно связанных плит нижней постоянной и верхней сменной

Кантующийся кондуктор для сверления отверстий с четырех сторон (рис 33) состоит из четырехгранного корпуса *3*, зажимного узла *1* и выталкивателя *4* Обрабатываемая деталь (втулка или валик) устанавливается в переходник (см рис 28), с кондукторными втулками, имеющий вид стакана, точно выполненного по наружному диаметру Стакан фиксируется профрезерованным в нем пазом по штифту *2* и закрепляется тремя винтами *5*

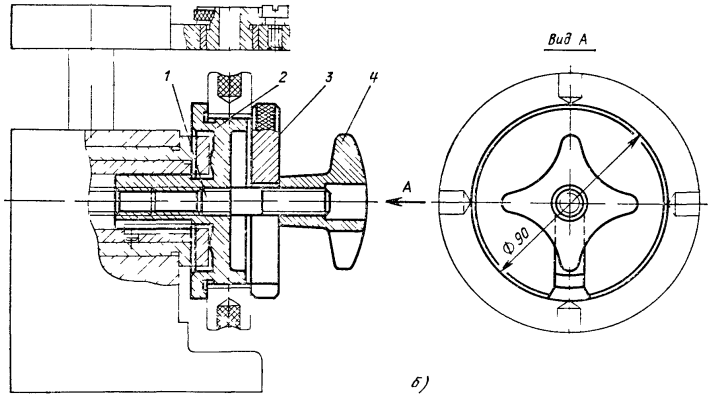
Угол 90° между отверстиями устанавливается последовательным кантованием кондуктора на его внешние грани

Так как обработка отверстий в деталях типа фланцев сходна с рассмотренной обработкой отверстий на фланцах втулок, то здесь рассматриваются приспособления, используемые при обработке равнорасположенных отверстий, когда требуется применение делительных устройств, а также при обработке некруглых фланцев.

На рис 34 показан перепалаживаемый кондуктор с делительным устройством для обработки отверстий на торцах фланцев, дисков и крышек. Состоит он из ползуна *10* с кондукторной планкой *9*, перемещающегося в вертикальном направлении по двум скалкам *18* трехкулачкового патрона *6* (или конусной оправки) для закрепления обрабатываемой детали и делительного устройства, расположенного в корпусе *3* Планка *9* с кондукторной втулкой *8* имеет и горизонтальное перемещение по направляющим ползуна *10* Отсчет перемещений производится по смонтированным на приспособлении линейке и нониусу (на рисунке не показаны). При настройке кондукторная планка устанавливается по линейке на тре-



а)



б)

Рис. 30. Наладки к приспособлению (кондуктору) — по рис. 29

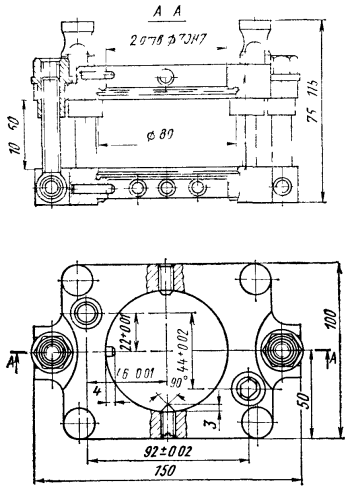


Рис. 31. Компоновка кондуктора со сменными вкладышами

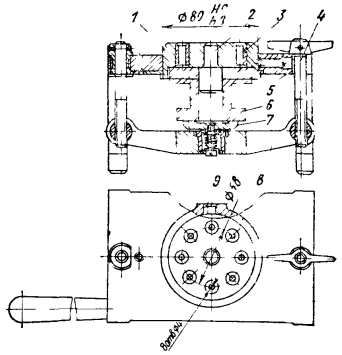


Рис. 32 Унифицированный переналаживаемый кантующийся кондуктор

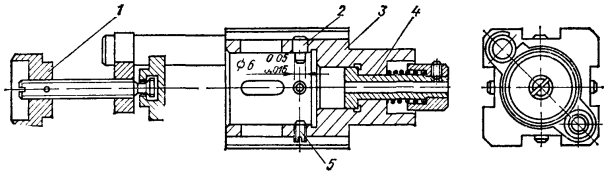


Рис 33 Кантующийся кондуктор для сверления отверстий, расположенных под углом 90°

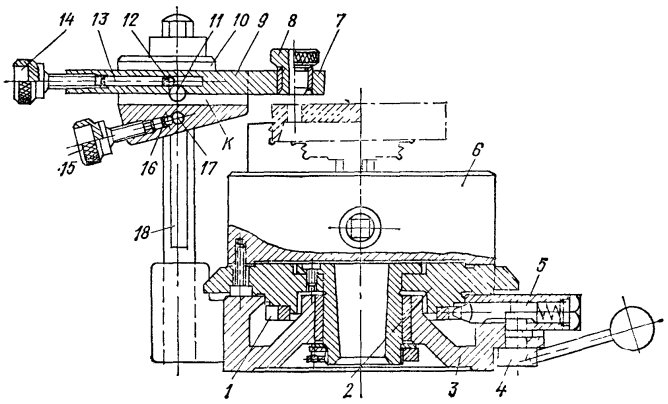


Рис. 34. Переналаживаемый кондуктор с делительным устройством для обработки отверстий на торцах фланцев

буемый диаметр расположения осей отверстий и закрепляется винтом с накатанной головкой *14*. Через плунжер *13* и шарик *12* винт воздействует на рабочий шарик *11*, который заклинивается в V-образном пазу *К* ползуна *10*. В вертикальном положении ползун после его установки зажимается винтом с накатанной головкой *15*, действующим на шарик *16*, который, как клин, передает давление на два промежуточных шарика *17*, расположенных в поперечном канале ползуна *10* и прижимающих помещенные в этом канале плунжеры к скалкам *18*. В кондукторную планку запрессована постоянная втулка *7*, в которую вставляется сменная кондукторная втулка *8*.

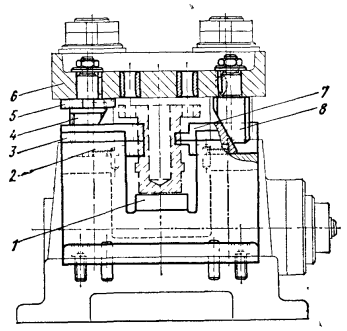


Рис. 35. Наладка скальчатого кондуктора для сверления двух отверстий во фланце втулки

В тех случаях, когда обрабатываемая деталь базируется по отверстию, в коническое гнездо в центре поворотного стола *2* вставляется конусная оправка для закрепления детали. При базировании детали от наружных поверхностей в качестве зажимного устройства применяют трехкулачковый патрон, устанавливаемый на верхнюю опорную поверхность поворотного стола. На сверлильных станках для этой цели чаще всего используют самоцентрирующие переналаживаемые патроны с тремя эксцентриковыми кулачками (ГОСТ 14945—69*).

Делительное устройство переналаживаемого кондуктора состоит из корпуса *3*, на котором смонтирован поворотный стол *2*. К нижней части стола с помощью установочных штифтов и винтов прикреплен делительный диск *1*, в гнезда которого заскакивает фиксатор *5*, управляемый эксцентриковым валиком *4* с рукояткой.

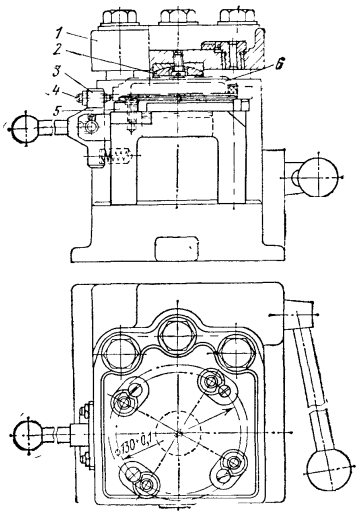


Рис. 36. Компоновка скальчатого кондуктора для обработки четырех отверстий в круглой крышке

В некоторых конструкциях подобных приспособлений закрепление детали осуществляется с помощью пневмопривода.

Переналадка приспособления сводится к настройке патрона или установке оправки, установке требуемого сменного делительного диска и настройке кондукторной планки по высоте и по радиусу вылета втулки.

Весьма успешно для сверления отверстий во фланцах используют скальчатые кондукторы. Наладка скальчатого кондуктора (рис. 35) применяется при сверлении двух отверстий во фланце втулки. Деталь в этом случае устанавливается на подставку *1*, центрируется и зажимается двумя призмами *3* и *7*. Одновременное перемещение призм осуществляется под действием двух скошенных пальцев *4* и *8*, укрепленных в кондукторной плите *6*. Палец *4* выполнен с наружной резьбой, что позволяет при помощи гайки *5* регулировать его вылет. Поднимая или опуская палец *4*, устраняют неточности, допущенные при изготовлении центрирующего механизма. При раскреплении детали призмы возвращаются в исходное положение под действием пружин *2*.

Компоновка скальчатого кондуктора (рис. 36) предназначена для обработки четырех отверстий в круглой крышке. Деталь *6* базируется в этом случае на фланце *5* по внутреннему диаметру обработанной выточки и подрезанному торцу (остальные поверхности крышки не обработаны). По необработанной лыске на наружной поверхности (предусмотренной в штампованной заготовке) деталь фиксируется винтовым упором *4*, установленным в планке *3*. Закрепление детали осуществляется подвижной плитой *1* скальчатого кондуктора через сферическую шайбу *2*. Требуемое расположение отверстий обеспечивается необходимым комплектом кондукторных плит.

На рис. 37 приведены две характерные компоновки, применяемые при сверлении отверстий во фланцах некруглой формы. Деталь, обрабатываемая в накладном кондукторе по рис. 37, *а*, представляет собой втулку с овальным фланцем, в котором требуется просверлить два отверстия. Накладной кондуктор *3* с закрепленной в нем наладкой — кондукторной плитой *4* устанавливается на универсальной подставке *1*. Деталь *7* устанавливается на подкладке *8*, базируется по двум призмам-фиксаторам: неподвижной *2* и подвижной *6*, установленной в направляющей колодке и перемещаемой с помощью винта с головкой *5*. Призмы-фиксаторы прикреплены к корпусу накладного кондуктора винтами; при переналадках они могут быть сняты и заменены другими, соответствующими конфигурации базирующих поверхностей обрабатываемой детали. Откидная планка — прижим *9* настраивается по высоте в зависимости от высоты обрабатываемой детали.

Недостатком рассматриваемой компоновки следует считать то, что усилие резания при сверлении направлено на прижим. Этот кондуктор относится к системе СНП.

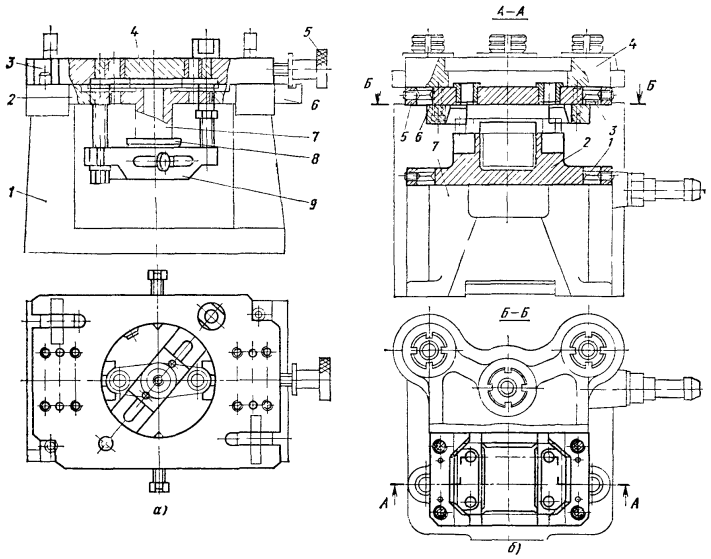


Рис. 37. Компоновки, применяемые при сверлении отверстий во фланцах некруглой формы:
а — накладного кондуктора; *б* — наладки скальчатого кондуктора

В компоновке, приведенной на рис. 37, *б*, изображена наладка скальчатого кондуктора для сверления четырех отверстий в детали с прямоугольным фланцем. Здесь деталь становится на подставку *2*, смонтированную на опорной плоскости корпуса *7* кондуктора и на установочных пальцах *1*. Сменная кондукторная плита *5* установлена на нижней плоскости плиты *4* скальчатого кондуктора и на установочных пальцах *3*. К кондукторной плите винтами прикреплены призмы *6*, служащие для ориентации детали и ее закрепления при опускании плиты *4*.

При переналадке замене в случае надобности подлежат подставка *2*, кондукторная плита *5* с постоянными кондукторными втулками и призмы *6*.

Стандартные приспособления приведены в табл. 10—15 и на рис. 38. Технические требования — по ГОСТ 22129—76. Делительные приспособления с горизонтальной осью вращения по ГОСТ 22119—76 (табл. 10) служат для установки заготовок типа колец и гаек при обработке в них радиально расположенных отверстий под углом, кратным 30°.

Кондукторы кантующиеся по ГОСТ 22125—76 (табл. 13) применяются для установки заготовок типа болтов, осей, втулок при обработке радиально расположенных отверстий. Кондукторы должны изготовляться двух типов: 1 — неразъемные; 2 — разъемные. Каждый тип имеет два исполнения: *1* — кантующиеся на 45°; *2* — кантующиеся на 60° (табл. 13).

На рис. 38 приведена компоновка скальчатого кондуктора с поворотной кондукторной плитой по ГОСТ 22124—76, предназначенного для установки заготовок типа валиков диаметром до 60 мм при обработке отверстий.

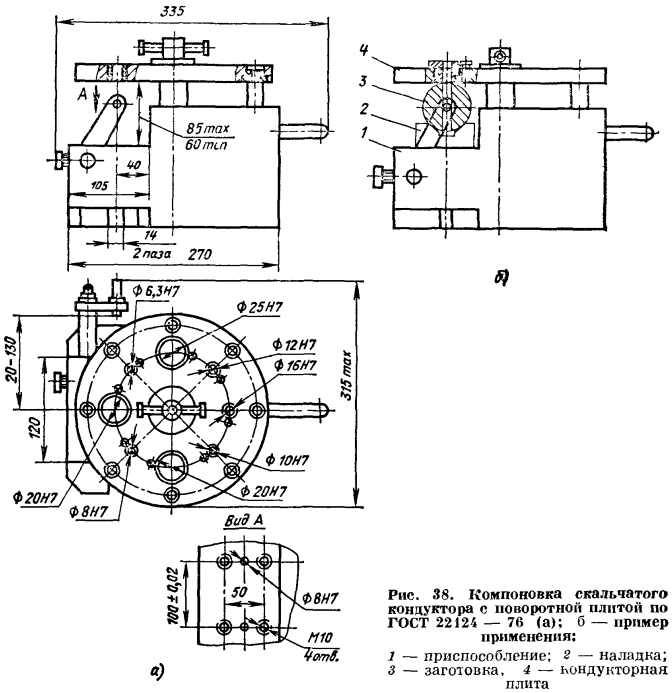


Рис. 38. Компоновка скальчатого кондуктора с поворотной плитой по ГОСТ 22124 — 76 (а); б — пример применения:
1 — приспособление; *2* — наладка; *3* — заготовка, *4* — кондукторная плита

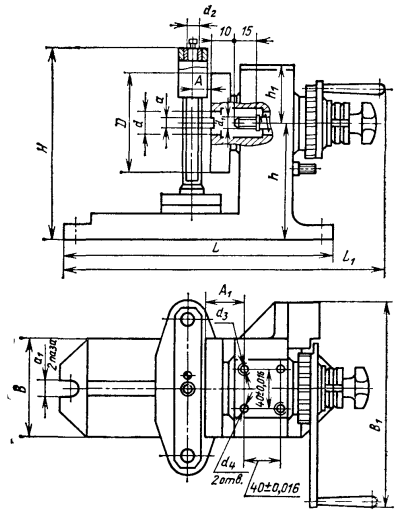
Приспособления для протяжных станков. Эти приспособления могут быть стационарными, передвижными, поворотными и делительными.

На рис. 39, *а* показано простейшее приспособление для протягивания круглого отверстия в деталях с обработанным торцом. Приспособлением в данном случае является фланец *1*, закрепленный на планшайбе горизонтально-протяжного станка, к которому прижимается деталь *2*. Опорная плоскость фланца *1* закалена и прошлифована. Направляющих и зажимных элементов в данном случае не требуется, так как деталь центрируется отверстием по направляющей части протяжки и прижимается к лобовой поверхности протяжного станка за счет усилия резания. В зависимости от размеров обрабатываемых деталей производится замена фланца, являющегося в данном случае и наладочным элементом.

Приспособление для протягивания шлицевого отверстия в деталях типа шестерен показано на рис. 39, *б*. Оно отличается от предыдущего только наличием сменной втулки *2*, посаженной в переходную планшайбу *1*.

Приспособление с самоустанавливающейся сферической опорой для протягивания отверстия в детали с необработанным торцом показано на рис. 40. Здесь деталь опирается через втулку *1* и сферическую шайбу *2* на фланец *3*, закрепленный на планшайбе горизонтально-протяжного

10. Приспособления делительные с горизонтальной осью вращения по ГОСТ 22119—76 (размеры, мм)

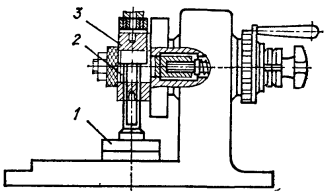


Обозначение приспособлений	D	B	B1	H	L	L1	A		A1 (пред. откл. +0,1)	h	h1	d (поле допуска H7)	d1	d2 (поле допуска H7)	d3	d4 (поле допуска H7)	a (поле допуска H7)	a1	Масса, кг, не более
		Не более					min	max											
7302—0151	100	100	270	220	340	390	15	115	35	125	55	25	M10	10	M10	8	10	14	22
7302—0152	125	125		230					40	140	68			14					32
7302—0153	160	140	320	270	380	470	20	140	50	160	85	40	M12	22	M12	12	14	18	63

Пример условного обозначения приспособления размером $D = 100$ мм:
приспособление 7302 — 0151 ГОСТ 22119 — 76.

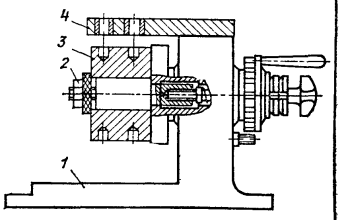
Примеры применения

Пример 1



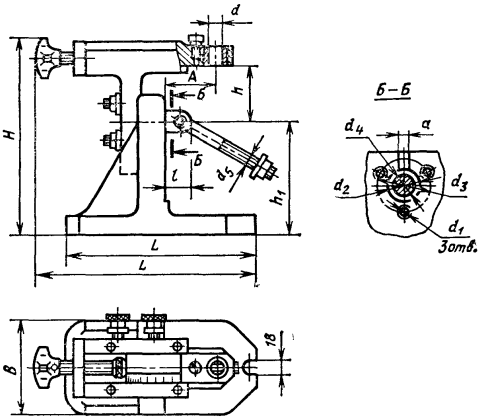
1 — приспособление; *2* — наладка; *3* — заготовка

Пример 2



1 — приспособление; *2* — наладка; *3* — заготовка; *4* — плита кондукторная

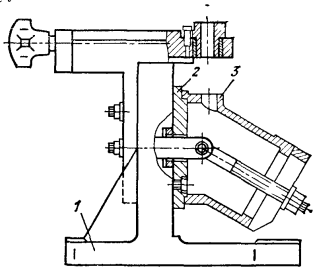
11. Кондукторы для обработки отверстий в полых деталях по ГОСТ 22120 — 76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	d (поле допуска H7)	B	H	L	L1	h		h1	A		l	a (поле допуска H7)	d1	d2 (поле допуска H7)	d3	d4	d5	Масса, кг, не более
		Не более				min	max		min	max								
7355—0001	18	130	250	240	300	60	85	125	25	65	40	10	M8	25	60	20	M12	13,0
7355—0002	25		280	250		65	90	145	40	80	45							17,0
7355—0003	31	150	330	260	315	85	110	170	45	95	55	14	M10	40	75	28	M16	24,0

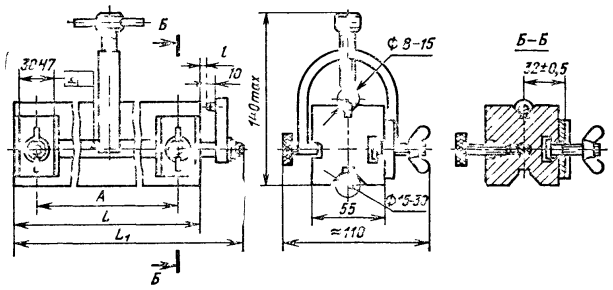
Пример условного обозначения кондуктора размером $d = 18$ мм:
кондуктор 7355—0001 ГОСТ 22120—76.

Пример применения



1 — кондуктор; *2* — наладка; *3* — заготовка

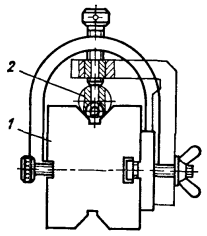
12. Приспособления для обработки отверстий в валиках по ГОСТ 22123 — 76 (размеры, мм)



Обозначение приспособлений	A		L	L_1	l		Масса, кг, не более
	min	max	Не более		min	max	
7353—0011	50	125	160	270	0	90	5,5
7353—0012		165	200	330		110	7,0
7353—0013		215	250	405		135	8,0

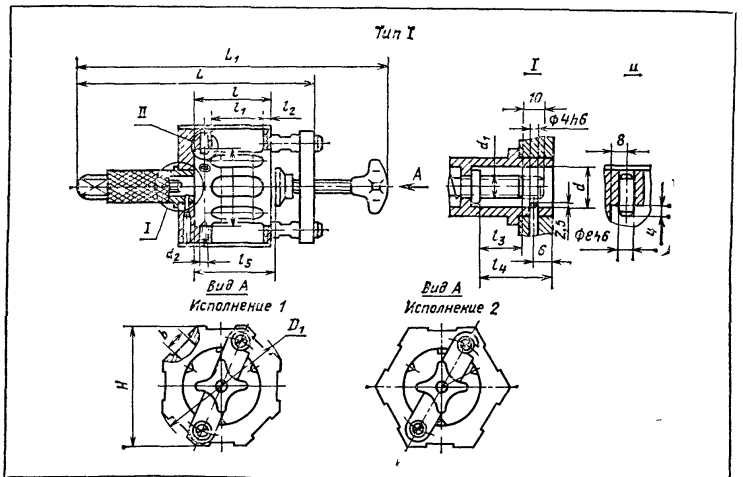
Пример условного обозначения приспособления размером $A_{max} = 125$ мм: приспособление 7353—0011 ГОСТ 22123 — 76.

Пример применения



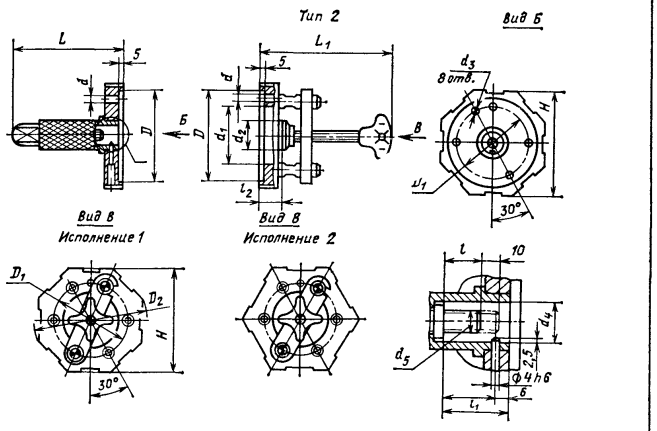
1 — приспособление, *2* — заготовка

13. Кондукторы кантующиеся по ГОСТ 22125 — 76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	Исполнение	D (поле допуска H7)	D_1	H	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5		d	d_1	d_2	b	Масса, кг, не более
			Не более									min	max					
7364—0001	1	30	72	67	180	230	42	22	4	15	25	30	55	20	M10	M8	10	2,1
7364—0002	2		77															1,7
7364—0003	1	40	86	80													12	2,4
7364—0004	2			75														2,0
7364—0005	1	50	97	90	200	245	52	30	5			35	60				16	3,0
7364—0006	2		98	85														2,7
7364—0007	1	60	113	105	220	290	65	40	6	20	30		70	22	M12	M10	18	5,0
7364—0008	2		115	100														4,5
7364—0009	1	80	135	125	245	325	82	60				50	90				25	6,7
7364—0011	2		144															6,0

Продолжение табл. 13



Обозначение кондукторов	Исполнение	D (поле допуска $H7$)	D_1 (пред. откл. $\pm 0{,}020$)	D_2	H	L	L_1		l	l_1	l_2		d (поле допуска $H7$)	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	Масса, кг, не более
				Не более			min	max			min	max							
7364—0021	1	50	40	68	63	110	70	100	15	25	0	28	4	28	12	5,5	20	M10	1,15
7364—0022	2			72															1,00
7364—0023	1	60	45	76	71		80	105					6	30	25	6,5			1,20
7364—0024	2			81										—					1,10
7364—0025	1	80	65	97	90									50					1,40
7364—0026	2			103															1,30

Продолжение табл. 13

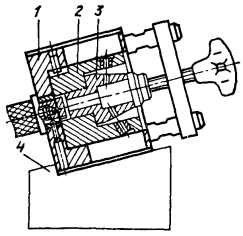
Обозначение кондукторов	Исполнение	D (поле допуска $H7$)	D_1 (пред. откл. $\pm 0{,}020$)	D_2	H	L	L_1		l	l_1	l_2		d (поле допуска $H7$)	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	Масса, кг, не более
				Не более			min	max			min	max							
7364—0027	1	100	80	119	110	120	95	130	20	30	0	25	8	60	32	9	22	M12	3,20
7364—0028	2			127															3,0
7364—0029	1	120	105	151	140		110	135				30		71	36				5,85
7364—0031	2			161															5,55

Пример условного обозначения кондуктора типа 1 исполнения 1 размером $D = 30$ мм: кондуктор 7364 — 0001 ГОСТ 22125—76;

кондуктора типа 2 исполнения *1* размером $D = 50$ мм: кондуктор 7364 — 0021 ГОСТ 22125 — 76.

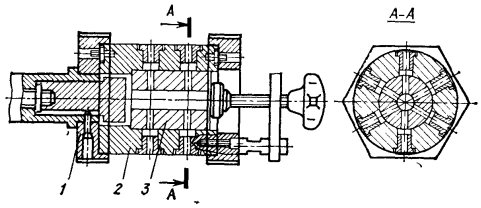
Примеры применения:

неразъемных кантующихся кондукторов



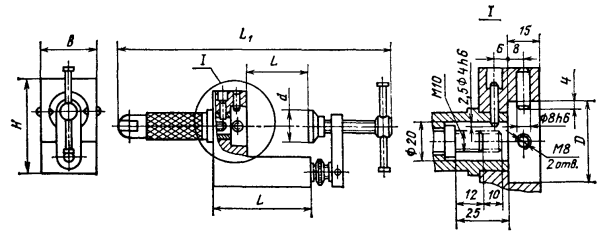
1 — кондуктор; *2* — наладка; *3* — заготовка; *4* — подставка

разъемных кантующихся кондукторов



1 — корпус; *2* — наладка; *3* — заготовка

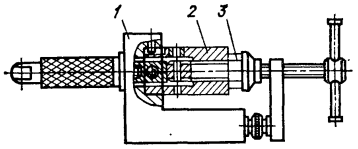
14. Кондукторы для обработки контровочных отверстий по ГОСТ 22126 — 76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	D (поле допуска H7)	B	H	L	L_1	l		d, не более	Масса, кг, не более
		Не более				min	max		
7364—0041	25	45	70	70	255	15	65	25	1,3
7364—0042	30		75	80	275	25	85		1,5
7364—0043	40	55	92	100	310	35	105	32	2,5

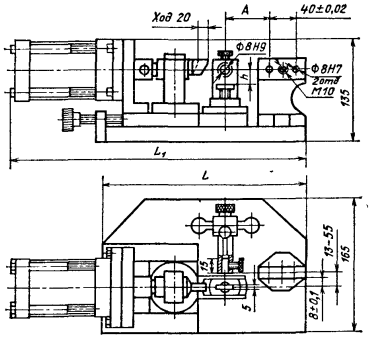
Пример условного обозначения кондуктора размером $D = 25$ мм:
кондуктор 7364 —0041 ГОСТ 22126 — 76.

Пример применения



1 — кондуктор; *2* — наладка; *3* — заготовка

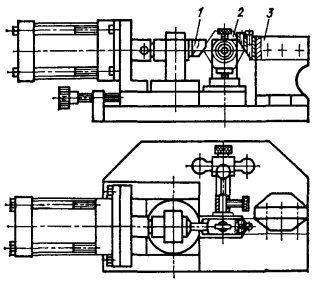
15. Кондукторы пневматические для обработки контровочных отверстий в гайках по ГОСТ 22127 — 76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	h		L	L_1	A		Усилие зажима, Н, при давлении, МПа		Масса, кг, не более
	min	max	Не более		min	max	0,63	1,0	
7353—0001	4	18	290	430	35	50	1030	1635	17,5
7353—0002	18	30	315	460	40	60			18,0

Пример условного обозначения кондуктора размером $h_{min} = 4$ мм:
кондуктор 7353 — 0001 ГОСТ 22127 — 76.

Пример применения



1 — кондуктор; *2* — заготовка; *3* — наладка

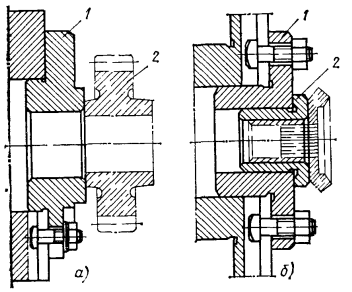


Рис. 39. Приспособления для протягивания отверстий в деталях с обработанным торцом

станка винтами *4*. Пружина *6* удерживает сферическую шайбу в рабочем положении. Трущиеся сферические поверхности и пружина защищены от попадания грязи и стружки резиновыми кожухами *5* и *7*.

При проектировании самоустанавливающихся сферических опор следует особое внимание обратить на правильный выбор радиуса сферы.

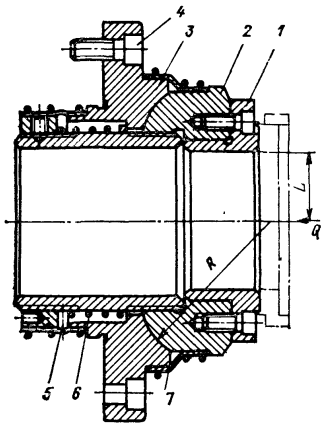


Рис. 40. Приспособление с самоустанавливающейся сферической опорой для протягивания отверстия в детали с необработанным торцом

Чтобы сферическая опора была самоустанавливающейся, радиус ее сферы должен удовлетворять условию

$$L/R \geqslant \sin \varphi,$$

где L — расстояние от оси сферической опоры до точки приложения силы Q, действующей на торец сферической опоры: R — радиус сферической опоры; φ — угол трения.

Приспособление для протягивания шпоночного паза во втулках и зубчатых колесах приведено на рис. 41. Оно состоит из переходного фланца *1*, который крепится на планшайбе горизонтально-протяжного станка, и установочного пальца *2* (адаптера). Адаптер — это устройство для направления протяжки, предназначенное одновременно и для центрирования обрабатываемой детали. Адаптер является наладочным элементом приспособления и выполняется цементированным и закаленным. Усилием резания деталь своим обработанным торцом прижимается к поверхности *А*. Для направления протяжки в адаптере предусмотрен шлифованный паз, ширина *В* которого равна ширине зуба протяжки (поле допуска *f7* или *g6*), а следовательно, и ширине протягиваемого паза (в некоторых случаях ширина направляющей части протяжки выполняется больше ширины протягиваемого паза). Глубина протягиваемого паза равна разности высот первого и последнего зубьев протяжки.

Дно направляющего паза адаптера, несмотря на то что адаптер закален, быстро изнашивается. Это приводит к искажению глубины протягиваемого паза. Поэтому для продления срока службы адаптера применяются закаленные прокладки *3*, которые заменяются по мере износа, а также переточки протяжек. При значительных глубине и длине обрабатываемого паза протягивают его за два-три приема протяжкой нормального поперечного сечения, применяя при этом прокладки. Толщина прокладок изменяется в зависимости от толщины снимаемой стружки.

В зависимости от диаметра базового отверстия обрабатываемой детали, а следовательно, посадочного диаметра адаптера и глубины шпоночного

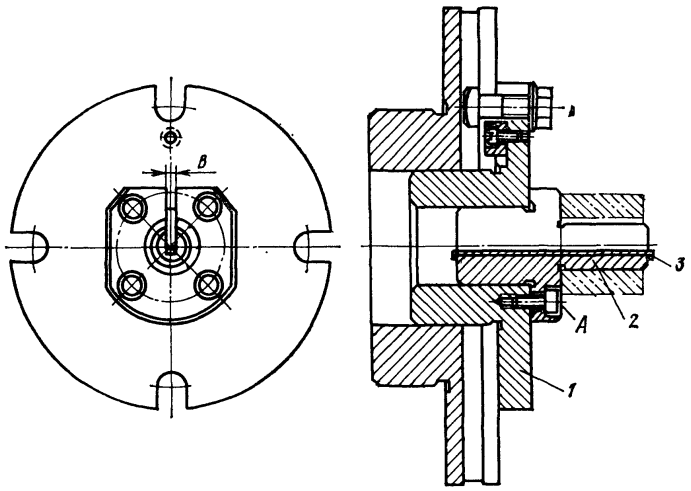


Рис. 41. Приспособление для протягивания шпоночного паза во втулках и зубчатых колесах

паза центр хвостовой части протяжки, за которую ее прикрепляют к тянущему штоку станка, смещается относительно центра патрона. Во избежание такого смещения, которое может привести к перекосу и поломке протяжки, положение тянущего патрона регулируется по высоте. В некоторых случаях совмещение центров хвоста протяжки и патрона достигается тем, что приспособление крепится на передвижной планшайбе станка.

В случае необходимости протянуть шпоночный паз в деталях типа рычагов, в приспособлении кроме посадочной втулки и адаптера для протягивания паза должен быть предусмотрен еще посадочный палец (обычно ромбический) для ориентирования второй головки детали. Это можно выполнить в специализированном переналаживаемом приспособлении.

Если требуется протянуть в отверстии два шпоночных паза, расположенных друг против друга, то протягивание можно производить одной протяжкой в два прохода, поворачивая деталь на 180° и фиксируя ее относительно уже протянутого паза специальной шпонкой. Если же диаметр отверстия достаточно велик, то деталь можно протянуть одновременно двумя протяжками, для чего необходимо оснастить станок специальным патроном. Если нужно протянуть шпоночный паз в коническом отверстии, то и адаптер выполняют коническим и устанавливают его под углом таким образом, чтобы образующая конуса была расположена горизонтально.

При протягивании спиральных пазов протяжка, как и обычно, перемещается параллельно оси детали. Однако для получения спирали нужно вращать или протяжку, или обрабатываемую деталь. Протягивание спиральных пазов методом вращения протяжки достигается тем, что под опору протяжного патрона ставят упорный шарикоподшипник. При врезании протяжка как бы ввинчивается в обрабатываемую деталь и режет спиральные пазы. Протягивание спиральных пазов методом вращения детали достигается тем, что шарикоподшипник устанавливают под обра-

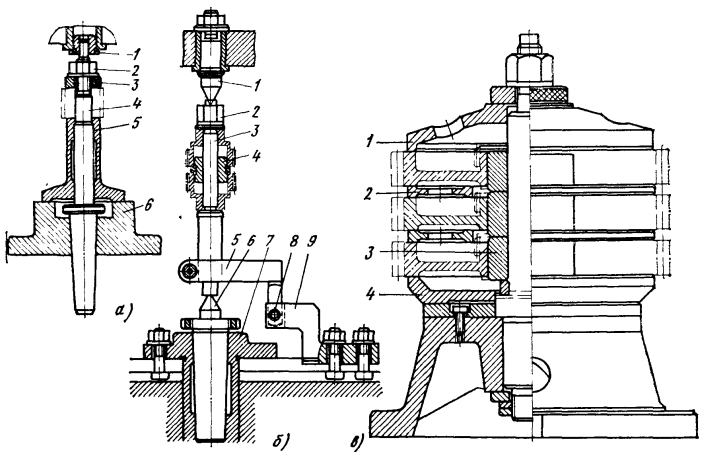


Рис. 42. Переналаживаемые приспособления для обработки зубьев зубчатых колес на зубофрезерных станках

батываемую деталь. При врезании деталь как бы навинчивается на протяжку, а поскольку зубья протяжки расположены по спирали, то аналогичные пазы получаются и в детали. При этих способах протягивания можно получать спиральные пазы с углом наклона до 10°. Если необходимо получить углы наклона спирали более 10° (до 45°), то протягивание пазов осуществляется с принудительным вращением обрабатываемой детали.

Приспособления к станкам для обработки зубьев, зубчатых колес. Конструкции приспособлений для обработки зубьев зубчатых колес зависят не только от конструкции обрабатываемой детали, но и в значительной степени от формы и размеров стола, а также посадочных мест и типа станков, на которых ведется обработка. На рис. 42 приведены некоторые конструкции переналаживаемых приспособлений для обработки зубьев зубчатых колес на зубофрезерных станках.

На рис. 42, *а* приведена оправка *4* с коническим хвостовиком, крепящимся в переходной втулке *5*. Верхний конец оправки поддерживается втулкой люнета *1*. Зубчатое колесо или набор из нескольких колес центрируется на оправке и прижимается к подставке *6* гайкой *2* с быстросъемной шайбой *3*. Наладочным элементом является втулка *5*, подбираемая в зависимости от размеров деталей. Эта простейшая конструкция приспособления является наиболее распространенной при обработке зубьев зубчатых колес.

На рис. 42, *б* показана обработка зубьев зубчатых колес на оправке *3*, установленной в центрах *1* и *6*. Центры крепятся в люнете и переходной втулке *7*. Для вращения оправки применяют хомутик *5* и поводок *9*, в пазу которого хомутик зажимается болтом *8*. Зубчатые колеса со ступенчатым базовым отверстием устанавливаются ступицами наружу и центрируются на оправке *3* и кольце *4*. Закрепляются они гайкой *2*. Однако центровые оправки применяют реже, чем шпиндельные (рис. 42, *а*), так как при доведенном до требуемого положения верхнем центре может возникнуть зазор.

На рис. 42, *в* показано приспособление для обработки набора зубчатых колес, которые центрируются кольцами *3* и гайкой через зажимную шайбу *1*, промежуточные шайбы *2* и прижимаются наружными венцами к опорной шайбе *4*. Толщину промежуточных колец выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить прилегание наружных венцов зубчатых колес. Внутренний венец колес при этом помещается в отверстиях колец.

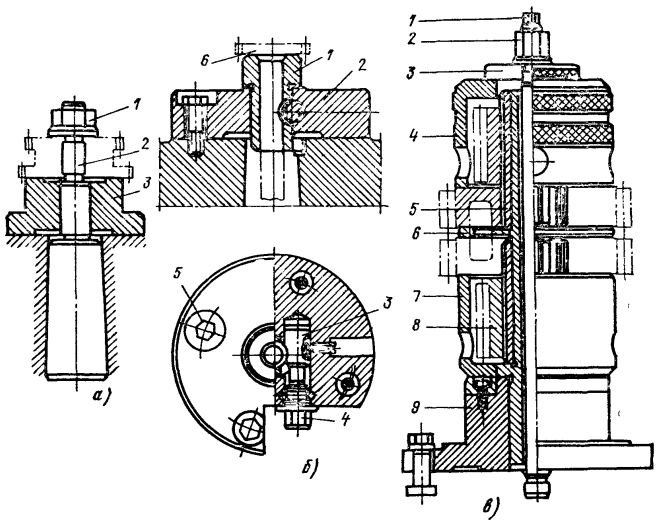


Рис. 43. Переналаживаемые приспособления для обработки зубьев колес на зубодолбежных станках

Для обработки зубьев зубчатых колес используют также приспособления с механизированными зажимами (пневматическим или гидравлическим). Однако, так как часто основное время обработки при зубофрезеровании значительно больше вспомогательного времени на закрепление и снятие детали, то к существенной экономии времени такая механизация не приводит.

На рис. 43 показаны переналаживаемые приспособления для обработки зубьев зубчатых колес на зубодолбежных станках.

На рис. 43, *а* показано приспособление для обработки зубчатых колес с базированием их по отверстию на оправке *2*. Гайкой *1* через опорное кольцо *3* обрабатываемая деталь прижимается к столу станка. От проворачивания оправка удерживается самозаклиниванием ее в коническом гнезде шпинделя. Для обработки на одной оправке зубчатых колес, имеющих разную конфигурацию и разные диаметры базового отверстия, применяются сменные центрирующие и опорные втулки. При больших размерах зубчатых колес целесообразно зажимать их не за ступицу, а за зубчатый венец вблизи места обработки.

На рис. 43, *б* показано приспособление для установки валика-шестерни *6*. В этом случае валик-шестерня помещается в гнезде шпинделя, центрируется втулкой *1* и закрепляется посредством затяжки стержня *3* гайкой *4*. Корпус *2*, в котором смонтированы втулка, стержень и гайка, крепится на шпинделе станка болтами *5*.

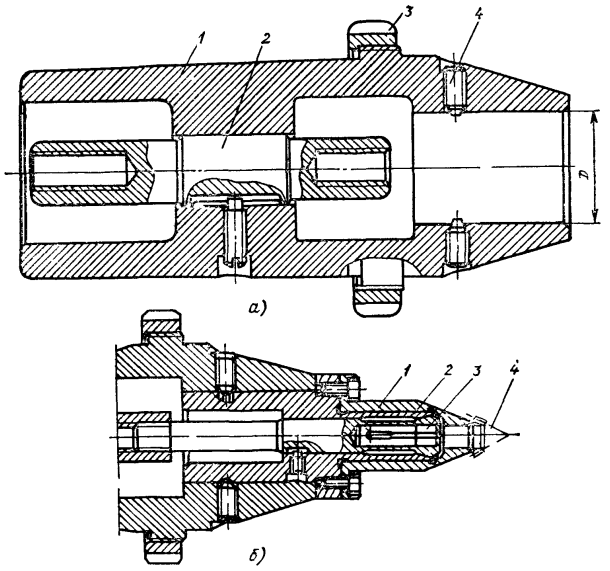


Рис. 44. Переналаживаемые приспособления для обработки зубьев конических зубчатых колес на зубострогальных станках

Смещение осей втулки *1* и шпинделя станка проверяется индикатором.

На рис. 43, *в* показано приспособление для обработки больших венцов двухвенцовых зубчатых колес. Приспособление состоит из подставки *9*, втулки *8*, оправки *1* и гайки *2*. Опорные стаканы *4* и *7*, кольцо *6*, центрирующие втулки *5* и шайба *3* являются сменными деталями и при переналадке выбираются в зависимости от формы и размеров обрабатываемых шестерен.

Переналаживаемые приспособления к зубострогальным станкам для обработки зубьев конических зубчатых колес (рис. 44) проектируются на базе применения стандартных оправок, закрепляемых в шпинделе станка. Одна из таких оправок показана на рис. 44, *а*.

Корпус *1* коническим хвостовиком устанавливается в отверстие шпинделя станка и дополнительно затягивается струной либо непосредственно, либо же автоматически при закреплении обрабатываемой детали. Отверстие диаметром *D* в оправке служит базой для установки приспособления, которое закрепляется в нем винтами *4*. Стержень *2* является промежуточным звеном между приспособлением и затягивающей струной. Он стопорится винтом и, совершая только прямолинейное движение, не передает крутящего момента приспособлению. Гайка *3* используется при съеме оправки.

Крепление зубчатых колес на приспособлении производится либо обычным способом — посредством шпильки, шайбы и гайки, расположенных со стороны вершины конуса, либо через полый шпиндель станка. Во втором случае для зажима применяют штурвалы или пневматические и гидравлические приводные устройства

На рис. 44, *б* показано приспособление для обработки конического зубчатого колеса малого размера на стандартной оправке. Валик центрируется в опорном стакане *1*, наружная поверхность которого выполнена конической, что необходимо для свободного прохода резцов при строгании зубьев. Деталь *4* закрепляется цангой *3*, которая затягивается струной в конусе втулки *2*.

Для обработки шестерен большого размера проектируются специальные приспособления.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ПЛИТ, ПЛАНОК И КЛИНЬЕВ

Укрупненный классификатор деталей приведен на рис. 45.

Обработка плоскостных деталей типа плит, планок и клиньев в случае необходимости (на токарных и круглошлифовальных станках при расточке и шлифовании отверстий, подрезке торца и других операциях) выполняется в универсальных безналадочных двух-, трех- и четырехкулачковых патронах, или если их конфигурация достаточно сложна, то с помощью простейших наладок на универсальных наладочных патронах Только в случае изготовления больших партий деталей проектируют и изготавливают специализированные переналаживаемые приспособления или специальные.

Приспособления для фрезерных станков. Большинство деталей типа плит, планок, клиньев, так же как и на токарных станках, могут быть обработаны в универсальных безналадочных и наладочных тисках, но при постоянном выпуске аналогичных деталей часто прибегают к проектированию и изготовлению специализированных переналаживаемых приспособлений.

На рис. 46 показано специализированное (универсальное) переналаживаемое приспособление тисочного типа к фрезерным станкам. Приспособление предусматривает возможность закрепления различных наладок и специальных губок, устанавливаемых по базовым пальцам. Зажим деталей осуществляется при помощи гидроцилиндра.

Приспособление состоит из корпуса *1*, подвижной губки *2* и неподвижной губки *7*. Обрабатываемые детали могут устанавливаться как на плоскости направляющих планок *10*, так и в сменных наладках. Детали прижимаются шарнирно закрепленной на оси *3* подвижной губкой *2* с помощью планки *4* к неподвижной губке *7*. Усилие зажима передается подвижной губке от гидроцилиндра двустороннего действия через винт *6*. Регулирование положения подвижной губки осуществляется вращением винта *6* посредством рукоятки *9*. Сменные наладки устанавливаются на место снимаемых планок *4* и *5* по двум штырям: цилиндрическому *11* и ромбическому *12*. Усилие зажима при давлении масла 5 МПа составляет 65 кН.

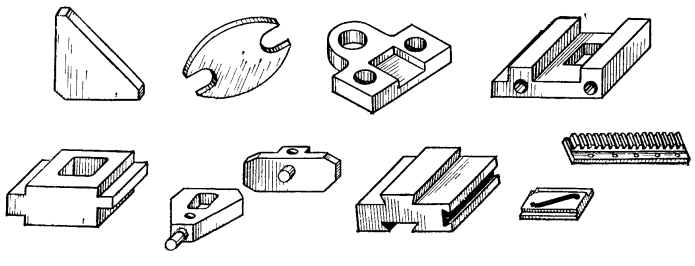


Рис. 45. Укрупненный классификатор деталей типа плит, планок и др.

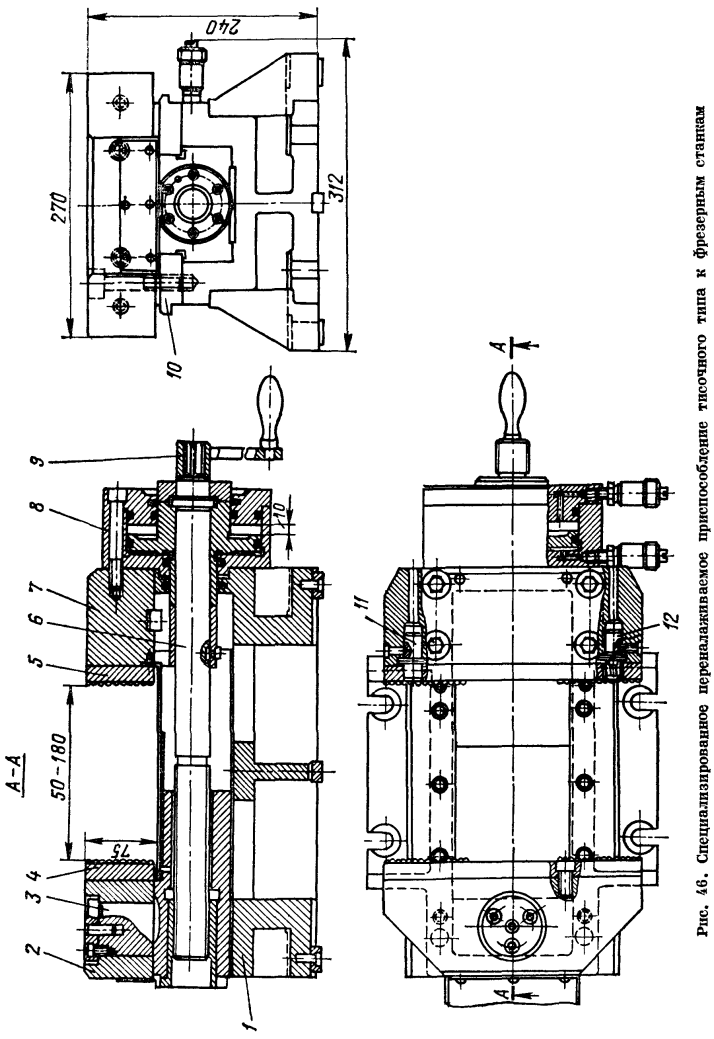


Рис. 46. Специализированное переналаживаемое приспособление тисочного типа к фрезерным станкам

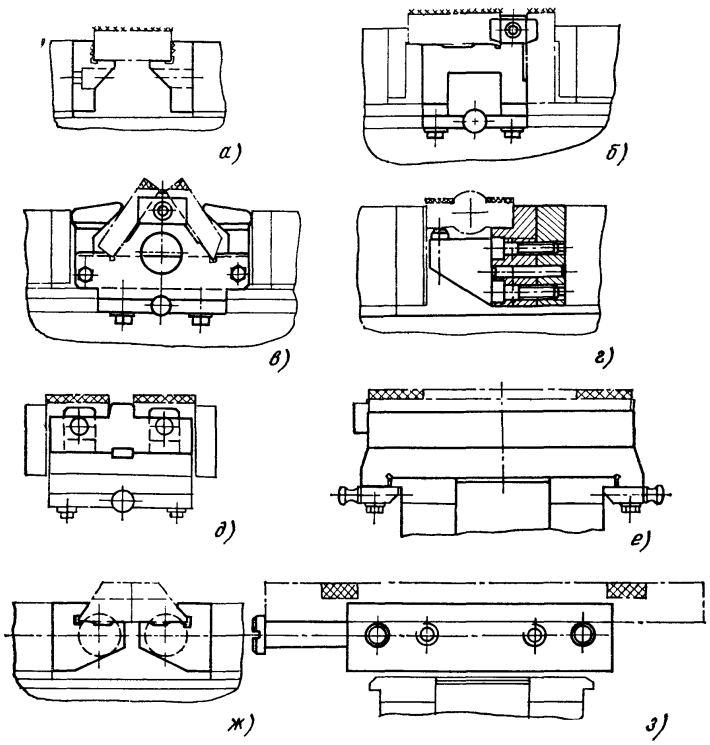


Рис. 47. Сменные наладки к приспособлению — по рис. 46

Примеры наладок к этому приспособлению показаны на рис. 47, *а*, где приведена наладка для фрезерования деталей типа планок, а на рис. 47, *б* — двухпозиционная наладка для фрезерования как широких, так и узких ребер планок. На рис. 47, *в* показана аналогичная двухместная и двухпозиционная наладка для фрезерования двух скосов у детали типа планок, а на рис. 47, *г* — наладка для фрезерования набором фрез двух уступов у фасонной детали. На рис. 47, *д* приведена двухместная наладка для фрезерования уступов, а на рис. 47, *е—з* — наладки для фрезерования пазов.

Детали типа планок, реек и клиньев часто изготовляются из проката и обрабатываются со всех сторон. Иногда после обработки планки разрезаются на части. Такие планки обычно обрабатываются собранными в пакеты или набранными в кассеты.

На рис. 48 показано специализированное безналадочное приспособление для разрезания деталей типа планок на горизонтально-фрезерных станках.

Приспособление состоит из базовой

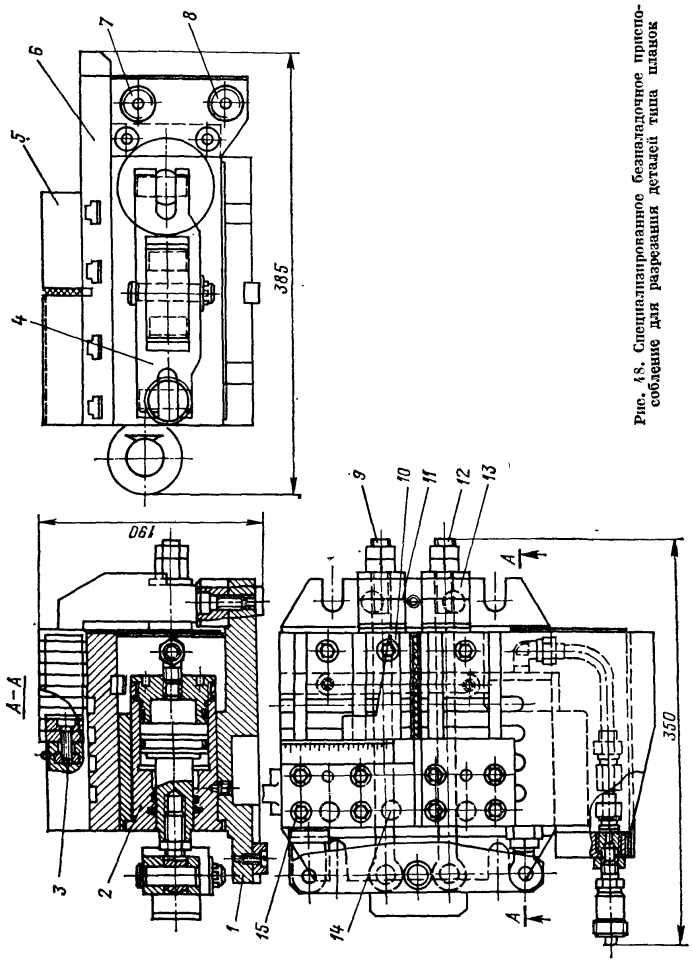


Рис. 48. Специализированное безналадочное приспособление для разрезания деталей типа планок

части *1* со встроенными зажимами и регулируемых установочных элементов: планок *5*, *14* и упора *10*. Разрезаемые детали устанавливаются опорной базовой плоскостью на верхнюю плоскость плиты *6* и прижимаются направляющей базовой плоскостью к планкам *5* и *14* прихватами *11* и *13*. Усилие зажима передается прихватам от гидроцилиндра *2* двустороннего действия через рычаг *4* и болты *9* и *12*. Подвод масла к гидроцилиндру от питателя осуществляется полумуфтами *7* и *8* с автоматическим запором масла.

Переналадка приспособления осуществляется перестановкой планок *5* и *14* в пазах плиты *6*, а также перестановкой и регулированием положения упора *10*, перемещающегося по пазу планки *14*; перемещение контролируется по линейке и нониусу. Планки *5* и *14* закрепляются винтами *15*, а упор — винтами *3*.

На рис. 49, *а* показано специализированное безналадочное приспособление для фрезерования деталей типа клиньев на фрезерных (и строгальных станках). Приспособление состоит из основания *1* и верхней плиты *3*, устанавливающейся на необходимый угол при вращении винта *2*, при этом плита *3* поворачивается относительно оси *5*. Упорная планка *4* может перемещаться при установке по шагу пазов, обеспечивая закрепление клиньев различной ширины. Прихваты *6* могут перемещаться по длине детали в продольных пазах верхней плиты и регулироваться по высоте за счет зубчиков, имеющихся на опорной части зажимной планки. Для предохранения обрабатываемой детали от смещения в процессе фрезерования имеется торцовый упор *7*.

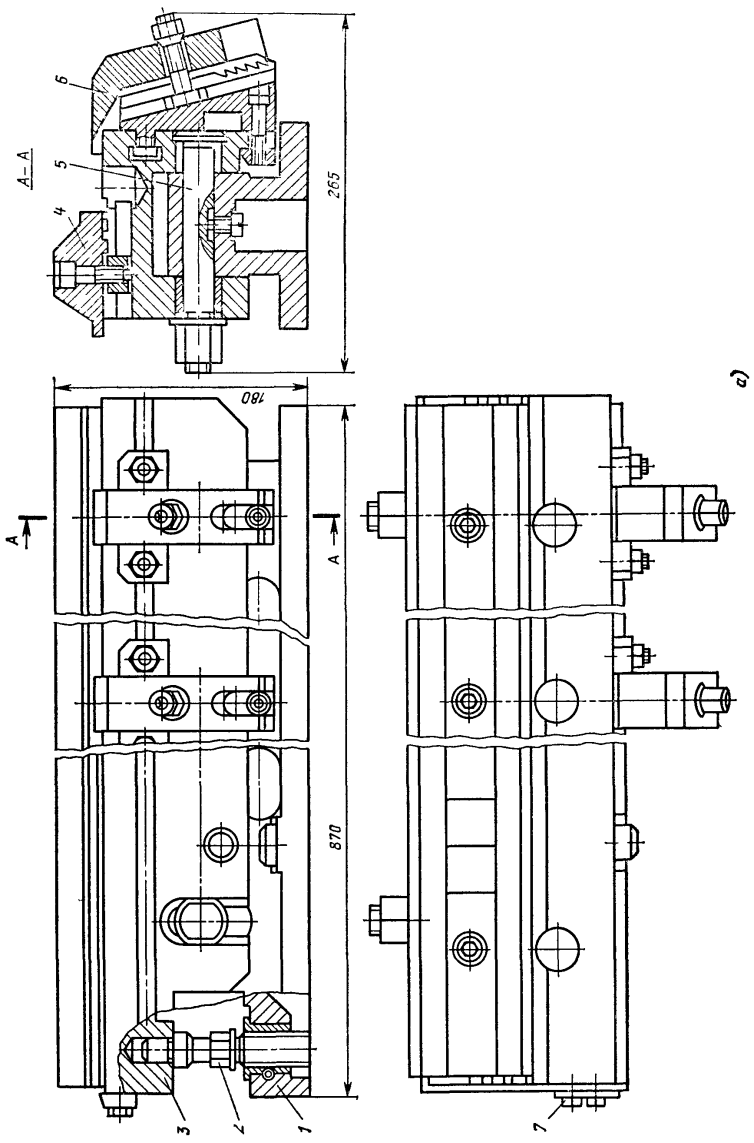
На рис. 49, *б* изображено специализированное наладочное приспособление для фрезерования зубьев зубчатых реек на горизонтально-фрезерных станках. Перемещение рейки на заданный шаг осуществляется методом деления. Приспособление может быть также применено и при шлифовании реек на плоскошлифовальных станках.

Закрепление обрабатываемых деталей на столе приспособления осуществляется с применением специальных наладок или же непосредственно при помощи прижимных планок и болтов. Перемещение стола на величину шага нарезаемой рейки производят поворотом винта *7* с помощью рукоятки *2*. Угол поворота винта фиксируется фиксатором *3*, западающим под действием пружины в одну из восьми втулок *4*, расположенных в корпусе *1*. Поворот винта на одной фиксируемое деление дает возможность обрабатывать профиль зуба рейки с модулем, кратным 0,25, а именно: 0,25; 0,75; 1,0; 1,25 и т. д.

Перемещение стола обеспечивается гайкой *5*, закрепленной на подвижном столе *6*, другой конец винта *7* направляется подшипником, закрепленным на корпусе *1*. Подвижный стол приспособления снабжен тремя Т-образными пазами *9* и направляется призматическими направляющими корпуса *1* и планками *8*. Регулирование зазора направляющих осуществляется винтами с контргайками *11*. В случае необходимости использования стола в неподвижном состоянии он может быть застопорен винтом с перекидной рукояткой *10*.

Приспособления для сверлильных станков. К деталям типа планок, клиньев и реек относится обширная номенклатура различных направляющих, упоров, линеек, шпонок, реек и др. В эту же группу следует отнести и тонкие пластины, которые обычно обрабатываются, будучи собранными в пакет. Сверление и зенкование отверстий в деталях рассматриваемого типа осуществляются как на вертикально-сверлильных станках, так и на радиально-сверлильных (при больших габаритах деталей).

Переналаживаемый кондуктор (рис. 50, *а*) предназначен для сверления отверстий в коротких планках, сухарях, кулачках и шпонках. Состоит он из базовой части — корпуса *7* и элементов сменных наладок, один из которых *2* предназначен для установки и базирования обрабатываемой детали, а второй *3* — кондукторная плита с закрепленным на ней сухарем (планкой или штифтом) — для прижима детали к установочной поверхности. Наладочные элементы *2* устанавливаются на опорную по-



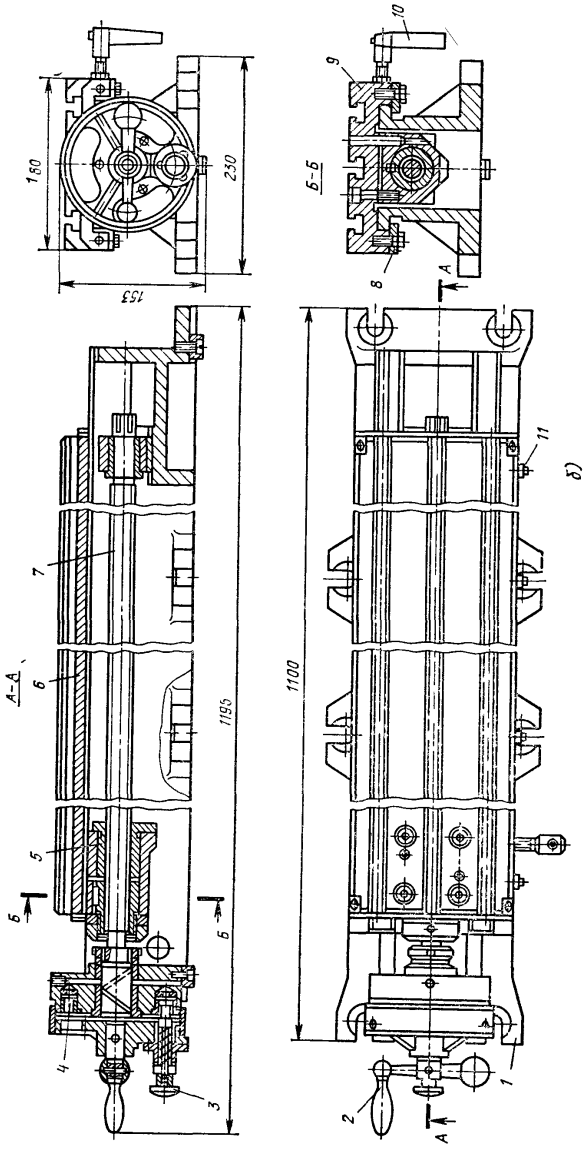


Рис. 43. Специализированные безналадочные приспособления для фрезерования:
а — деталей типа клиньев, *б* — зубьев зубчатых реек

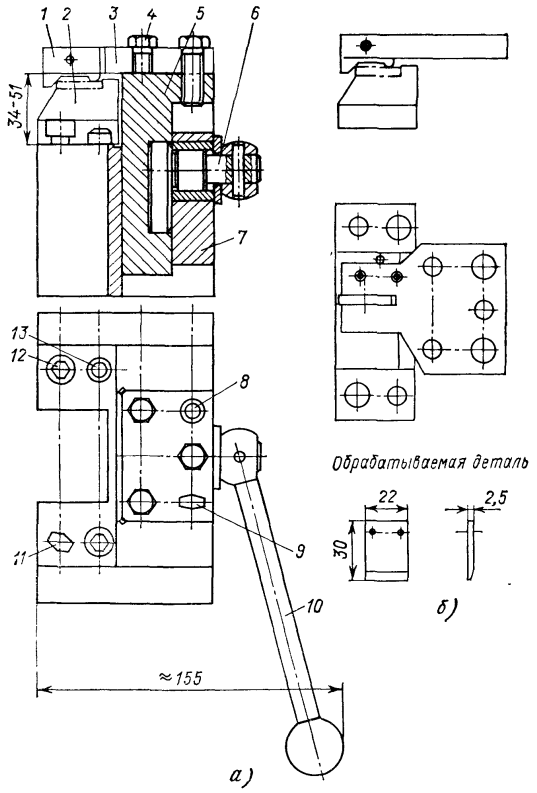


Рис. 50. Переналаживаемый кондуктор для сверления отверстий в коротких планках, сухарях, кулачках и шпонках

верхность корпуса *7*, фиксируются на ней с помощью двух штырей (цилиндрического *13* и ромбического *11*) и закрепляются винтами *12*. Кондукторные плиты устанавливаются на плоскости ползуна *5* также посредством двух штырей (цилиндрического *8* и ромбического *9*) и закрепляются винтами *4*.

Закрепление детали, установленной на нижнем наладочном элементе *2*, осуществляется поворотом рукоятки *10*. Эксцентричный валик *6* при этом воздействует на ползун *5*, заставляя его переместиться вниз и с помощью зажима *1* закрепить обрабатываемую деталь.

Конструкция кондукторной плиты зависит от обрабатываемой детали. На рис. 50, *б* показаны обрабатываемая деталь и соответствующая наладка с двумя кондукторными втулками. Этот кондуктор относится к системе СНП.

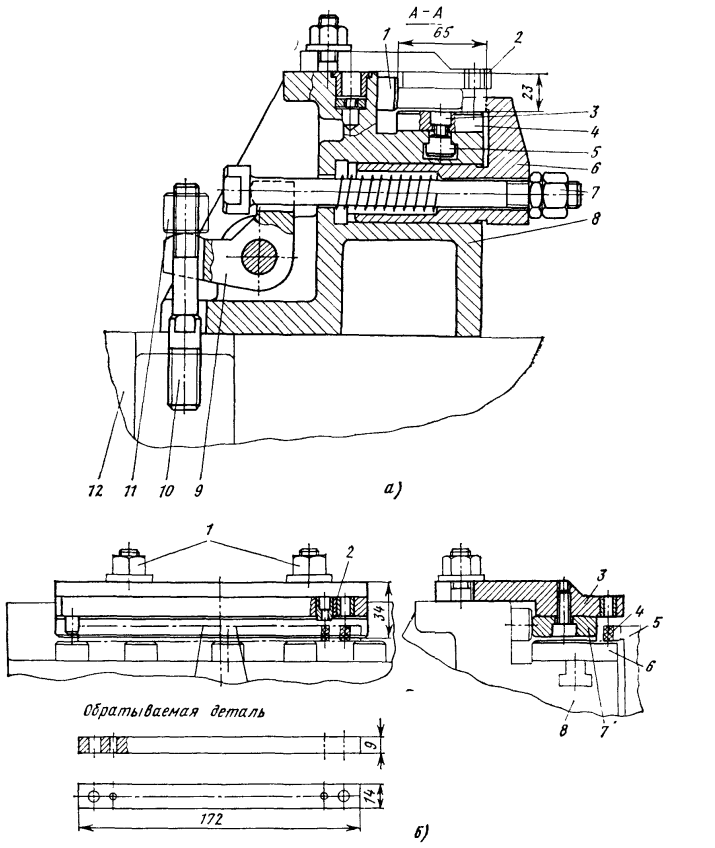


Рис. 51. Переналаживаемый кондуктор для сверления отверстий в планках на радиально-сверлильных станках

Переналаживаемый кондуктор (рис. 51, *а*) предназначен для сверления отверстий в планках на радиально-сверлильных станках. Он состоит из базовой части — корпуса *8*, устанавливаемого на стол (тумбу) *12* с пневмоприводом, и сменных наладок. Наладочными элементами являются планки *4*, устанавливаемые в требуемое положение по пазу посредством сухарей *5* и винтов *3*, и планки — упоры *1*. Сменные кондукторные плиты *2* закрепляются на верхней плоскости корпуса *8*.

Закрепление обрабатываемых деталей осуществляется прихватом *6*, усилие зажима которому передается от пневмопривода стола через шпиль-

ку *10*, гайку *11*, рычаг *9* и болт *7*.

На рис. 51, *б* изображена одна из деталей, обрабатываемых на этом кондукторе, и наладка для сверления в ней четырех отверстий. Обрабатываемая деталь *4* в этой компоновке устанавливается на опоры *6* до упора в планку *7*, прикрепленную к кондукторной плите *3*. Зажим детали осуществляется прихватом *5*. Кондукторная плита *3* с четырьмя втулками *2* закреплена болтами *1* на корпусе *8*.

Специализированное безналадочное приспособление (СБП) — кондуктор (рис. 52) — предназначен для сверления отверстий в планках и направляющих шириной до 60 мм, высотой до 50 мм и длиной до 300 мм. Удлиненный П-образный корпус *9* этого кондуктора снабжен боковыми направляющими *12* и *25*, по которым перемещается кондукторный суппорт *18*. Последний снабжен ползуном *14* с запрессованными направляющими втулками *21*, перемещающимися совместно с ним в вертикальном направлении по скалкам *13*. Ползун фиксируется в требуемом положении винтом *17*, который воздействует через три шарнира на два прижимных плунжера *20*. Кондукторная плита *6*, перемещающаяся в пазу ползуна *14*, фиксируется винтом *1* с накатанной головкой. Винт *1* через промежуточный штифт *2* сообщает продольное перемещение шарику *3*, благодаря чему шарик *4* заклинивается в V-образном пазу ползуна *14*. Перемещение планки *6* направляется прижимами *22* и *19*. Последний одновременно является и нониусом. По мере надобности сменные кондукторные втулки *5* заменяются.

Детали устанавливаются на опорную плоскость корпуса кондуктора. В поперечном направлении они ориентируются направляющей планкой *12*, а в продольном — упором *16*. Зажимаются они тремя винтами *7* с накатанными головками, установленными в колодке *8*, длина которой соответствует длине детали. В зависимости от ширины детали зажимная колодка *8* может перемещаться в поперечном направлении корпуса кондуктора по удлиненным Т-образным пазам. Закрепление колодки *8* осуществляется винтами *23* с помощью квадратных гаек *24*. Установка и закрепление детали производятся с таким расчетом, чтобы деталь имела достаточную поверхность опоры на выступающем заплечике колодки. Образуемое в результате этого пространство под деталью (разрезы *А—А* и *Б—Б*) обеспечивает свободный выход сверла.

Суппорт *18*, несущий на себе кондукторное устройство, устанавливается по миллиметровой шкале линейки с помощью нониуса *15* и закрепляется винтом *11*, действующим на прижимной плунжер и шарик *10*. Шарик скользит в призматической направляющей корпуса *9* и обеспечивает надежное закрепление суппорта в заданном положении. Кондукторная плита *6* с миллиметровой шкалой устанавливается в поперечном направлении по нониусу, снабженному шкалой в соответствии с требуемой точностью. Нониус закреплен на ползуне *14*.

Переналаживаемый кондуктор (рис. 53) предназначен для обработки пакета тонких (толщина 3 мм) планок *5*, в котором требуется просверлить пять отверстий. Кондуктор состоит из корпуса *4*, пяти смонтированных на нем кондукторных планок *2* и двух прихватов *3*. Пакет планок устанавливается на уступ корпуса до торцового упора *1* и зажимается прихватами. Кондукторные планки *2* — наладочный элемент, при переналадке он может быть заменен другими, которые также устанавливаются на корпусе кондуктора на два штифта и закрепляются двумя болтами.

Детали типа планок, обрабатываемые на сверлильных станках, выполняются с прямоугольными и закругленными по некоторому радиусу торцами. В последнем случае обычно необходимо расположить отверстие концентрично радиусу закругления торца планки, что учитывается при базировании детали в приспособлении.

На рис. 54 показаны обрабатываемая деталь, в которой требуется просверлить два отверстия диаметром 15 мм с заданным размером

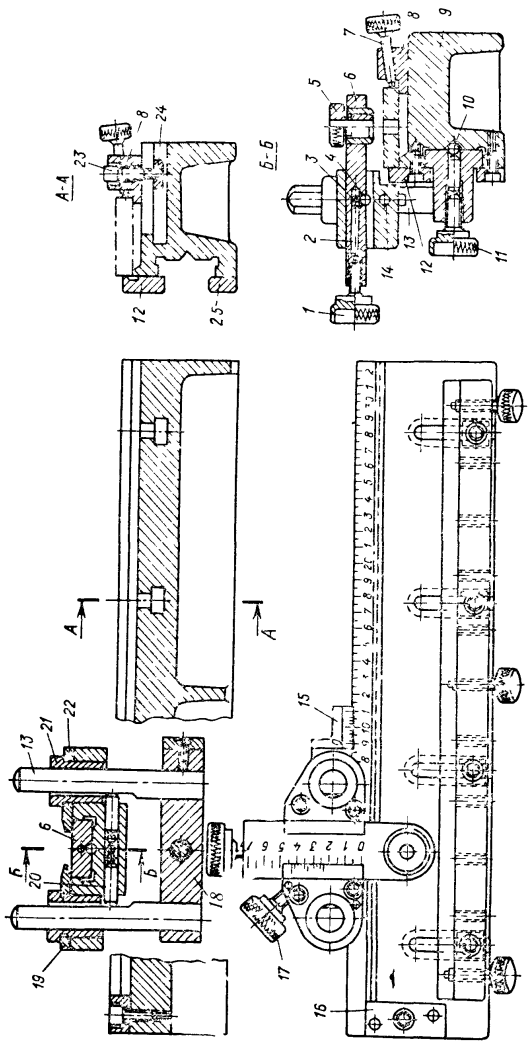


Рис. 52. Переналаживаемый кондуктор для сверления отверстий в деталях типа планок

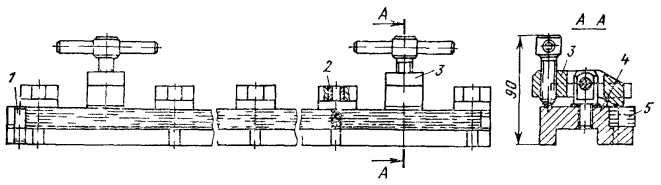


Рис. 53. Переналаживаемый кондуктор для сверления отверстий в пакете тонких планок

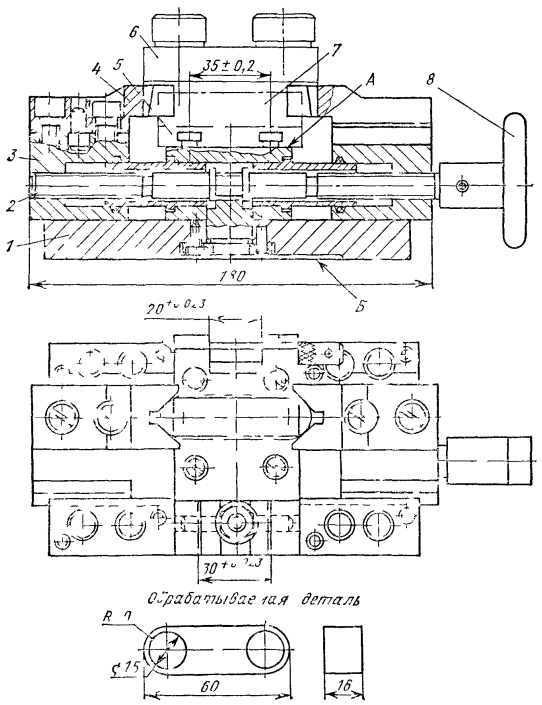


Рис. 54. Переналаживаемый кондуктор для сверления отверстий в деталях типа планок и шпонок

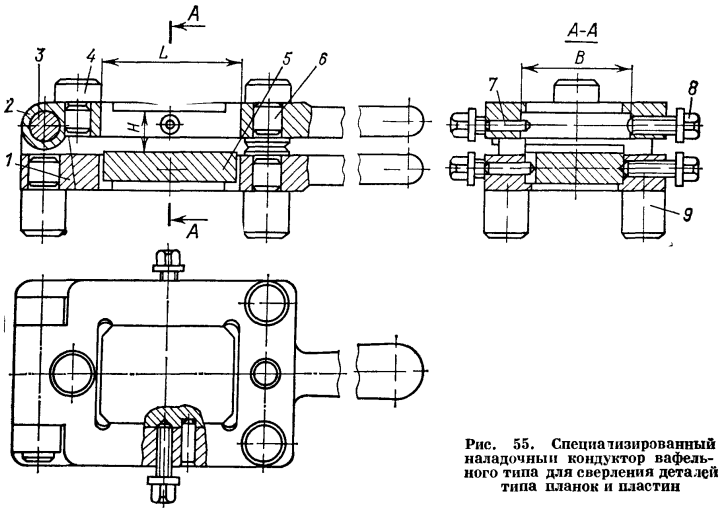


Рис. 55. Специализированный наладочный кондуктор вафельного типа для сверления деталей типа планок и пластин

$R = 10$ мм от торца, и кондуктор для этой операции.

В корпусе *1* кондуктора смонтирован самоцентрирующий зажимной механизм, состоящий из винта *2* с правой и левой нарезками, на которые навинчены ползуны-гайки *3*. На гайках закреплены центрирующие призмы *4*. Обрабатываемая деталь *7* устанавливается на сменной подставке *5* и при поворачивании маховичка *8* закрепляется сходящимися самоцентрирующими призмами *4*. Сменная откидная кондукторная планка *6* с двумя втулками (показана тонкой линией) монтируется шарнирно в пазу шириной 20 мм.

Наладочными элементами являются здесь кондукторная планка со втулками и подставка *5* для выхода сверла; последняя может проектироваться и на группу деталей.

Отклонения от параллельности поверхностей *А* и *Б* не должны превышать 0,02 мм.

Ниже приведены некоторые специфичные приспособления, используемые при обработке мелких деталей.

На рис. 55 изображен специализированный наладочный кондуктор так называемого вафельного типа, предназначенный для сверления отверстий в мелких деталях типа планок и пластин, имеющих различную конфигурацию.

Плита *1* с четырьмя опорными штырями *9* снабжена проушиной, через которую пропущена ось *3*, скрепляющая верхнюю плиту *2* с плитой *1*. В плитах имеются прямоугольные окна (размером $B \times L$) для крепления наладок. Наладки фиксируются штифтами *7* и крепятся винтами *8*. Штыри *6*, запрессованные в плиты, подгоняются опорными поверхностями и обеспечивают постоянство размера *H*. На верхней плите имеются три опорных штыря *4*, что позволяет в случае необходимости повернуть кондуктор на 180° и производить сверление с обеих сторон.

Кондуктор может снабжаться постоянной плитой *5*, которая по мере износа (высверливания) заменяется новой. В случае необходимости обе плиты могут быть сменными.

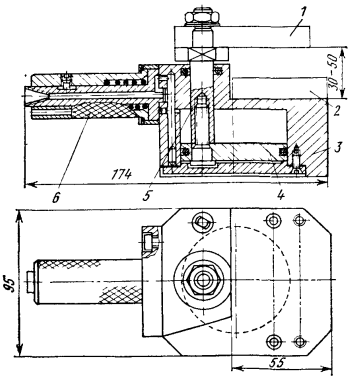


Рис. 56. Переналаживаемый скальчатый кондуктор пневматического действия для обработки мелких по размерам деталей

Основные размеры ($B \times L \times H$) двух типоразмеров вафельных кондукторов следующие: $40 \times 50 \times 14$; $60 \times 140 \times 17$ мм.

На рис. 56 показан скальчатый кондуктор пневматического действия, предназначенный для сверления отверстий в мелких деталях. Пневмоцилиндр находится в корпусе *3* кондуктора. В целях уменьшения габаритов приспособления скалка *5* кондуктора смещена относительно оси поршня *4*. Распределение воздуха производится при помощи золотника, расположенного в рукоятке *6* кондуктора. При давлении в сети 0,4 МПа усилие зажима примерно 1000 Н. Наладочными элементами в этом кондукторе служат закрепляемая на корпусе нижняя наладка *2* для установки обрабатываемой детали и верхняя наладка — кондукторная плита *1*.

Конструкция стандартных вафельных кондукторов и их основные размеры приведены в табл. 16. Кондукторы вафельные предназначены для установки тонких пластин при обработке отверстий. Технические требования — по ГОСТ 22129—76.

Приспособления для прочих станков. Крепление деталей на плоскошлифовальных станках весьма просто осуществляется с помощью электромагнитных и магнитных приспособлений, рассмотренных в гл. 4. Если же конфигурация деталей сложная, то для их закрепления приходится проектировать специальные наладки, устанавливаемые на универсальных магнитных и электромагнитных плитах или непосредственно на столе плоскошлифовальных станков. При шлифовании деталей, которые невозможно или неудобно закреплять непосредственно на зеркале магнитной плиты, обычно используют комплект из двух переходников, показанных на рис. 57, *а* (см. также рис. 58). Переходник представляет собой блок, набранный из пластин *1* мягкой стали (магнитопроводы), между которыми помещены прокладки немагнитных материалов *2*. Магнитопроводы и прокладки стягиваются латунными заклепками *3*. Переходники устанавливаются на магнитные плиты *4* типа ПМ с шагом полюсов, равным 16 мм. Габаритные размеры переходников $220 \times 125 \times 60$ и $220 \times 90 \times 60$ мм.

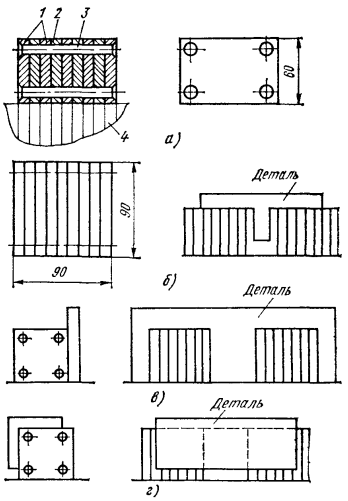
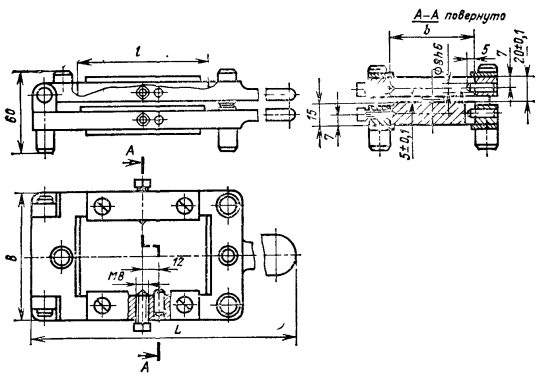


Рис. 57. Магнитные переходники и примеры их применения

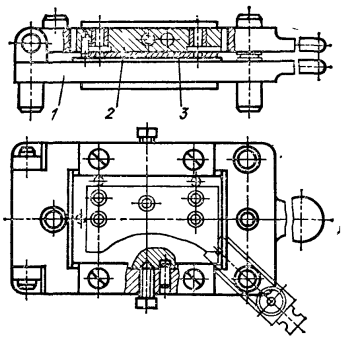
16. Кондукторы вафельные по ГОСТ 22128 — 76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	b (поле допуска $H7$)	B (не более)	L (не более)	l	Масса, кг, не более
7353—0021	60	95	240	100	2,5
7353—0022	80	115	240	125	4,5
7353—0023	100	135	300	160	5,5

Пример условного обозначения кондуктора размером $b = 60$ мм: кондуктор 7353 — 0021 ГОСТ 22128 — 76.

Пример применения



1 — кондуктор; *2* — наладка; *3* — заготовка

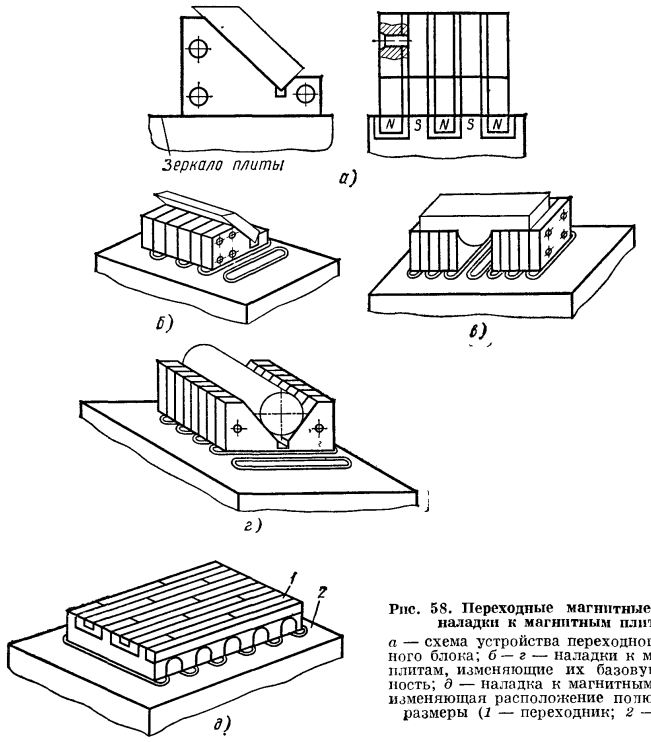


Рис. 58. Переходные магнитные блоки и наладки к магнитным плитам:

а — схема устройства переходного магнитного блока; *б* — *г* — наладки к магнитным плитам, изменяющие их базовую поверхность; *д* — наладка к магнитным плитам, изменяющая расположение полюсов и их размеры (*1* — переходник; *2* — плита)

На рис. 57, *б* и 58, *в* приведены примеры использования двух переходников прямоугольной формы для обработки детали с выступом, на рис. 57, *в* — для обработки детали типа плиты, закрепляемой силой магнитного поля на вертикальной плоскости переходника, на рис. 57, *г* — для обработки стального угольника.

Заготовки для переходников, которые можно подготовить заранее, представляют собой набор стальных магнитопроводов, стянутых латунными стяжками и залитых алюминиевым сплавом (немагнитным материалом). По мере надобности заготовкам придается форма, необходимая для закрепления той или иной детали.

Пример дообработки заготовки магнитного переходника, используемого при обработке детали, на которой требуется прошлифовать скос под углом 10°, приведен на рис. 59.

Более универсальным решением задачи закрепления деталей при шлифовании плоскостей, расположенных под некоторым углом к опорной поверхности, является применение синусной многополюсной наладки (рис. 60).

В корпусе *1* этой наладки размещены магнитопроводы *10*, скрепленные посредством заливки алюминиевым сплавом. Расположение магнитопроводов соответствует шагу магнитной плиты. В расточке корпуса помещен поворотный блок *2*, состоящий из магнитопроводов *8* и латунных прокладок *7*. Магнитопроводы и прокладки стянуты латунными заклепками *9*. К поворотному блоку прикреплен рычаг *3*, на конце которого укреплен ролик *6*. Помещая между роликом и закаленной пластиной *4* мерные плитки, можно установить поворотный блок под необходимым углом. Закрепление блока производится с помощью барашковых гаек *5*.

Синусная наладка устанавливается на магнитные плиты типа ПМ с шагом полюсов 16 мм. Удельное тяговое усилие на рабочей поверхности 0,6 МПа.

На рис. 61, *а* изображена применяемая для обработки расположенных под углом плоскостей магнитная синусная плита. Она состоит из основания *1* с двумя стойками *2* и *3* и по-

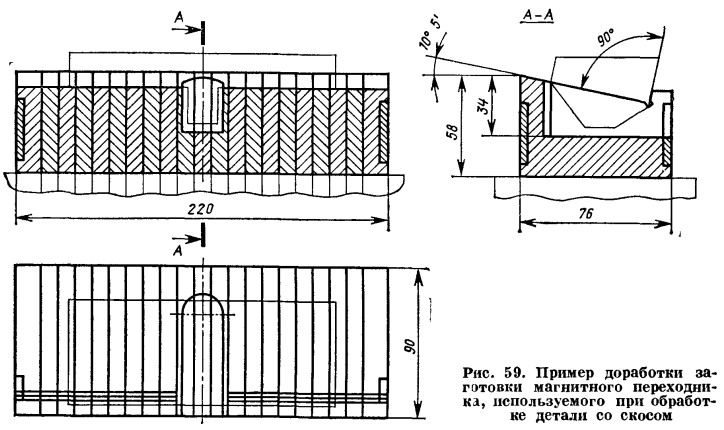


Рис. 59. Пример доработки заготовки магнитного переходника, используемого при обработке детали со скосом

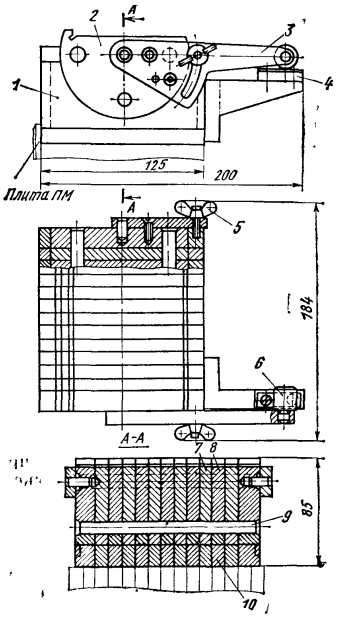


Рис. 60. Синусная многополюсная наладка на магнитную плиту для шлифования поверхностей, расположенных под различными углами к опорной поверхности детали

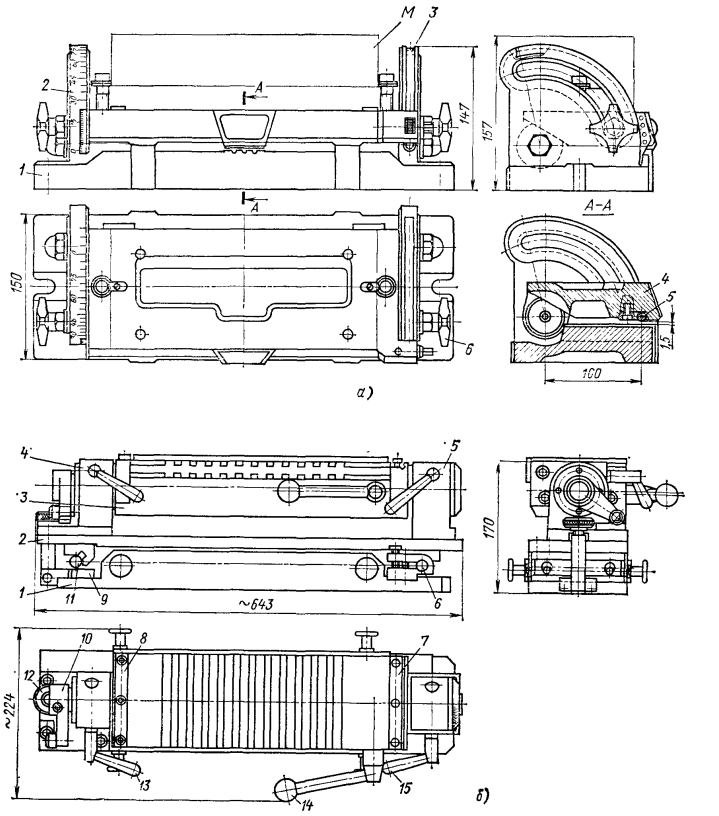


Рис. 61. Магнитные синусные плиты:
а — для обработки расположенных под углом плоскостей; *б* — для поворота детали под заданным углом в двух плоскостях

воротной плиты *4*, на которую устанавливается и закрепляется магнитная плита *М*. На стойке *2* закреплен лимб, а на поворотной плите *4* — нониус. Установка по лимбу осуществляется парой шестерен (на рисунке не показаны). Точная установка плиты под требуемым углом производится подкладыванием мерных плиток под калибр *5*. В требуемом положении плиту закрепляют гайками-звездочками *6*.

Угол поворота плит — от 0 до 90°. Точность установки по основному нониусу ±5′. Точность установки по мерным плиткам ±25″. Удельное усилие притяжения 0,32 МПа. Габаритные размеры плиты ПМС-21 — 440 × 280 × 157 мм, плиты ПМС-22 — 520 × 360 × 157 мм.

На рис. 61, *б* показана также изготовляемая централизованно магнитная синусная двухповоротная плита. Она предназначена для закрепления деталей под углом в двух плоскостях. В приспособлении использована магнитная плита типа ПМ-22.

Состоит плита из основания *1*, промежуточной плиты *2* и магнитной плиты *3*, поворачивающейся на кронштейнах *4* и *5*. Промежуточная плита *2* поворачивается вокруг оси *6*. На торцах магнитной плиты закреплены цапфы *7* и *8*, которые входят в кронштейны *4* и *5*, привинченные к промежуточной плите *2*.

Установка приспособления на необходимый угол при повороте вокруг продольной оси осуществляется по лимбу или с помощью набора мерных плиток, помещаемых под ролик рычага *10*, а такая же установка при повороте вокруг поперечной оси *6* — с помощью набора мерных плиток *9*, помещаемых под ролик *11*, закрепленный на промежуточной плите *2*. При повороте вокруг продольной оси плита фиксируется двумя тангенциальными зажимами *13* и *15*, а при повороте вокруг поперечной оси — винтом *12*. Деталь на магнитной плите *3* закрепляется поворотом рукоятки *14*.

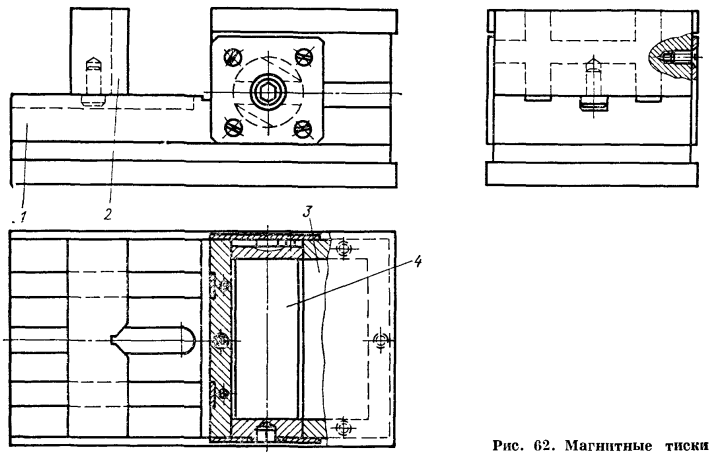


Рис. 62. Магнитные тиски

При обработке на плоскошлифовальных станках плоскостей с высокой степенью точности их взаимного расположения успешно применяются магнитные тиски модели 7209—0004 (рис. 62). Тиски эти можно устанавливать на магнитной плите как на нижнюю, так и на одну из трех боковых ее плоскостей.

Корпус *1* тисков состоит из двух частей, между которыми помещен неподвижный оксидно-бариевый магнит *3*. В расточке корпуса находится поворотный магнитный блок *4*, состоящий также из оксидно-бариевого магнита, к полюсам которого прилегают стальные магнитопроводы. Переключение магнитного потока происходит при повороте магнитного блока ключом на 90°. В тиски могут быть установлены сменные губки *2*, которым в зависимости от конфигурации обрабатываемой детали может быть придана необходимая форма.

Кроме приведенных в этом справочнике приспособлений, работающих на базе универсальных магнитных

плит типа ПМ, имеется ряд конструкций, предназначенных для установки и закрепления деталей разных технологических групп путем использования сменных наладок к универсальным магнитным плитам типа ПМ. К ним можно отнести магнитную призму модели ПМ-122, наладку для обработки валов модели 7208—0007, наладку для обработки планок модели 7208—0005, наладку для обработки втулок модели 7208—0004 и др. Все эти приспособления выпускаются централизованно заводами станкостроительной промышленности.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА РЫЧАГОВ, ШАТУНОВ, КРОНШТЕЙНОВ И ФАСОННЫХ КРЫШЕК

Детали этого класса (рис. 63) отличаются большим разнообразием конструктивных форм, поэтому их закрепление и обработка на токарных и круглошлифовальных станках представляют некоторые трудности. При больших партиях деталей в условиях массового производства прибегают к конструированию специальных приспособлений. При обработке малых партий деталей для их закрепления могут быть применены универсальные наладочные двух-, трех- и четырехкулачковые патроны и планшайбы с угольником, для которых проектируют специальные наладки. При серийном производстве деталей типа рычагов, шатунов, кронштейнов, вилок и других можно спроектировать ряд специализированных переналаживаемых **приспособлений для токарных и круглошлифовальных станков,** охватывающих определенные типы деталей в некотором диапазоне.

На рис. 64 приведено специализированное наладочное приспособление для растачивания центрального отверстия d и подрезки торца у заготовки на две вилки с раздвижными установочными пальцами, позволяющее обработать заготовки с межцентровым расстоянием $L = 152 \div 218$ мм. После обработки центрального отверстия заготовки разрезают и получают две вилки.

Приспособление представляет собой чугунную планшайбу *1*, устанавливаемую на шпиндель станка. На планшайбе имеется радиальный паз, в котором перемещаются цилиндрический и ромбический пальцы с буртиками, затягиваемые после перестановки гайками *6*. Для точного направления по пазу и предотвращения проворота при затягивании гайкой пальцы в своей средней части имеют лыски (размер 22*f*7 в сечении *Б — Б*).

Цилиндрический палец *2*, буртик которого имеет плоский срез, устанавливают на расстоянии l_{min} от центра. Это расстояние берут из рабочего чертежа по размеру наименьшей вилки. После этого вприток к плоскости буртика пальца устанавливают на штифтах и закрепляют на планшайбе двумя винтами *8* стальную закаленную планку *7*, боковая плоскость которой служит в дальнейшем базой *а* для отсчета расстояний при перемещении пальца *2* при наладке приспособления для обработки вилок, у которых размер $l > l_{min}$; отсчет расстояний производится при помощи мерных щупов; для каждой партии вилок с определенным размером l имеется свой щуп, который закладывается между планкой *7* и плоскостью среза буртика пальца *2*. После установки палец *2* затягивается гайкой.

Установка ромбического пальца *5* производится по второму обработанному отверстию заготовки. Для этого до окончательной затяжки пальца *2* заготовку устанавливают на оба пальца и затем гайкой *6* закрепляют ромбический палец. Заготовки закрепляют гайками *3* через сферические шайбы *4*.

Для руководства при наладке приспособления на планшайбе закреплена табличка *9*, на которой указаны номера деталей, их размеры и размеры щупов. Время на переналадку 4—5 минут.

На рис. 65 показано специализированное наладочное приспособление для обработки второго отверстия у деталей типа рычагов. Деталь ба-

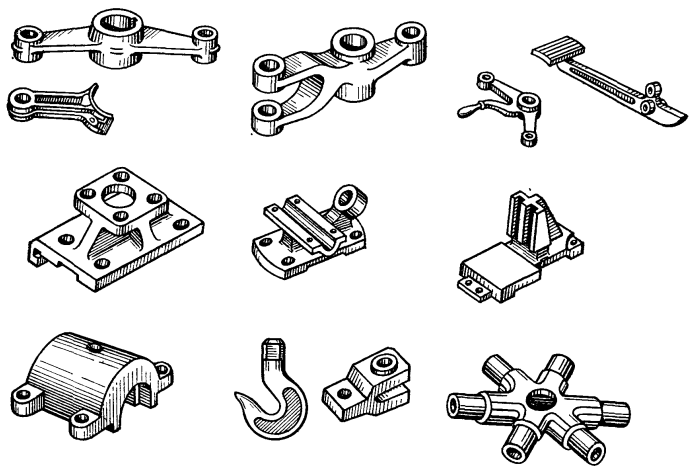


Рис. 63. Укрупненный классификатор деталей типа рычагов, шатунов, кронштейнов фасонных крышек и др.

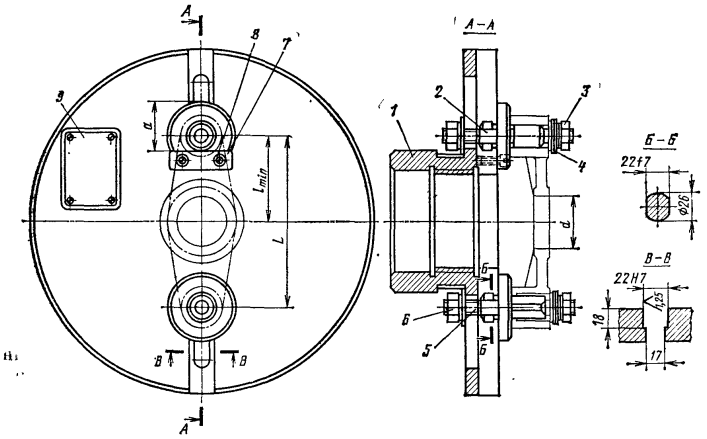


Рис. 64. Специализированное наладочное приспособление для растачивания центрального отверстия и подрезания торца деталей типа вилок

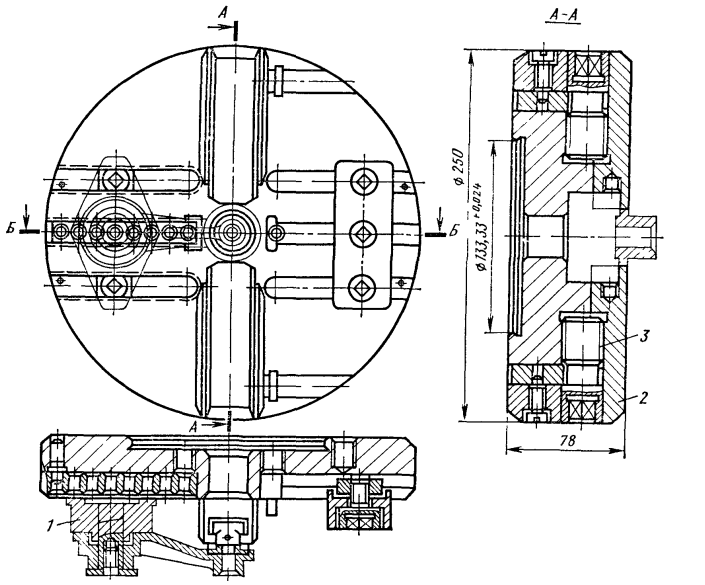


Рис. 65. Специализированное наладочное приспособление для обработки второго отверстия деталей типа рычагов

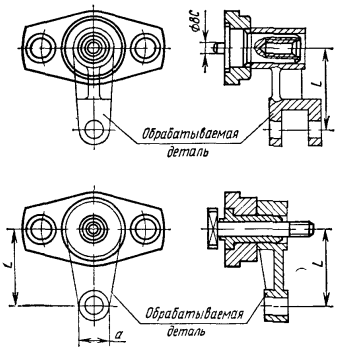


Рис. 66. Примеры наладок приспособления — по рис. 64

зируется обработанным отверстием на сменном пальце *1* и закрепляется через быстросъемную шайбу Второй конец детали ориентируется и закрепляется кулачками *2* через винты *3*. В зависимости от длины рычага вкладыш *1* при наладке смещается по пазам. Примеры наладок на это приспособление приведены на рис. 66.

Для обработки деталей типа кронштейнов, стоек и других можно рекомендовать конструкцию специализированного переналаживаемого приспособления, приведенного на рис. 67, *а* На планшайбе *1*, устанавливаемой на шпиндель станка, сцентрирован и закреплен винтами *2* корпус *3*, имеющий четыре радиальных паза. Три из них служат для направления основных кулачков *7*, на которых закрепляются сменные зажимные кулачки *6*, в четвертом

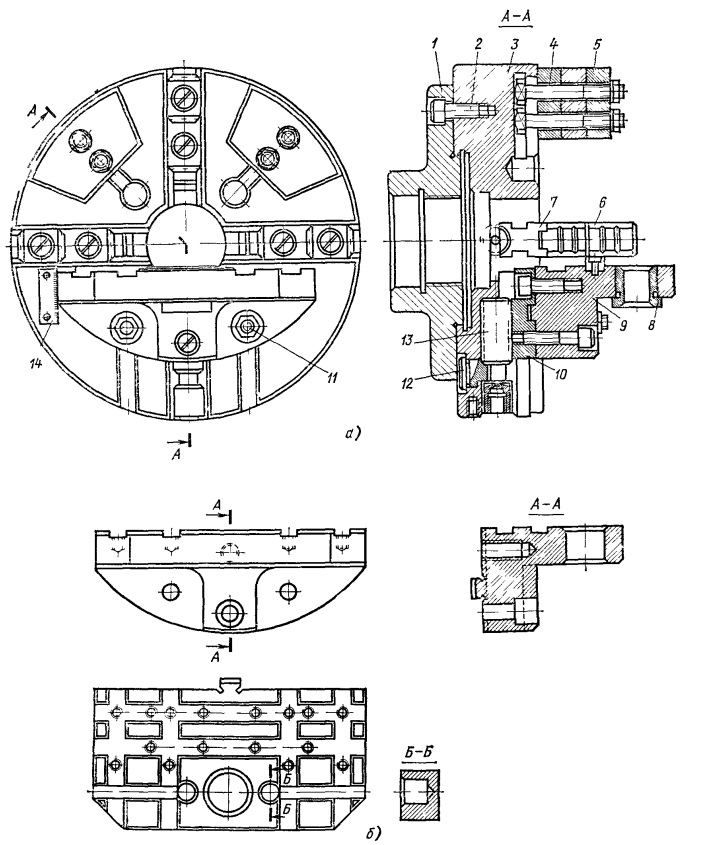


Рис. 67. Специализированное переналаживаемое приспособление для обработки деталей типа стоек и кронштейнов

пазу помещен сухарь *10* с установленным на нем угольником *9* Кулачки и угольник перемещаются индивидуальными винтами *13* с внутренним четырехгранником под ключ, от осевого перемещения винты удерживаются вилками *12* При наладке приспособления величина радиального перемещения угольника определяется по шкале *14*, после чего угольник закрепляется двумя болтами с гайками *11*.

Для закрепления установочных элементов или непосредственно обрабатываемых деталей на верхней плоскости угольника имеются взаимно перпендикулярные калиброванные пазы с резьбовыми отверстиями и

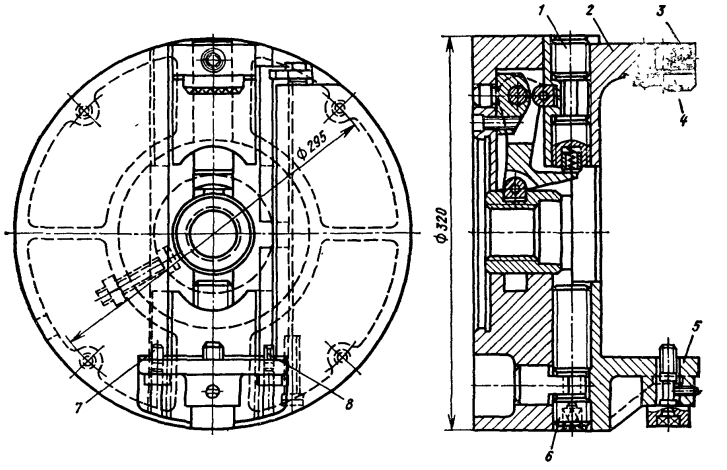


Рис. 68. Специализированный переналаживаемый патрон с угольником и зажимным кулачком для обработки деталей типа стоек и кронштейнов

Т-образные пазы (рис. 67, *б*). Кроме того, предусмотрено отверстие под центрирующую втулку *8*, ось которой должна пересекаться с осью шпинделя. Втулка *8* служит для установки сменных центрирующих пальцев, применяемых в случаях базирования обрабатываемых деталей по отверстию. Для устранения дисбаланса служат грузы *5*, закрепляемые винтами *4*.

При соответствующих наладках на подобных угольниках можно устанавливать и обрабатывать самые разнообразные детали, для которых обычно приходится проектировать специальные приспособления.

На рис. 68 приведен чертеж механизированного переналаживаемого патрона с угольником и одним зажимным кулачком для обработки деталей типа кронштейнов, стоек и других, у которых необходимо обработать отверстие от обработанного основания. Сменные наладки для различных деталей устанавливаются на плоскости угольника *5* по двум пальцам *7* и *8* (цилиндрическому и ромбическому). На кулачке *2* также монтируется наладка *4* в соответствии с конфигурацией детали и закрепляется винтом *3*. При наладках приспособления угольник перемещают винтом *6*, фиксируя положение по шкале с нониусом; после перемещения угольник закрепляют винтами. Кулачок регулируют винтом *1*. Уравновешивающие грузы закрепляют в пазах на корпусе.

Приспособления для фрезерных станков. Некоторые заготовки деталей типа рычагов, шатунов и других могут быть обработаны в универсальных безналадочных тисках, однако большинство из них требует проектирования наладок к УНП типа тисков.

Наладки к тискам позволяют обработать на них детали любой конфигурации в широком диапазоне размеров. Конструктивно они могут отличаться конфигурацией базовой части, зависящей от посадочных мест тисков, и способом крепления к тискам; конструкция и конфигурация зажимной части губок целиком зависят от конфигурации и размеров обрабатываемой детали.

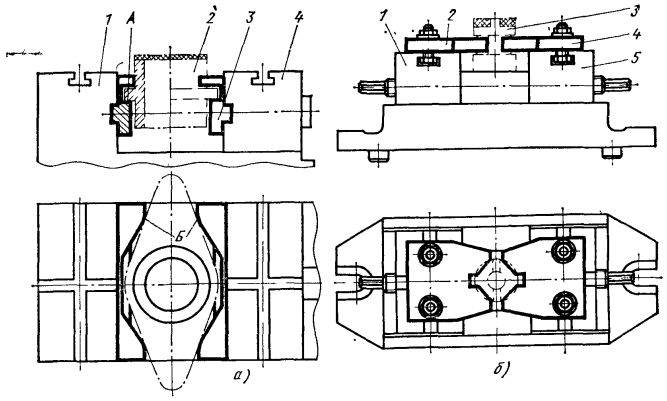


Рис. 69. Наладки к универсальным наладочным тискам для закрепления деталей типа фланцев

Наладки к универсальным наладочным тискам представлены на рис. 69.

На рис. 69, *а* показано закрепление отливки типа фланца. На неподвижной губке *1* и подвижной губке *4* закрепляются две сменные планки *3*, имеющие опорную часть *А* и зажимную часть *Б*, выполненные в виде призм, по которым ориентируются стороны детали — фланца *2*.

На рис. 69, *б* показан пример закрепления цилиндрической детали *3* при фрезеровании двух лысок на ее торце. Деталь закрепляется в губках *1* и *5* самоцентрирующих тисков с помощью двух одинаковых призм *2* и *4*.

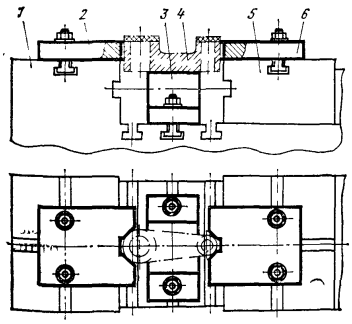


Рис. 70. Наладка к универсальным наладочным тискам для закрепления деталей типа рычагов

На рис. 70 показана наладка для закрепления на вертикально-фрезерном станке штампованной заготовки *4* детали типа рычага. Наладка состоит из двух призм *2* и *6*, закрепленных на неподвижной *1* и подвижной *5* губках тисков. Обрабатываемая деталь *4* устанавливается на подставку *3*.

На рис. 71 приведен пример закрепления литой детали (типа кронштейна) *4* при фрезеровании ее торцов. Наладка выполнена из двух специальных губок *2* и *5*, учитывающих конфигурацию обрабатываемой детали *4*.

На неподвижной губке *1* закреплена прижимная часть с качающейся (самоустанавливающейся) планкой *3*, а на подвижной губке *6* — базовая часть *5*, по пазу и опорной части которой ориентируется деталь *4*.

Крепление деталей простой формы в тисках производится обычно в термически обработанных до высокой твердости губках, прилагаемых к тискам, без применения наладок. Иног-

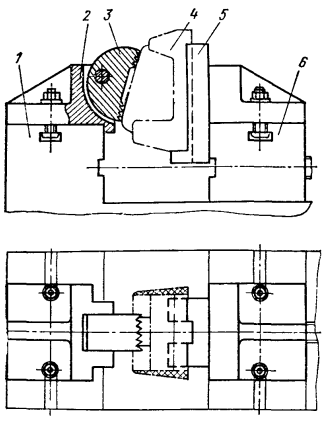


Рис. 71. Наладка к универсальным наладочным тискам для закрепления детали сложной конфигурации

да для установки деталей по высоте применяют простые подкладки или опоры. Для закрепления деталей цилиндрической формы используют призмы, которыми снабжаются некоторые модели тисков или которые специально изготовляют на определенные диапазоны диаметров.

Наладки к универсальным тискам для фрезерования деталей относительно сложных форм показаны на рис. 72.

Наладка (рис. 72, *а*) устанавливается на неподвижную губку тисков с упором в основание, фиксируется штифтом и закрепляется двумя винтами. Деталь базируется по пазу неподвижного элемента сменной наладки *1* с упором в плоскость *А*. Подвижной элемент *2* наладки монтируется на подвижной губке.

На рис. 72, *б* представлен более сложный вариант наладки для обработки фигурной проймы детали *4* на вертикально-фрезерном станке по копиру. Базирование детали осуществляется по плоскости и пальцу *1* наладки, установленной на неподвижной губке тисков. Закрепление производится элементом наладки *3*, смонтированным на подвижной губке тисков. Копир *2* базируется по двум штифтам наладки на элементе *5* и закрепляется двумя винтами.

На рис. 72, *в* показана наладка для закрепления крупной фасонной штам-

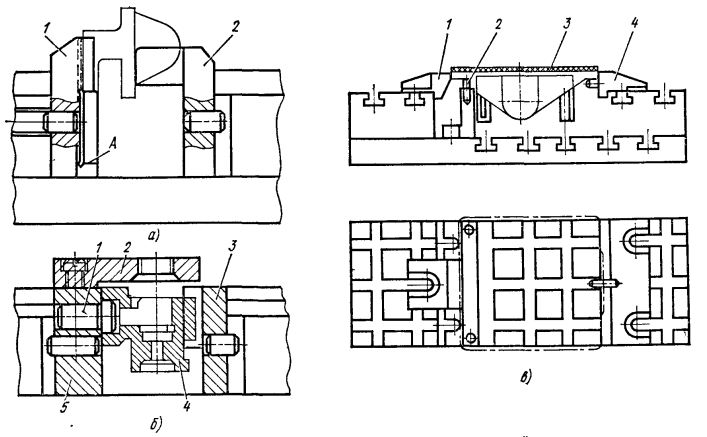


Рис. 72. Наладки к универсальным тискам для закрепления деталей относительно сложных форм

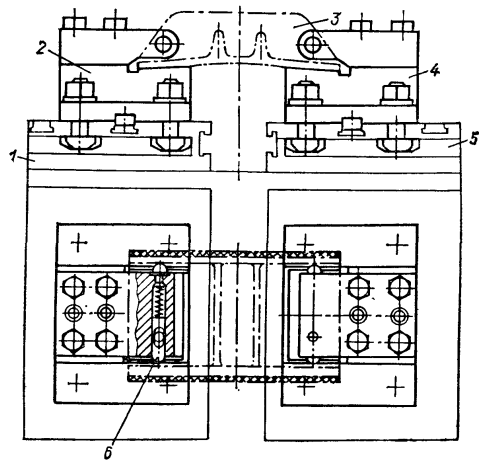


Рис. 73. Наладка при фрезеровании двух торцов крышки набором фрез

повки при фрезеровании ее опорной плоскости на вертикально-фрезерном станке. Деталь *3* устанавливается на три точки, две из которых располагаются на подставке *2*, закрепляемой на основании тисков, а третья находится на направляющей сменной губке *4*, расположенной на неподвижной губке тисков (справа). На этой же неподвижной губке выполнены две плоскости, являющиеся направляющей базовой плоскостью, к которой деталь прижимается второй сменной губкой *1*, расположенной на подвижной губке тисков. Шестая упорная точка отсутствует, так как положение детали по ширине губок не влияет на точность выполнения операции. Если необходимо выполнить на детали уступ, то шестая точка может быть образована, например, в виде упора на сменной неподвижной губке.

На рис. 73 показана наладка для фрезерования двух торцов сложной отливки — крышки *3* на горизонтально-фрезерном станке. Фрезерование осуществляется набором из двух фрез. Наладка состоит из левой *2* и правой *4* губок, закрепленных соответственно на подвижной *1* и неподвижной *5* губках тисков. Губка *2* отличается от губки *4* расположением базового штыря: они не взаимозаменяемы. Подпружиненный плунжер *6* с другой стороны губки обеспечивает ориентирование отливки по одной ее боковой стенке.

Несмотря на простоту наладок, приведенных на рис. 72 и 73, они не всегда могут быть использованы. Для уменьшения числа наладок иногда конструируют комбинированные наладки, предназначенные для установки и закрепления одной детали в нескольких различных ее положениях или нескольких разных деталей (это удается значительно реже). Установка одной и той же детали в нескольких различных положениях с помощью одной наладки может быть достигнута разными способами, одним из которых является создание в наладке базовых и зажимных поверхностей для каждого положения обрабатываемой детали (см. рис. 81).

На рис. 74 приведен пример применения комбинированной наладки, состоящей из трех частей: двух базовых губок *1* и *3*, закрепляемых на неподвижной губке тисков, и одной зажим-

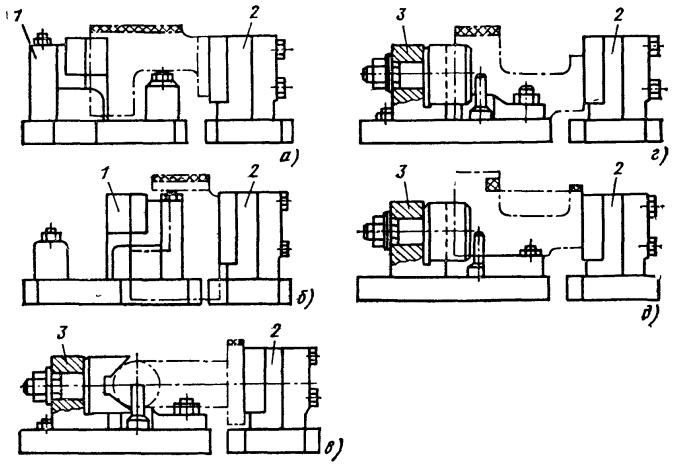


Рис. 74. Комбинированная наладка для обработки сложного кронштейна в пяти разных позициях

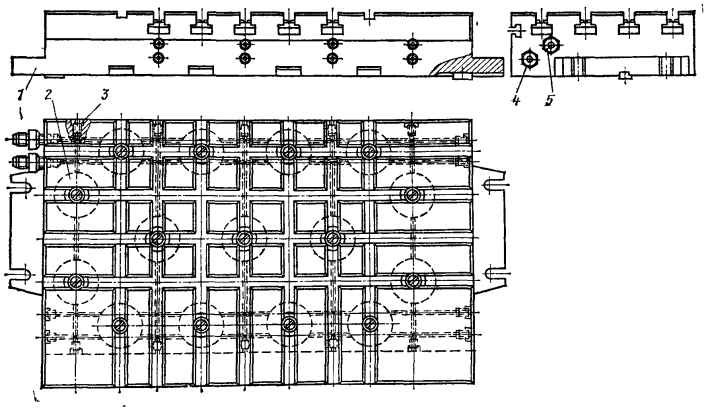


Рис. 75. Универсально-наладочный стол с пневмогидравлическим приводом

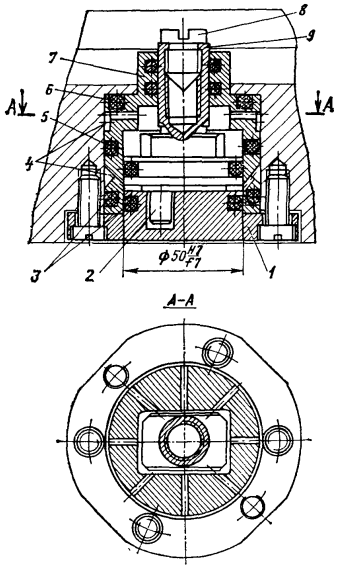


Рис. 76. Гидроцилиндр стола — по рис. 75

ной губки *2*, закрепляемой на подвижной губке тисков. Каждая губка имеет базовые или зажимные элементы с двух сторон, соответствующие сочетания которых допускают установку и закрепление кронштейна в пяти различных положениях, показанных на рис. 74, *а—д*. Эти пять положений детали достигаются не только сменой губок и поворотом их по отношению к детали то одной, то другой стороной, но и изменением положения отдельных элементов губки *1*: поворотом установочной призмы, подведением базовой планки.

На рис. 75 показан универсально-наладочный стол с пневмогидравлическим приводом. Зеркало стола имеет размеры 430 × 680 мм; высота — около 100 мм. Корпус изготовлен из стальной поковки, что исключает возможность падения рабочего давления из-за утечки масла вследствие наличия раковин и других неплотностей, появляющихся в литых конструкциях. Сетка пазов на верхней плоскости стола согласована с расположением смонтированных в нем гидроцилиндров. Наличие 15 гидроцилиндров, служащих для передачи усилия элементам, закрепляющим обрабатываемые детали, позволяет компоновать с их помощью большое число наладок. На зеркале стола проставлены порядковые номера гидроцилиндров, эти номера отмечаются и в картах наладок. Гидроцилиндры *2* смонтированы в расточках на нижней плоскости плиты *1*. Масло подается через штуцеры *4* и *5* в систему каналов, связывающих гидроцилиндры между собой: верхние каналы питаются через штуцер *5*, нижние — через *4*. С торцов стола установлены конические пробки *3* для выпуска воздуха из системы. При давлении масла 10 МПа тянущее усилие на штоке гидроцилиндра свыше 15 кН.

На рис. 76 показан гидроцилиндр этого стола. Масло поступает через каналы стола в кольцевые канавки и отверстия *4* корпуса *7* и затем в верхнюю или нижнюю полость гидроцилиндра. В гидроцилиндре создается давление до 15 МПа, в связи с чем в корпусе установлены уплотнительные кольца *3*, *5* и *6*, которые предотвращают утечку масла из гидросистемы, а также надежно разделяют рабочие полости гидроцилиндра. Крышка *1* служит границей полости и одновременно крепит корпус *7* к столу. В крышке выполнен радиусный паз с дугой, равной 90°, в котором перемещается штифт *2*, запрессованный в плунжер *9*; этот штифт фиксирует рабочее и выключенное положения плунжера и препятствует провороту плунжера, когда в нем закреплена тяга зажима.

В сечении *А — А* показано положение прямоугольной выемки в корпусе *7* цилиндра и прямоугольного выступа на плунжере *9*, соответствующее рабочему положению. При этом масло, поступающее в нижнюю полость цилиндра, перемещает плунжер вверх. Вместе с плунжером получает вертикальное перемещение и ввернутая в резьбовое отверстие (взамен заглушки *8*) тяга, передающая соответствующее движение рабочим

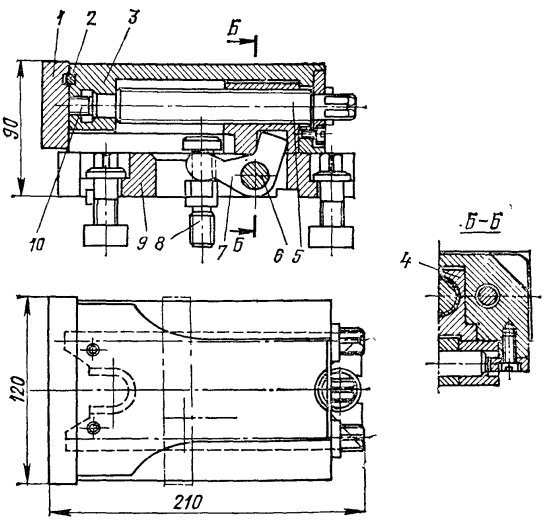


Рис. 77. Элемент наладки тисочного типа — подвижная губка

элементам наладки. Вертикальный ход плунжера составляет 10 мм. При необходимости выключить плунжер (привести его в нерабочее состояние) с помощью специального ключа плунжер поворачивают на 90° и его прямоугольный выступ занимает положение, перпендикулярное к выемке в корпусе 7. При этом тяга-толкатель вывертывается из резьбового отверстия, а на ее место завертывается заглушка *8*, предохраняющая плунжер от попадания грязи и стружки.

На рис. 77 показана подвижная губка, используемая в наладках тисочного типа, монтируемых на базовом столе (см. рис. 75). Основание *9* подвижной губки с помощью двух болтов крепится в определенном месте (в соответствии с указанием в карте наладки) на столе приспособления. Тяга *8* ввертывается в плунжер соответствующего гидроцилиндра. В пазу основания *9* монтируется двуплечий рычаг *7*, качающийся на оси *6*. Одно плечо рычага охватывается стержнем тяги *8*, а второе — входит в паз гайки *4*, смонтированной в корпусе *3*. При ходе плунжера гидроцилиндра тяга поворачивает рычаг, который толкает гайку *4* вправо или влево. Гайка, в свою очередь, через винт *5* толкает корпус *3*, осуществляя при этом зажим или раскрепление детали. При помощи винта *5* осуществляется и настройка подвижной губки относительно неподвижной. Максимальное перемещение губки при настройке составляет 75 мм.

На основании *9* предусмотрены три поперечных паза для фиксации губки на столе, это позволяет устанавливать расстояние между подвижной и неподвижной губками в пределах 0—200 мм.

В зависимости от конфигурации обрабатываемых деталей к корпусу подвижной губки при помощи фиксирующей шпонки *2* и болтов *10* крепится планка *1* либо же специальный элемент наладки. На левом торце корпуса предусмотрен сквозной Т-образный паз для установки крепежных элементов типа кулачков. Каждый

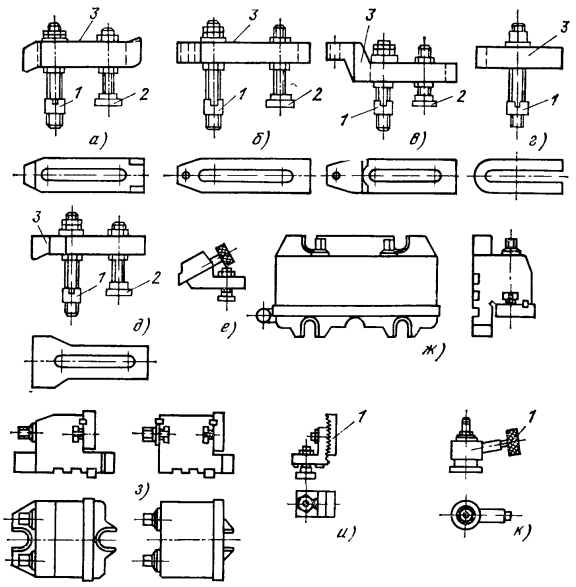


Рис. 78. Унифицированные элементы наладок к столу — по рис. 75

стол снабжен двумя такими подвижными губками. Кроме того, в качестве зажимных элементов наладок применяются различного рода прихваты (рис. 78, *а*—*д*). В каждом таком прихвате имеются два болта — один из них *2* является опорой прихвата и прижимается к столу сферической пяткой, а второй болт *1* ввертывается резьбовым концом в плунжер гидроцилиндра. При ходе плунжера вниз болт воздействует на планку *3* прихвата, которая прижимает деталь к опоре.

На рис. 78, *е* изображен вспомогательный прижим ручного действия, применяемый в случае необходимости дополнительного закрепления нежесткого элемента детали или для досылки детали до упорной базы при установке.

В качестве опорных элементов наладок помимо поверхности стола применяются различные планки, угольники, сферические опоры, а в наладках тисочного типа — дополнительные неподвижные и подвижные губки. На рис. 78, *ж* показаны большая неподвижная губка, а на рис. 78, *з* — два типа малых неподвижных губок. На рис. 78, *и* показана регулируемая опора — угольник, в котором планка *1* устанавливается на нужной высоте, фиксируется с помощью рифлений и закрепляется в таком положении болтом. На рис. 78, *к* приведена самоустанавливающаяся опора со сферической опорной поверхностью. Такая опора подводится под деталь, и ее положение фиксируется стопорным болтом *1*.

На рис. 79 показана наладка для обработки паза в чугунной рамке. Деталь *8*, в которой концевой фрезой *2* фрезеруется открытый паз, устанавливается непосредственно в а

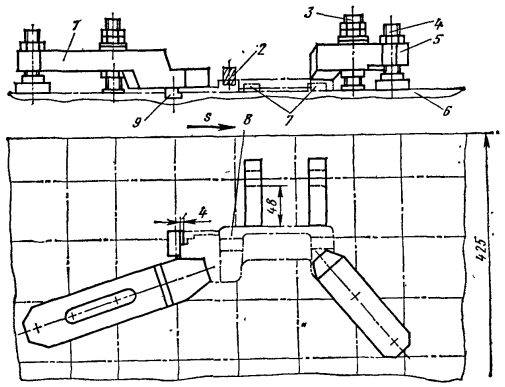


Рис. 79. Наладка для обработки паза в чугунной рамке

поверхности стола *6*. В качестве направляющей поверхности служат две упорные планки *7*, а в качестве упорной поверхности — планка *9*. Все эти планки устанавливаются в мерные пазы стола шпоночными выступами. Деталь закрепляется с помощью прихватов *1* и *5*, действующих от болтов-тяг *3*, связанных с плунжерами гидроцилиндров. Высота болта-опоры *4* регулируется с помощью гайки. На настройку наладки расходуется 10—12 мин.

На рис. 80, *а* приведена наладка, применяемая при фрезеровании скоса на торце чугунной стойки. В этом случае оказалось необходимым использовать наладку тисочного типа. Для ориентации деталей *6* относительно торцовой фрезы *5* на столе *8* кроме неподвижной губки *1* и подвижной *4* закреплена специальная подкладка *7* со скошенным основанием и упором, на которой устанавливается деталь. Закрепление детали осуществляется с помощью планок *2* и *3*, прикрепленных к губкам тисков. Усилие зажима подвижная губка получает от плунжера одного из гидроцилиндров стола *8*.

На рис. 80, *б* показана наладка, используемая при обработке торцовой фрезой *7* плоскости рычага *3*. В этом случае применяется наладка с одной неподвижной губкой *5* и двумя подвижными губками *1* и *11*, приводимыми в движение от плунжеров стола *6*. Деталь устанавливается на опорную поверхность подставки *8*; в качестве направляющей поверхности служит планка *4* длинной неподвижной губки *5*, в качестве упора — штифт *9*, запрессованный в подставку *8*. На торцах подвижных губок *1* и *11* устанавливаются правый *10* и левый *2* прижимы (нагубники) с насечкой, которые прижимают уложенную на подставку *8* деталь к губке *5*.

На рис. 80, *в* приведена наладка для обработки бобышки фрезой *4* на том же рычаге. Бобышка ориентирована относительно отверстия *5*. При этом также применяют наладку тисочного типа. Неподвижная губка *1* устанавливается на столе *7* и фиксируется шпонкой, а подвижная губка *6* приводится в действие от плунжера гидроцилиндра стола *7*. Деталь *8*, предварительно насаженная на палец *2* и опирающаяся на штифт *9*, зажимается между планками *3*.

Все элементы наладок маркированы. Они постоянно находятся в рабочем шкафчике станочника. При получении наряда и схемы наладки рабочий легко находит эти элементы

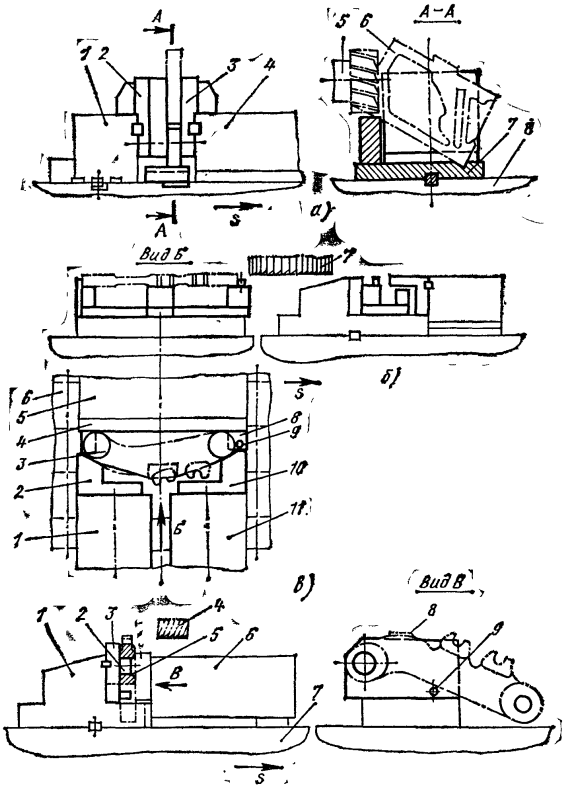


Рис. 80. Наладки для обработки литых чугунных деталей

и устанавливает их в указанных местах. На снятие и установку детали с выверкой расходуется 15—20 мин. Закрепление детали производится поворотом рукоятки пускового крана.

Различные положения детали в наладке можно получить установкой на базовую губку дополнительных базирующих элементов, которые на отдельных операциях можно снимать или менять их положение. На рис. 81 показана комбинированная наладка машинных тисков для фрезерования профиля рычага-защелки в трех различных его положениях, которые достигаются установкой дополнительной базирующей планки *1* на сменную губку *3*. В положении по рис. 81, *а* эта планка установлена в одном ее положении. На рис. 81, *б* показано другое положение, когда базирующая планка переустановлена во второе положение рычага *2*. В положении по рис. 81, *в* базирующая планка снята, а деталь *2* установлена для фрезерования уголка *А*, и при

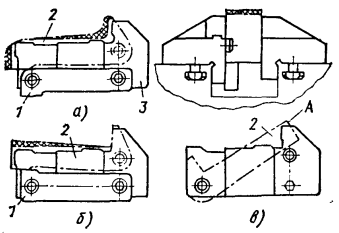


Рис. 81. Комбинированная сменная тисочная наладка для фрезерования рычага в трех различных его положениях

этом используются один из пальцев и одно отверстие, предусмотренные для установки базирующей планки *1*. Из приведенных примеров видно, что комбинированные наладки по конструкции несколько сложнее наладок, разрабатываемых на одну определенную деталеоперацию, однако стоимость изготовления одной комбинированной наладки значительно меньше стоимости изготовления нескольких простых наладок.

Для одновременной обработки нескольких одинаковых деталей, изготовляемых большими партиями, успешно разрабатываются многоместные наладки. На рис. 82, *а* показан пример наладки к машинным тискам для одновременного закрепления четырех фигурных кронштейнов двумя подвижными губками, помещаемыми между губками тисков. В этом случае наладка устанавливается в тисках, губки которых, воздействуя на шарнирные прижимы *1* и *3*, надежно прижимают обрабатываемые детали *2* к призматическим опорам *4* и *5*. После освобождения губок тисков зажимы *1* и *3* разводятся плоскими пружинами и освобождают детали. Для переналадки на обработку других деталей требуется заменить либо опоры *4* и *5*, либо шарнирные зажимы *1* и *3*.

Другой пример многоместной сменной тисочной наладки для одновременной обработки пяти деталей (стойка-держатель) приведен на рис. 82, *б*. Здесь пять деталей устанавливают в специальную кассету *3*, закрепляемую во время зажима вместе с деталями между губками *1* и *4* сменной наладки. Кассета *3* допускает установку деталей в двух положениях: *I* и *II*. В положении *II* детали ориентируются обработанными плоскостями по пазу подкладки *5*. Для поддержания деталей в кассете во время снятия и установки новой партии деталей имеется простой механизм в виде торцового кулачка *2* для предварительного поджима деталей в кассете. Иногда кассета конструктивно объединяется с базовой губкой, в этом случае наличия механизма для предварительного поджима деталей не требуется.

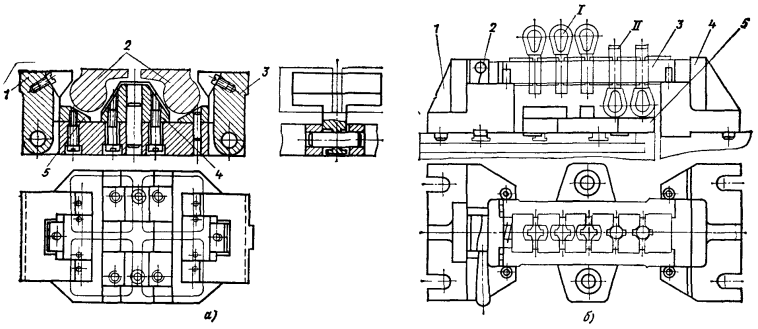


Рис. 82. Тисочные наладки:
а — для одновременного закрепления четырех фигурных кронштейнов; *б* — многоместная сменная для одновременной обработки пяти стоек-держателей

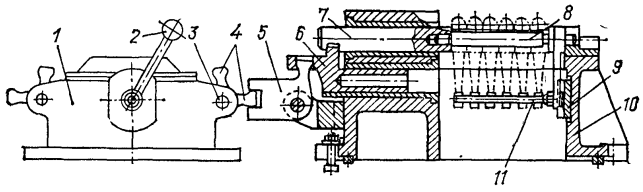


Рис. 83. Специализированное наладочное кассетное приспособление для прорезания пазов в рычагах и шатунах

На рис. 83 изображено специализированное наладочное приспособление для прорезания пазов в деталях типа рычагов, шатунов и хомутов. Здесь детали — рычаги — надеваются обработанными отверстиями на два валика (установочных пальца) *8* и *11* кассеты *9*. При этом валик *8* имеет цилиндрическую форму, а валик *11* — ромбическую. Далее кассета с набранными на ее пальцы обрабатываемыми деталями устанавливается на угольник *10* корпуса приспособления и ориентируется в нем по специальным площадкам. Второй конец валика *8* направляется отверстием ползуна *7*.

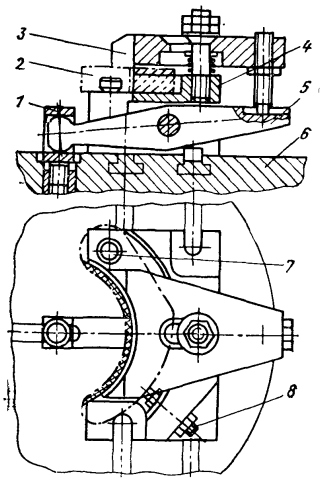


Рис. 84. Сменная наладка на круглый стол для фрезерования контура скобы на вертикально-фрезерном станке

Это приспособление имеет приставной силовой привод в виде пневмокамеры, корпус *1* которой устанавливается на столе фрезерного станка в непосредственной близости от приспособления. При повороте рукоятки *2* шток пневмокамеры перемещается вверх или вниз и увлекает за собой рычаг, второй конец которого, имеющий два отростка *4*, поворачивается относительно оси *3*. Нижний отросток рычага входит в паз другого рычага *5*, который толкает костыль *6*, а тот в свою очередь передает движение ползуну *7*, закрепляющему обрабатываемые детали вместе с кассетой в корпусе приспособления. При повороте рукоятки *2* в другую сторону та же система рычагов отводит ползун *7*, освобождая кассету с обрабатываемыми деталями.

Наладки для фрезерования рычагов, кронштейнов и других деталей применяются также и при использовании поворотных и делительных столов.

На рис. 84 приведена сменная наладка на круглый стол для фрезерования на вертикально-фрезерном станке контура скобы *2* по некоторому радиусу.

В шток поворотного стола *6* завинчивается тяга *1*, в паз которой заводится головка рычага *5*. На стол устанавливается корпус наладки *4* с запрессованными в ней пальцами *7* и регулировочным винтом *8*, с помощью которых деталь ориентируется на наладке. Усилие от пневмопривода передается штоку стола и далее — через тягу *1* от рычага *5* —

зажимной планке-прихвату *3*. Обработка контура по радиусу производится вращением стола вручную или от привода станка.

На рис. 85 показана наладка на круглый поворотный стол для обработки плоскостей деталей сложного контура методом непрерывного фрезерования. Обрабатываемые детали устанавливаются базовой плоскостью на торцовые поверхности трех пальцев, предварительно ориентируются упорными штифтами *3* и затем прижимаются к призмам *2*, закрепленным на общем основании *1* наладки. На основании установлено восемь призм и восемь прихватов *4*, с помощью которых вручную закрепляются детали во время вращения (круговой подачи) поворотного стола.

На рис. 86 показана еще одна наладка для непрерывного фрезерования вилок. В этом случае детали автоматически закрепляются на круглом поворотном столе с помощью гидравлического зажима. Базовыми отверстиями восемь вилок устанавливаются на сменные пальцы *2* и одной своей стороной прижимаются к упорам *4*. Раскрепление и закрепление новых вилок в зоне загрузки осуществляются тягами *1*, связанными со штоками поршней цилиндров *3*; тяги действуют через быстросъемные шайбы. Раскрепление и закрепление деталей производятся автоматически с помощью специального распределительного механизма, расположенного в центре вращающегося стола.

Приспособления для сверлильных станков. В деталях типа рычагов и кронштейнов часто возникает необходимость обработки одного отверстия в бобышке либо двух или более отверстий в ответвлениях. Так, в головках рычагов сверлятся отверстия для подачи масла, на опорных поверхностях кронштейнов — отверстия для крепления к корпусу.

Наладка к скальчатому кондуктору (рис. 87) предназначена для сверления отверстий в центре бобышки рычага. Базой в этом случае является контур заготовки. В основание корпуса *1* кондуктора и кондукторную плиту *2* запрессованы конические втулки *7* и *4*, которые центрируют с двух сторон бобышку рычажка *6*. Конические поверхности втулок выполнены прерывистыми и образуют как бы три опорные точки, отстоящие друг от друга на 120°. В отверстие верхней конической втулки *4* вставлена и закреплена винтом кондукторная втулка *3*.

При повороте рукоятки *5* кондукторная плита *2* опускается и зажимает деталь. Выступ *А* детали упирается в корпус кондуктора, что предотвращает поворот ее под действием сил резания в процессе работы. Для удобства удаления стружки, накапливающейся под нижней конической втулкой *7*, в корпусе кондуктора сделана выемка *Б*.

Наладка портального скальчатого кондуктора с раздвижными стойками (рис. 88) предназначена для точной и сложной операции сверления, зенкерования и развертывания двух отверстий в головках шатуна. Здесь деталь устанавливается на опорные плитки *8* до упора в штифты *7*, *9* и *6*. Окончательно деталь центрируется в двух плоскостях симметрии четырьмя шариками *2*, попарно размещенными в обоймах *3*. При опускании кондукторной плиты *5* шарики скользят по конусной поверхности сегментов *1* и одновременно перемещаются к центрам головок, центрируя их относительно втулок *4*. Опорная плита *10* длиной 800 мм укреплена на поперечных мостиках кондуктора.

Менее ответственные детали такого типа, как хомуты или серьги, могут обрабатываться в относительно более простых кондукторах. Переналаживаемый кондуктор для обработки серьги приведен на рис. 89. В качестве механизма, центрирующего деталь по двум ее бобышкам, в этом случае используются две призмы: неподвижная *3* и подвижная *5*, перемещающаяся по направляющим корпуса *10* кондуктора с помощью винта с накатанной головкой *6*. Предварительно неподвижная призма, расположенная на тех же направляющих, регулируется в соответствии с требованиями чертежа с помощью винта *1* и контргайки *2* и затем закрепляется на направляющих болтом *4*.

Сменная откидная кондукторная планка *7* с двумя втулками *8* (показаны тонкой линией) монтируются

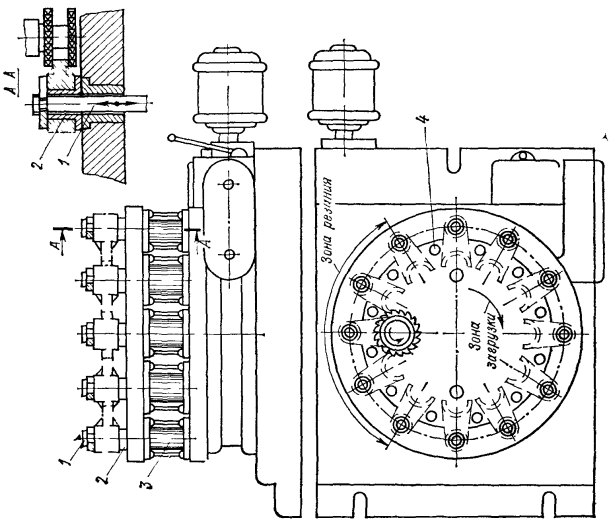


Рис. 86. Наладка для непрерывного фрезерования вилок, автоматически закрепляемых с помощью гидравлического зажима

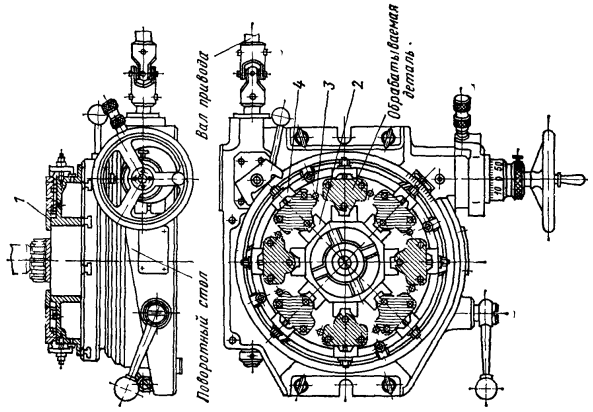


Рис. 85. Наладка на круглый поворотный стол для обработки плоскостей деталей сложного контура методом непрерывного фрезерования

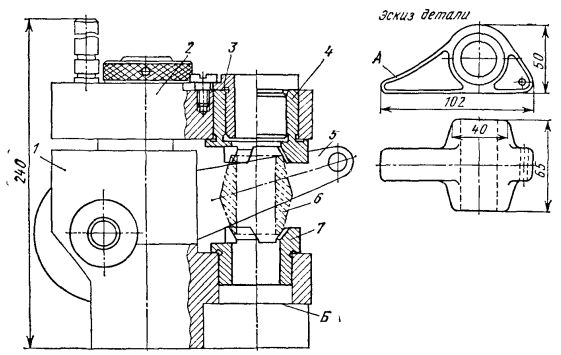


Рис. 87. Наладка к скальчатому кондуктору для сверления отверстия в центре бобышки рычага

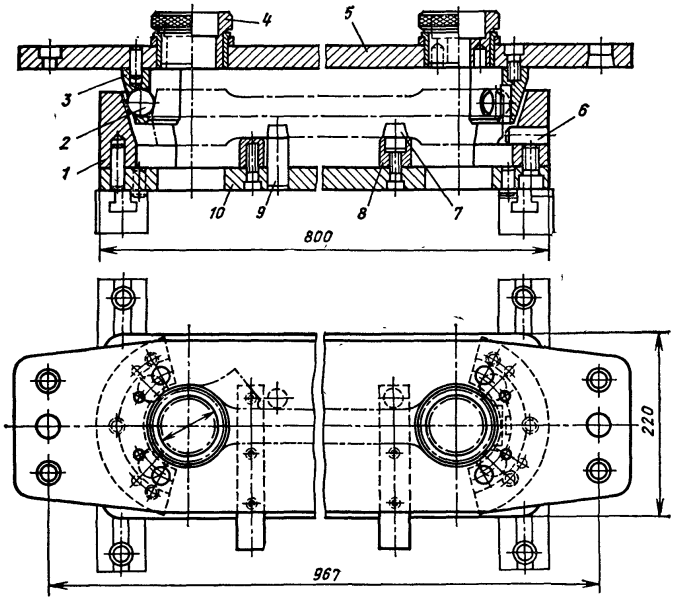


Рис. 88. Наладка к портальному скальчатому кондуктору с раздвижными стойками для обработки двух отверстий в головках шатуна

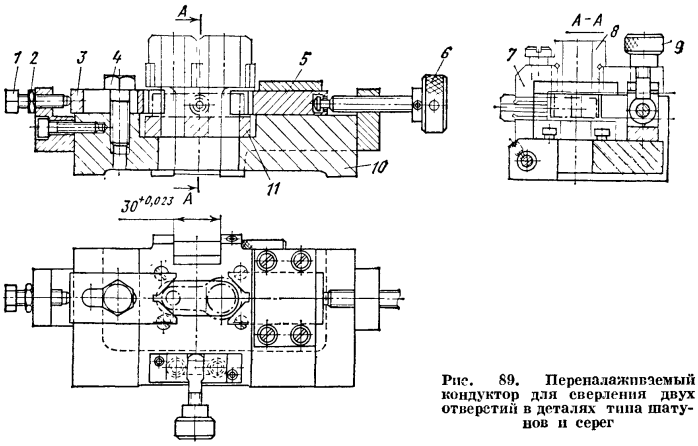


Рис. 89. Переналаживаемый кондуктор для сверления двух отверстий в деталях типа шатунов и серег

шарнирно в пазу шириной 30 мм и после установки обрабатываемой детали на место закрепляется на корпусе откидным шарниром *9*. Подставка *11* предусмотрена для выхода сверла.

Наладочными элементами здесь являются кондукторная планка со втулкамп и подставка *11*, которая может быть спроектирована и на группу деталей.

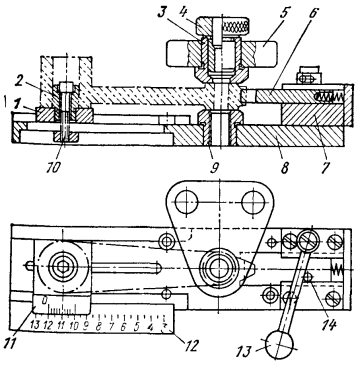


Рис. 90. Переналаживаемый кондуктор для обработки второго отверстия в бобышке рычага

В ряде случаев после того, как одно из двух отверстий рычага обработано в предыдущей операции, возникает необходимость обработки второго отверстия на заданном расстоянии от ранее обработанного. На рис. 90 показан один из возможных вариантов применяемого для таких операций переналаживаемого кондуктора.

На корпусе *8* кондуктора закреплена плита *1*. В зависимости от длины рычага плиту *1* с пальцем *2* смещают вдоль прорези в корпусе приспособления и затем (после установки заданного размера между отверстиями по линейке *12*, закрепленной на корпусе *8*, и ноннусу *11* , прикрепленному к плите *1*) закрепляют на корпусе винтом *10*.

Обрабатываемый рычаг устанавливается обработанным отверстием на палец *2*, закрепленный на плите *1*, и ориентируется подпружиненной призмой *6*, перемещающейся в колодке *7*, укрепленной на корпусе *8*. После установки детали она закрепляется нажимной постоянной втулкой *3*, установленной в кондукторной плите *5*. Втулка *4* — сменная,

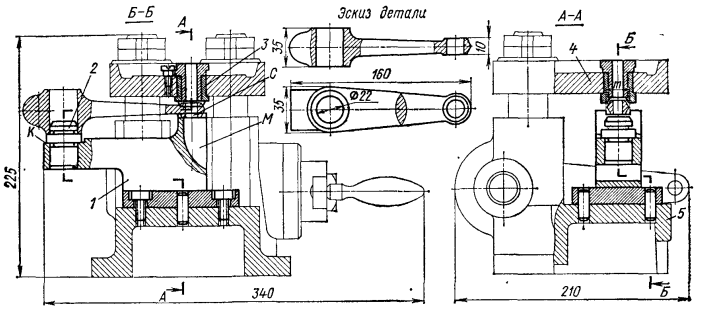


Рис. 91. Наладка скальчатого кондуктора для обработки отверстия в малой головке шатуна

втулка *9* — опорная. Для освобождения детали поворачивают вправо рукоятку *13*, которая перемещает вправо штифт *14* и вместе с ним призму *6*.

Кондуктор может применяться для обработки второго отверстия в рычагах длиной 60—135 мм при диаметре обрабатываемого отверстия 8—15 мм.

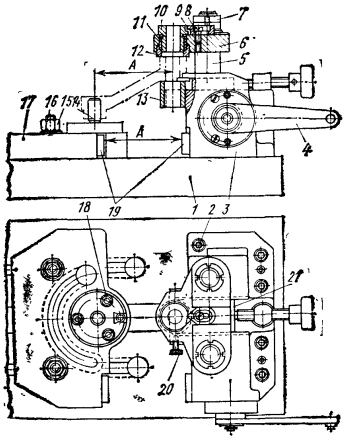


Рис. 92. Переналаживаемый кондуктор для обработки второго отверстия в бобышке рычага

На рис. 91 показан другой вариант применения переналаживаемого кондуктора для обработки (сверления и развертывания) отверстия в малой головке рычага. В этом случае используется скальчатый кондуктор, на корпусе которого закрепляется подставка *1*. В подставке профрезерована полка *К* с отверстием под центрирующий палец *2*. Рычаг устанавливается обработанным отверстием на этот палец и предварительно ориентируется малой головкой по выемке *С*, профрезерованной в подставке. Ширина этой выемки должна быть на 1—2 мм больше наружного диаметра головки рычага. При опускании кондукторной плиты *4* постоянная (нажимная) втулка *3*, нижний торец которой выполнен в виде призмы, окончательно центрирует и закрепляет рычаг. Подставка закрепляется на корпусе *5* скальчатого кондуктора с помощью штифтов и болтов. Для выхода стружки в корпусе подставки *1* предусмотрена выемка *М*.

В случае, когда бобышки рычага расположены не в одной горизонтальной плоскости, компоновка приспособлений изменяется (рис. 92). В этой компоновке к плите *1* болтами *2* прикреплена стойка *3* с двумя скалками *5* и кондукторной плитой *6*, закрепленной на скалках гайками *7*. Перемещение скалок с плитой *6* производится рукояткой *4*, как и в обычных скальчатых кондукторах с кнусным или роликовым замком. Для направления инструмента предусмотрен набор сменных втулок *10*, устанавливаемых в постоянную втулку *11*. Упор *9*, закрепленный винтом *8*, предохраняет сменные втулки от проворачивания и выпадения под давлением стружки.

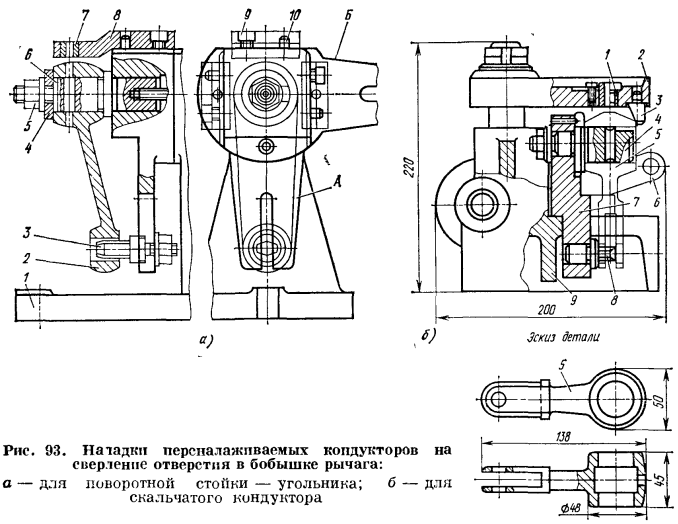


Рис. 93. Наладки переналаживаемых кондукторов на сверление отверстия в бобышке рычага:
а — для поворотной стойки — угольника; *б* — для скальчатого кондуктора

На плите *1* установлена подвижная плита *17*, которая закрепляется в требуемом положении болтами *16* с гайками *15*. В отверстии подвижной плиты *17* имеется сменный палец *14*, закрепляемый винтами *18*. К подвижной плите *17* и стойке *3* прикреплены платики *19* так, что расстояние *А* между ними равно расстоянию между осью сменного пальца *14* и осью кондукторной втулки *10*. Обрабатываемая деталь (рычаг) устанавливается обработанным отверстием на сменный палец *14*, а другой конец ориентируют призмой *21*. Деталь прижимается к сменному опорному кольцу *13* сменным кольцом *12*, закрепленным винтом *20* на плите *6*.

Наладка кондуктора производится следующим образом. В соответствии с диаметром отверстия в бобышке устанавливают сменный палец *14* и закрепляют его винтами *18*. Вкладышем или штангенциркулем устанавливают размер между плоскостями платиков *19* так, чтобы он был равен расстоянию между осями отверстий, и закрепляют подвижную плиту *17* болтами *16*. Затем подбирают и устанавливают сменные кольца *13* и *12* и сменную втулку *10* в соответствии с размерами применяемого инструмента. Обрабатываемую деталь поджимают призмой *21*.

На рис. 93, *а* показана наладка переналаживаемого кондуктора, предназначенная для сверления отверстия в бобышке рычага, расположенного перпендикулярно к оси центрального отверстия. Корпус *1* этого приспособления имеет вид стойки-угольника, в центре которого цилиндрический палец *6* и ромбический палец *3* закрепляются с помощью гайки *5* и быстросъемной шайбы *4*. Кондукторная планка *8* со втулкой *7* установлена на фиксирующие штифты *10* и закрепляется на корпусе *1*

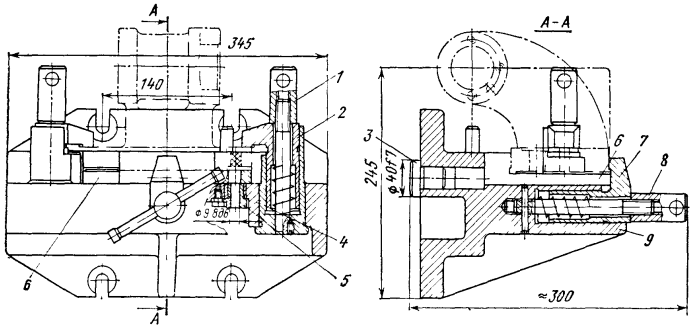


Рис. 94. Переналаживаемый кондуктор для обработки отверстий в основаниях кронштейнов

болтами *9*. Корпус, изображенный на рисунке, может быть повернут на 90° из положения *А* в положение *Б* и зафиксирован.

Наладочными элементами в этом приспособлении являются кондукторная плита и два сменных пальца *6* и *3*.

На рис. 93, *б* показан другой вариант наладки для выполнения операции сверления одного отверстия в бобышке рычага. В этом случае показана наладка для скальчатого кондуктора. К его корпусу *9* прикреплена стойка *7*, в которой установлены два центрирующих пальца: цилиндрический *4* и ромбический *8*. Обрабатываемый рычаг *5* устанавливается на эти пальцы и при опускании рукояткой *6* кондукторной плиты *2* под действием скошенного упора *3* прижимается торцом своей большой головки к буртику пальца *4*. Сменная кондукторная втулка *1* вставляется в постоянную втулку и закрепляется винтом. На торце пальца *4* предусмотрена канавка, благодаря которой упрощается съем детали с пальца после сверления.

Наладочными элементами в этом кондукторе являются кондукторная плита со втулками и скошенным упором *3*, а также стойка *7* с пальцами *4* и *8*.

Переналаживаемый кондуктор (рис. 94) предназначен для обработки кронштейнов, в основании которых требуется просверлить и раззенковать два отверстия. Корпус кондуктора *9* фиксируется пальцем *3* по центральному отверстию диаметром 40*f* 7 мм (цилиндрическим и ромбическим штырями). Затем кондуктор закрепляется на поворотной стойке четырьмя болтами, установленными в Т-образных пазах планшайбы стойки. В корпусе кондуктора предусмотрено место для планки *6* (установочный элемент наладки), на которую ставится обрабатываемая деталь. Деталь доводится до упора и закрепляется гайками *1* и *8*, действующими на прихваты *2* и *7*. Сменная кондукторная плита *4* и втулки *5* являются вторым наладочным элементом этого специализированного наладочного приспособления.

При обработке косых отверстий, а также отверстий, расположенных под разными углами к базовым поверхностям детали, возникает необходимость применения различного рода угловых подставок или специальных поворотных устройств. На рис. 95 показана наладка скальчатого кондуктора для сверления и растачивания центрального отверстия в кронштейне, а также четырех отверстий в его фланце. Деталь в этом случае устанавливается на качающуюся на оси *8* призму *7*. Призма образована конусными поверхностями четырех штифтов *1*. На основании призмы закреплен упор *9*, до которого доводится деталь при ее установке в приспособление. Затем она центрируется и зажимается центрирующим кольцом *6*, прикрепленным к нижней плоскости кондукторной плиты *5* скальчатого кондуктора. Центрирующее кольцо *6* имеет поперечно расположенные прорези, что обеспечивает центрирование детали тремя точками, расположенными на внутреннем конусе кольца *6*.

Сверление и растачивание центрального отверстия штуцера производятся через быстросменные втулки *3*, а сверление четырех отверстий под резьбу и их зенкование — через втулки *2* и *4*.

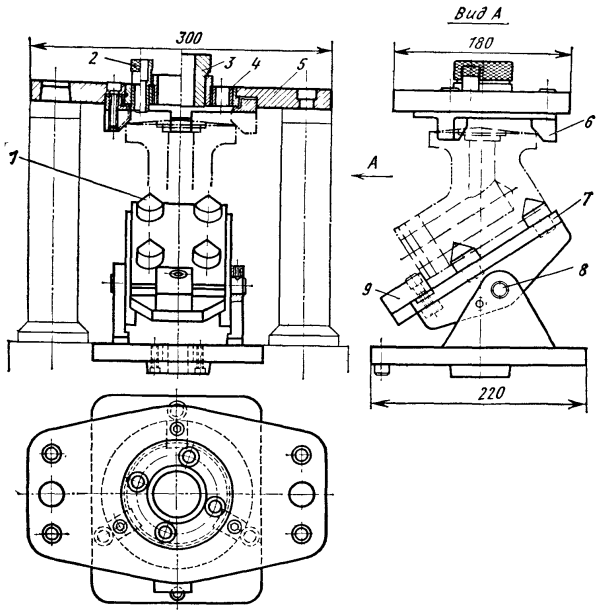
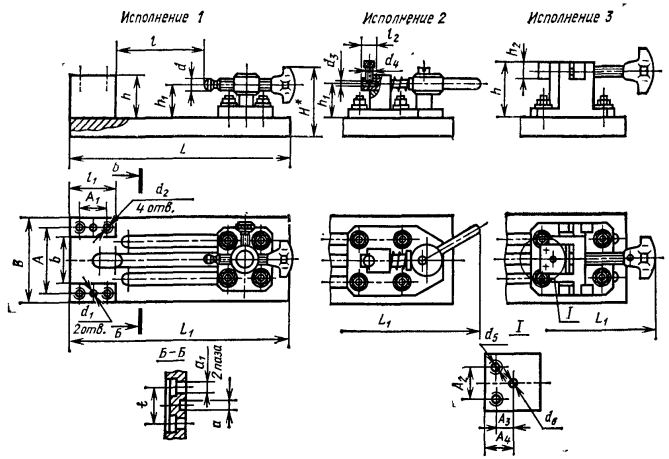


Рис. 95. Наладка скальчатого кондуктора для обработки пяти отверстий

Стандартные специализированные наладочные приспособления приведены в табл. 17—18. Технические требования по ГОСТ 22129—76. Кондукторы с передвижным зажимом по ГОСТ 22121—76 (табл. 17) предназначены для установки заготовок типа вилок, ушковых болтов, рычагов и качалок при обработке отверстий. Кондукторы должны изготовляться четырех исполнений: *1* — с винтовым зажимом; *2* — с эксцентриковым зажимом; *3* — с откидной планкой; *4* — с нажимным винтом. Основные размеры кондукторов должны соответствовать приведенным в табл. 17.

Кондукторы типа «стойка» по ГОСТ 22122—76 (табл. 18) предназначены для установки деталей типа рычагов при обработке отверстий, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

17. Кондукторы с передвижным зажимом по ГОСТ 22121—76 (размеры, мм)

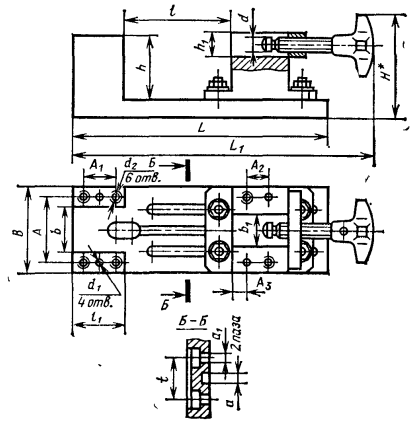


Обозначение кондукторов	Исполнение	l min	l max	B	H	L	L_1	A (пред. откл. ± 0,02)	A_1	A_2	A_3	A_4 (пред. откл. ± 0,1)	h	h_1	h_2	b	l_1	l_2	d	d_1 (поле допуска $H7$)	d_2	d_3 (поле допуска $H7$)	d_4	d_5	d_6 (поле допуска $H7$)	a (поле допуска $H7$)	a_1	t	Масса, кг, не более
		Не более																											
7357—0001	1	20	80	70	62	200	210	0	25	—	—	—	32	25	—	30	40	—	M6	8	M8	—	—	—	—	10	10	40	2,5
7357—0002	2				75		280											12	—			6	M5						3
7357—0003	3		71				220			16	6	12			12			—						M5	6				3,0
7357—0004	1	25	100	80	72	250	260	60	30	—	—	—	40	32	—	40	50	—	M8			—	—						3,5
7357—0005	2				80		370											12	—			6	M5						3,8
7357—0006	3				98		270			20	8	14	50	—	16			—	—			—	—	M6	8				4,5

Продолжение табл. 17

Обозначение кондукторов	Исполнение	l min	l max	B	H	L	L_1	A (пред. откл. ± 0,02)	A_1	A_2	A_3	A_4 (пред. откл. ± 0,1)	h	h_1	h_2	b	l_1	l_2	d	d_1 (поле допуска $H7$)	d_2	d_3 (поле допуска $H7$)	d_4	d_5	d_6 (поле допуска $H7$)	a (поле допуска $H7$)	a_1	t	Масса, кг, не более
		Не более																											
7357—0007	1	32	160	100	82	320	350	80	40	—	—	—	50	40	—	60	60	—	M10	8	M8	—	—	—	—	10	10	40	5,5
7357—0008	2		150		95		400											12	—			6	M5						6,0
7357—0009	3		160		102		350			25	10	16			16			—				—	—	M8	8				8,5
7357—0011	1	40	200	130	100	400	415	100	50	—	—	—	75	50	—	70	80	—	M10	12	M12	—	—	—	—	14	14	60	10,5
7357—0012	2				105		520								20			16	—			8	M6						11,5
7357—0013	3				130		450			32	12	20						—				—	—	M8	12				16,0

Исполнение 4



Продолжение табл. 17

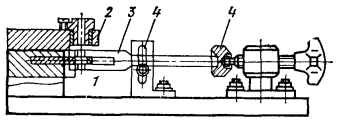
Обозначение кондукторов	min	max	B	H	L	L_1	A (пред. откл. ±0,02)	A_1	A_2 (пред. откл. ±0,01)	A_3	h	h_1	b	b_1 (поле допуска H7)	l_1	d	d_1 (поле допуска H7)	d_2	a (поле допуска H7)	a_1	t	Масса, кг, не более
			Не более																			
7357–0021	25	95	80	60	250	290	60	30	20	10	40	16	40	32	50	M12	8	M8	10	10	40	4,8
7357–0022		90	70	65	200	230	50	25			32	12	30	20	40	M8						2,6
7357–0023		85		80		240					40	16		25		M10						2,7
7357–0024		130				285																4,5
7357–0025		120	80	85	250	290	60	30	20	10			40	32	50	M12	8	M8	10	10	40	4,8
7357–0026		110				300																6,4
7357–0027		160		110		360					50	20		40		M16						
7357–0028		155	100		320	365	80	40		15			60	50	60							9,5
7357–0029		150				385								60								11,0
7357–0031	30	200	130	138	400	465	100	50	25	20	75	25	70		80	M20	12	M12	14	14	60	16,5
7357–0032	50	280	160		500	545	120	60		25			90	80	90							25,0

Пример условного обозначения кондуктора исполнения *1* размером $l_{min} = 20$ мм: кондуктор 7357–0001 ГОСТ 22121–76; исполнения *4*, размером $l_{max} = 160$ мм: кондуктор 7357–0021 ГОСТ 22121–76.

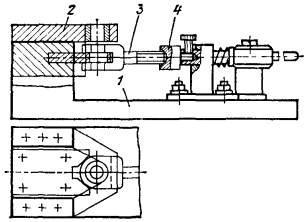
Продолжение табл. 17

Примеры применения кондуктора:

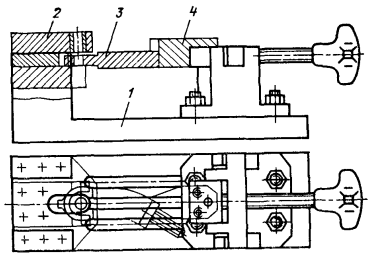
С винтовым зажимом



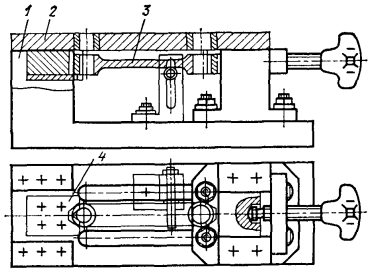
С эксцентриковым зажимом



С откидной планкой

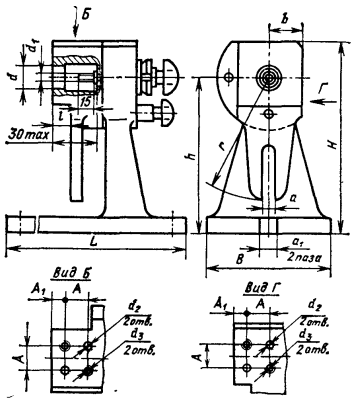


С нажимным винтом



1 — приспособление; *2* — кондукторная плита; *3* — заготовка; *4* — наладка

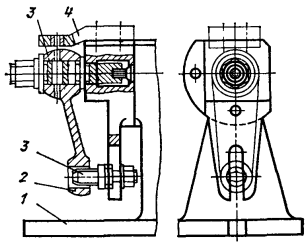
18. Кондукторы типа «стойка» по ГОСТ 22122—76 (размеры, мм)



Обозначение кондукторов	d (поле допуска H7)	h	B	H	L	r	A (пред. откл. ±0,01)	A1	b	l	d1	d2 (поле допуска H7)	d3	a (поле допуска H9)	a1	Масса, кг, не более
			Не более													
7370—0001	25	125	110	160	160	100	25	10	35	20	M10	8	M8	10	14	12,0
7370—0002		160	125	195	200	125										16,5
7370—0003	40	200	160	255	250	160	50	12	55	40	M12	12	M12	14	18	39,0
7370—0004		250	200	305	300	200										53,5

Пример условного обозначения кондуктора размерами $d = 25$ мм, $h = 125$ мм: кондуктор 7370—0001 ГОСТ 22122—76.

Пример применения



1 — кондуктор; *2* — заготовка; *3* — наладка; *4* — кондукторная плита

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ АРМАТУРЫ, КОРПУСНЫХ И ДРУГИХ ДЕТАЛЕЙ

Широкая номенклатура и большой диапазон размеров деталей этого класса создают трудности при проектировании переналаживаемых приспособлений, пригодных для обработки всех возможных вариантов конструкций и размеров деталей. В настоящем справочнике даны лишь общие рекомендации и приведено сравнительно небольшое число примеров конструкций специализированных переналаживаемых приспособлений для некоторых групп деталей. Укрупненный классификатор деталей приведен на рис. 96.

Приспособления для токарных станков. Как и при обработке других деталей на токарных станках, многие детали рассматриваемых групп могут быть обработаны на универсальных безналадочных двух-, трех- и четырехкулачковых патронах, а при сложной конфигурации обрабатываемых деталей проектируются сменные наладки к универсальным наладочным патронам. При изготовлении деталей определенных групп большими партиями в ограниченном диапазоне размеров проектируют специализированные переналаживаемые приспособления. Ниже приведены некоторые примеры таких приспособлений.

Специализированное переналаживаемое приспособление для обработки мелких тройников и крестовин с одной установки приведено на рис. 97, *а*. Заготовку *5* устанавливают на трехстороннюю призму *6* и крепят одновременно винтом *3* и прихватом *4*.

После обработки одной из сторон тройника или крестовины заготовку, не раскрепляя, поворачивают на 90°. Перед поворотом призму *6* с прихватом *4* поднимают рычагом *8*, соединенным с тягой пневмопривода с по-

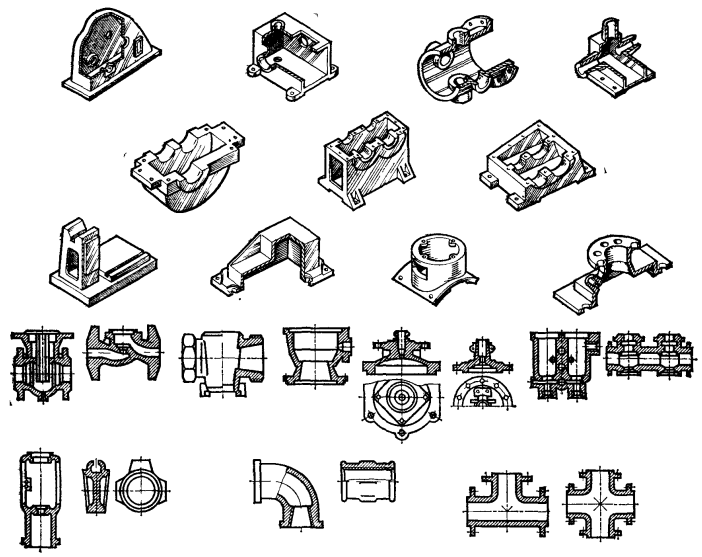


Рис. 96. Укрупненный классификатор деталей арматуры и корпусных деталей

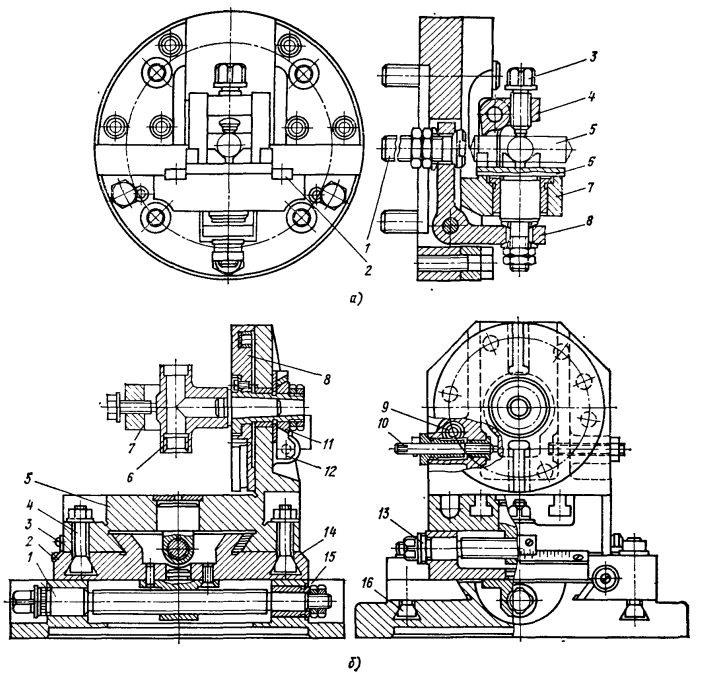


Рис. 97. Специализированные наладочные приспособления для обработки тройников и крестовин:
а — мелких по размерам; *б* — на токарных и токарно-револьверных станках

мощью винта *1*. Для обеспечения высокой точности поворота заготовки на корпусе *7* закреплены две шлифованные планки *2*, которые фиксируют положение призмы *6*; основание этой призмы выполнено квадратным. При смене обрабатываемой детали блок из призмы и прихвата может быть заменен другими наладочными элементами.

Специализированное наладочное приспособление для обработки тройников, крестовин и других деталей на токарных и револьверных станках приведено на рис. 97, *б*. Заготовку *6* устанавливают и крепят в сменных наладках *7*, устанавливаемых на поворотной планшайбе *8*. После обработки одной стороны заготовки планшайбу *8* поворачивают на необходимый угол, фиксируют и стопорят с помощью винта *10*, фиксатора *9*, конусной шайбы *11* и разрезной конусной шайбы *12*.

Для расширения технологических возможностей приспособления корпус угольника *5* с планшайбой *8* и заготовкой может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно корпуса-планшайбы *15*. Так перемещение угольника *5* относительно малого корпуса *14* в горизонтальном направлении производят винтом *13*, предварительно отпустив стопорные винты *4*. Отсчет величины перемещения осуществляют по линейке *2* и нониусу *3*. Для перемещения заготовки в вертикальном направлении отпускают стопорные болты *16* и вращают винт *1*. Величину перемещения контролируют также по линейке, прикрепленной к корпусу-планшайбе *15* и нониусу, установленному на корпусе *14*.

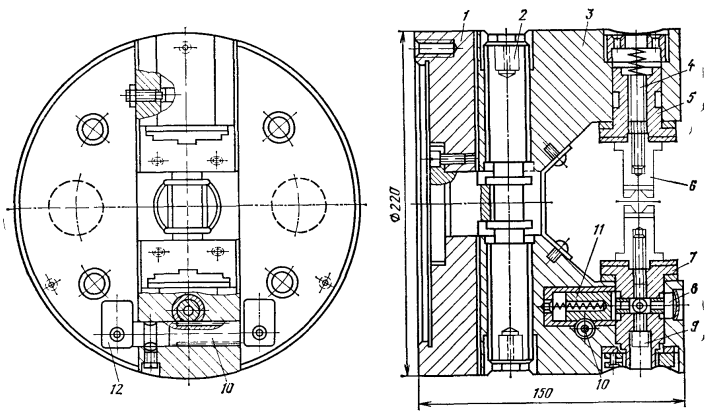


Рис. 98. Специализированный наладочный двухкулачковый патрон для позиционной обработки деталей арматуры

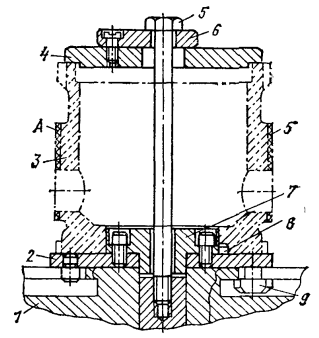


Рис. 99. Наладка с механизированным приводом для фрезерования двух фланцев корпусной детали

Специализированный наладочный двухкулачковый патрон для позиционной обработки арматуры приведен на рис. 98. Патрон состоит из корпуса *1* и винта *2* для перемещения основных кулачков *3*. В отверстиях кулачков *3* смонтированы поворотные кулачки *5* и *7* со сменными губками *6*, затягиваемыми винтами *4* и *9*; установочные поверхности губок выполняются в соответствии с формой обрабатываемых деталей.

Кулачки *5* и *7* можно поворачивать вместе с зажатой заготовкой на 90°. Для этого в кулачок *7* запрессованы четыре фиксирующие втулки *8* под реечный фиксатор *11*, заскакивающий во втулку под действием пружины. Вывод фиксатора из втулки перед поворотом производится круглой рейкой *10*, управляемой рукоятью *12*.

Приспособления для фрезерных станков. Мелкие корпусные детали и детали арматуры могут обрабатываться в универсальных наладочных тисках с применением простейших наладок. Для проведения фрезерных операций успешно применяются также поворотные или делительные столы как с ручным, так и с механизированным приводом.

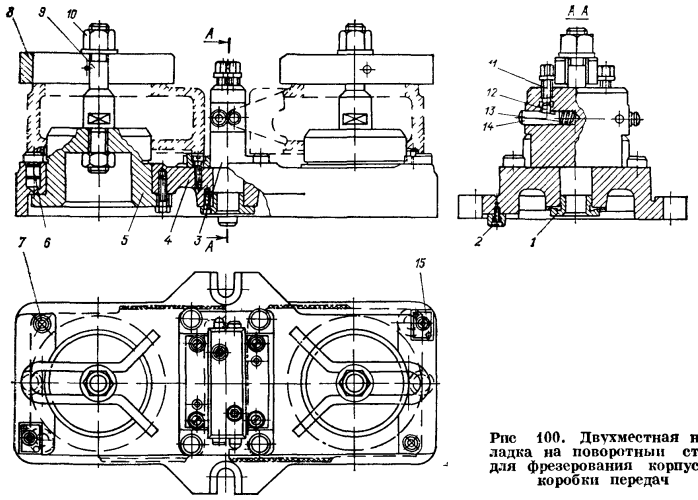


Рис 100. Двухместная наладка на поворотный стол для фрезерования корпусов коробки передач

Простейшая наладка на поворотный или делительный стол для фрезерования торцовой фрезой двух фланцев корпусной детали *3* на горизонтально-фрезерном станке приведена на рис 99 На стол устанавливается базовая плита *2* с наладкой *7*, положение детали фиксируется пальцем *8*. Базовая плита закрепляется на столе *1* болтами *9* Закрепление детали на наладке производится шайбой *4*, болтом *5* и откидной шайбой *6*. После фрезерования стороны *А* детали поворотный (или делительный) стол поворачивается на 180°, и производится фрезерование второй стороны *Б*.

На рис. 100 показана двухместная наладка для фрезерования торцовой фрезой корпуса коробки передач на поворотном (или делительном) столе на горизонтально-фрезерном станке. В этом случае наладка имеет литой корпус *4*, на котором укреплены два пальца *5* и срезанные пальцы *7*, являющиеся установочными для детали В пальцах *5* закреплены шпильки *9* с гайками *10*, которые через прихваты *8* прижимают детали к опорным штырям *6* В средней части корпуса *4* установлена стойка *3*. В ней размещены самоустанавливающиеся опоры *14*, которые под действием пружин *13* доводятся до детали и стопорятся болтами *11* через плунжеры *12* Подводные опоры необходимы для уменьшения вибрации деталей при фрезеровании Наладка центрируется на поворотном (или делительном) столе втулкой *1* по пальцу стола и шпонкой *2*, устанавливаемой в паз стола Установка фрезы производится с помощью щупа и установов *15* После фрезерования одной стороны корпусов коробки поворотный стол поворачивается на 180° и производится фрезерование другой стороны деталей

Обработка корпусных деталей непрерывным фрезерованием может производиться не только на специализированных станках с круговым столом, но и на обычных фрезерных станках с применением вращающегося стола и механического привода от станка. Для базирования и закрепления обрабатываемых деталей на круглых вращающихся столах монтируются наладки Закрепление обрабатываемых деталей может про-

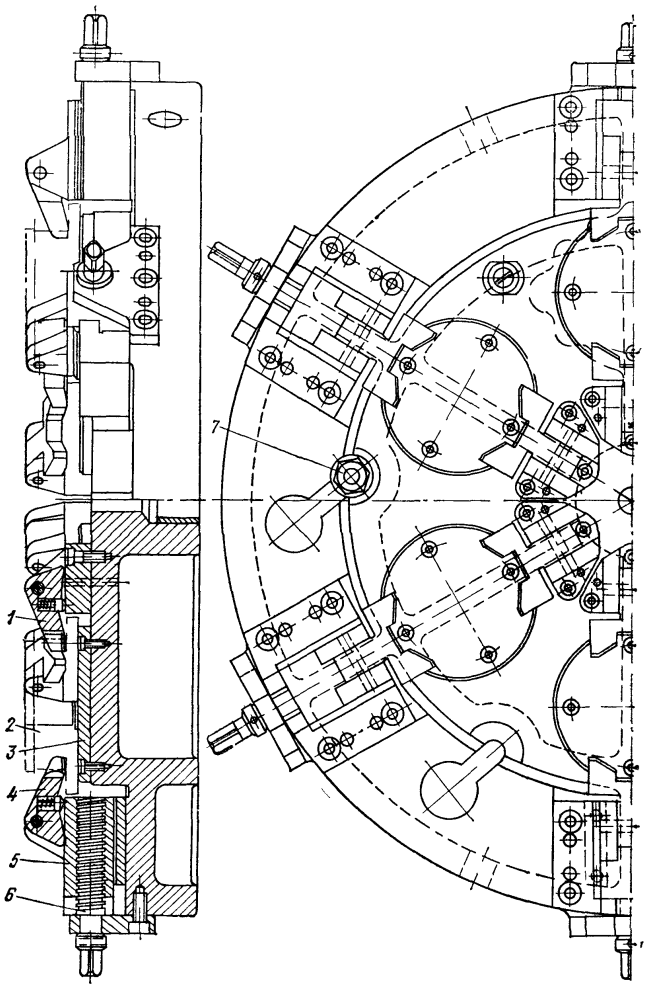


Рис. 101. Многоместная наладка при обработке корпусов методом непрерывного фрезерования

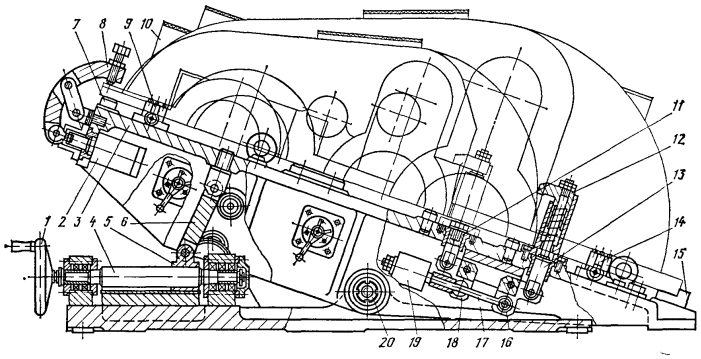


Рис. 102. Специализированное безналадочное приспособление для фрезерования плоскостей корпусов (крышек) редукторов

изводиться вручную или с помощью встраиваемых в стол пневматических или гидравлических цилиндров. При использовании таких цилиндров применяются два варианта закрепления и освобождения обрабатываемых деталей.

По первому варианту у каждого цилиндра имеется свой распределительный кран для ручного переключения цилиндра в загрузочной позиции. При втором варианте цилиндры не имеют индивидуальных кранов, а с помощью специальной пневмогидрораспределительной муфты в положении загрузочной позиции переключаются автоматически.

На рис. 101 показана многоместная наладка на круглый поворотный стол для обработки небольших корпусов *2* методом непрерывного фрезерования. Детали, установленные на опорном диске *3* наладки, зажимаются подвижной призмой *4*, укрепленной на перемещаемом винтом *6* ползуне *5*, и неподвижной призмой *1*. Наладка закрепляется на вращающемся столе с помощью четырех болтов *7*.

Специализированное безналадочное приспособление для фрезерования плоскостей корпусов (крышек) редукторов под различными углами приведено на рис. 102. Заготовку *10* устанавливают на постоянные опоры *7* до упора в торец планки *15*. В осевом направлении заготовку центрируют регулируемыми упорами *9* и *14*. Крепление осуществляют прихватами *8* и *12*. Зажим на прихват *8* передается от гидроцилиндра *2*, а на прихват *12* от гидроцилиндра *19* через винт *17*, двуплечие рычаги *16* и *18* и тяги *11* или *13*. В конструкции привода прихвата *12* предусмотрены две тяги *11* и *13*, так как заготовки отличаются по длине. При закреплении малого корпуса прихват *12* переставляют.

Регулирование угла наклона заготовки и плиты *3* производят перемещением гайки *5* с планкой *6*, для этого предусмотрен винт *4* и рукоятка *1*. Поворот плиты *3* происходит относительно оси *20*.

Приспособления для сверлильных станков. Мелкие и средние по размерам детали при выполнении сверлильных операций обычно обрабатываются с применением простейших наладок к скальчатым кондукторам. Одна из таких наладок для сверления и зенкования отверстия в коробчатом корпусе приведена на рис. 103, *а*. Деталь *7* устанавливается на два кулачка *4*, связанных между собой двумя спиральными пружинами *2*, работающими на растяжение. Кулачки скользят по цилиндрической поверхности пальца *1*, прикрепленного

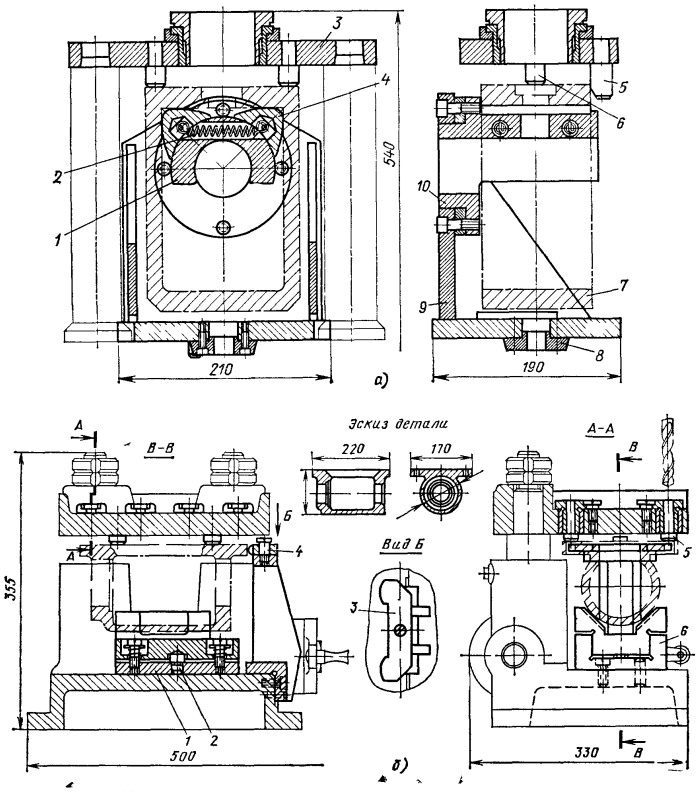


Рис. 103. Наладки скальчатого кондуктора для обработки отверстий:
а — в коробчатом корпусе, *б* — в литом корпусе подшипника

к угольнику *9*, сцентрированному на столе кондуктора пальцем *8*. Закрепление детали осуществляется при опускании кондукторной плиты *3*, при этом палец *5* со скошенной поверхностью доводит деталь до упора в опорную втулку *10*, а два пальца *6* выравнивают ее в плоскости кондукторной плиты.

На рис. 103, *б* показан другой пример специальной наладки для сверления отверстий в литом корпусе подшипника. Деталь цилиндрической поверхностью устанавливается в качающуюся призму *1* и доводится до качающегося упора *3*, который может свободно вращаться относительно оси *4*. Окончательная установка и закрепление детали производятся кондукторной плитой с помощью запрессованных в нее четырех опорных штырей *5*. Выравнивание детали в плоскости кондукторной плиты производится за счет поворачивания ее в

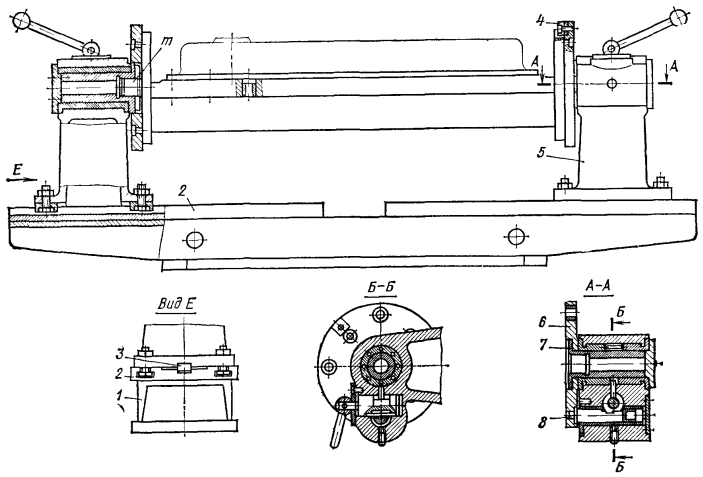


Рис. 104. Специализированная переналаживаемая двухопорная стойка для обработки корпусных деталей

подставке *6* и покачивания призмы *1* на сферическом пальце *2*. Отверстия сверлятся со стороны плоскости, принятой за установочную базу.

При обработке корпусных деталей больших размеров применяют накладные кондукторы, которые крепятся к фланцам струбцинами или планками от стола станка. При необходимости сверления деталей с нескольких сторон используют стандартные одноопорные и двухопорные стойки, а закрепление деталей в этом случае производится с помощью специальных наладок. При изготовлении больших партий корпусных деталей иногда прибегают к проектированию специализированных поворотных стоек.

На рис. 104 приведена конструкция специализированной переналаживаемой двухопорной стойки, предназначенной для обработки корпусных деталей. Сменные плиты к этой стойке одновременно используются для установки обрабатываемых деталей. Детали типа корпусов и крышек базируются по обработанной плоскости разъема, на которой обычно и расположены обрабатываемые отверстия.

Деталь устанавливают сверху, а затем поворачивают и сверлят отверстия со стороны базовой плоскости. Если требуется подрезание торцов или зенкование под головки винтов с противоположной стороны отверстий, то эта операция выполняется во вторую позицию после поворота.

Основанием делительного приспособления служит стандартный швеллер *1*, к которому приварены сверху опорные плиты *2*. В этих плитах выполняются Т-образные пазы под болты для крепления стоек *5*. Точное расположение обеих стоек на одной прямой обеспечивается посредством центрального установочного паза в плитах и направляющих шпонок *3*, прикрепленных к корпусам стоек. На шпинделе *7* правой стойки закреплен делительный диск *6*. Фиксатор *8* заскакивает в фиксирующие втулки под действием пружины, а отводится с помощью эксцентричного валика. Обе стойки оборудованы механизмами для зажима шпинделей и планшайб на время обработки.

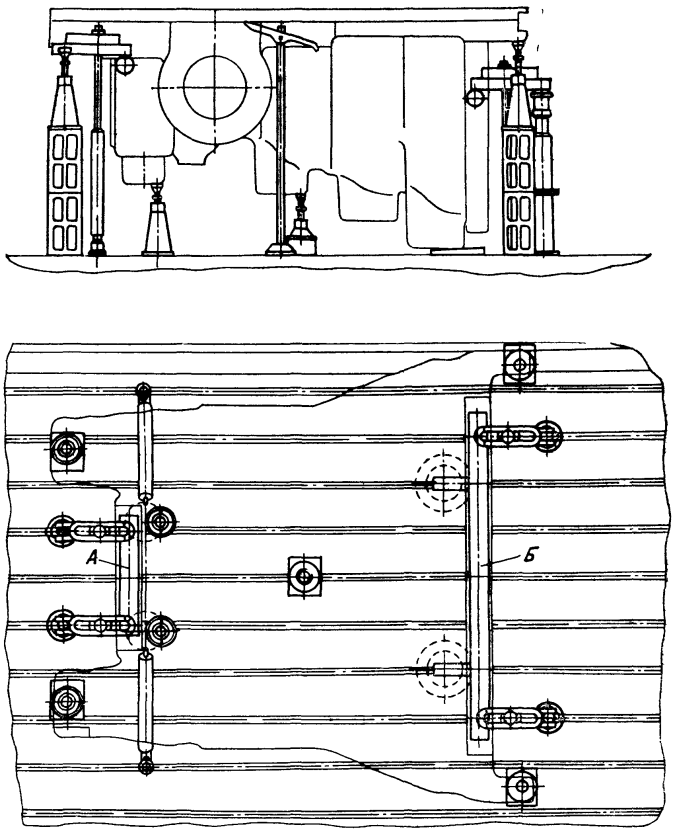
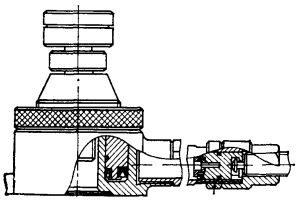
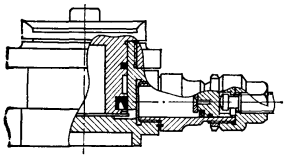
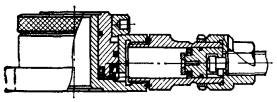
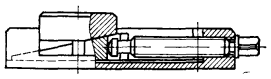


Рис. 105. Схема наладки для закрепления крупного цилиндра паровой турбины под черновую обработку на продольно-фрезерном станке

Сменные кондукторы центрируются в отверстиях шпинделей *7* цапфами *m*, а болтами через отверстия во фланцах прикрепляются к планшайбам стоек. Для фиксации углового положения устанавливаемого приспособления служит сухарь *4*.

На рис. 105 приведена схема наладки для закрепления цилиндра среднего давления паровой турбины под черновую обработку на крупном продольно-фрезерном станке. Деталь закрепляется в этом случае по необработанной торцовой поверхности фланца. Выверка ее положения относительно поверхности стола станка, а также от перемещения в вертикальном направлении достигается за счет

19. Технические характеристики основных сборочных единиц унифицированного набора

Наименование сборочной единицы, эскиз	Усилие на плунжере в зависимости от типоразмера, Н	Наибольшее допустимое давление рабочего тела, МПа	Рабочий ход плунжера, мм
Домкрат с гидропластом 	58 800—117 700	12,26	15
Прижим с гидропластом 	49 000—98 100	23,63	10
	78 500—117 700	23,68	13,5
Шайба с гидропластом 	58 800—156 900	23,68	6
Домкрат клиновой 	39 200 – 78 500	—	15

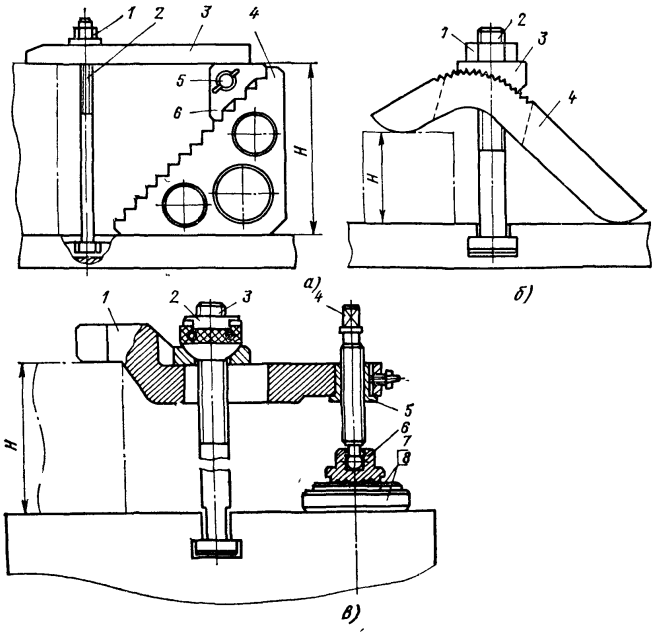


Рис. 106. Наборы крепежных узлов

применения планок *А* и *Б*, уложенных в полости цилиндра.

Элементы приспособления, обеспечивающие базирование и регулирование в процессе выверки и закрепления корпусной детали, представляют собой показанный на рисунке унифицированный набор, состоящий из домкратов, прижимов гидрошайб со встроенными в их корпуса гидромеханическими приводами, регулируемых подставок, распорок, упоров и др.

Технические характеристики основных сборочных единиц унифицированного набора, применяемого в турбостроении, приведены в табл. 19. Этот набор широко применяют при обработке средних и крупных корпусных деталей паровых и газовых турбин. Усилие, с которым закрепляются детали, оценивается манометрами, встроенными в корпус домкратов, прижимов и гидрошайб. К корпусам прикреплены таблички пересчета показаний манометра в единицы зажимного усилия.

Так как припуски на обработку у крупных корпусов очень большие, то их удаление производится на режимах резания, вызывающих большие усилия. Для обеспечения надежности закрепления и предотвращения вибраций при обработке подводятся дополнительные регулируемые опоры, обеспечивающие необходимую жесткость крепления обрабатываемых деталей. Кроме того, на многих предприятиях разработаны различные конструкции крепежных наборов, применяемых при закреплении крупных и средних корпусных деталей.

Некоторые из них описаны ниже.

Краматорским научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом машиностроения (НИИПТмаш) разработан ряд приспособлений и агрегатированных узлов. Для мелких станков используются крепежные наборы КН-I, КН-II и КН-IIА (усовершенствованные прихваты), а также пневматические поворотные тиски ТП-2,7 и ТПМ-2,7 с усилием зажима 27 кН. Для тяжелых и средних станков крепежные наборы КН-III и КН-IIIА с регулируемой подставкой, клиновые и механогидравлические домкраты ДК-5, ДК-10, ДМ-15, ДМ-30, винтовые и механогидравлические распорки РВ-3, РВ-5, РМ-10, механогидравлические зажимы МЗ-10, МЗ-16, МЗ-25, пневматические поворотные тиски ТП-4,0 и ТП-6,7. Вся перечисленная оснастка проверена в производственных условиях. На домкраты, распорки, тиски и механогидравлические зажимы выпущены отраслевые стандарты.

Крепежный набор КН-I (рис. 106, *а*) предназначен для закрепления деталей на горизонтально-, вертикально-фрезерных, средних продольно-фрезерных, продольно-строгальных и горизонтально-расточных станках.

При закреплении деталей с помощью этого набора регулируют по высоте упор *6* ступенчатой подставки *4*, для чего эксцентриковый прижим *5* поворачивают сначала в нейтральное положение и после установки упора на требуемую высоту обратным вращением фиксируют его. Затем, подобрав необходимой длины вилкообразный прихват *3* и болт *2*, закрепляют деталь гайкой *1*.

Применение крепежного набора позволяет производить быструю настройку, исключает необходимость применения разнообразных подставок и прокладок, что приводит к сокращению затрат вспомогательного времени и повышает культуру производства. Высота настройки набора $H = 46 \div 225$ мм.

Крепежный набор КН-II (рис. 106, *б*) также предназначен для закрепления деталей на горизонтально-вертикально-, продольно-фрезерных, карусельных и горизонтально-расточных станках. Закрепление деталей в этом случае производится с помощью болта *2*, гайки *1*, зубчатого упора *3* и криволинейного прихвата *4*. Максимальная высота пастройки $H = 230$ мм.

Крепежный набор КН-IIА (рис. 106, *в*) применяется для закрепления деталей на продольно-, горизонтально-фрезерных, карусельных и горизонтально-расточных станках. Закрепление детали производится при помощи винта *4*, прихвата *1*, болта *3* и разъемной гайки *2*. Опорная поверхность винта *4* имеет сферическую форму, что уменьшает потребное усилие, передаваемое винтом на пяту *6*. При необходимости возможна перестройка крепежного набора по высоте закрепления, а также на меньшую толщину прихвата. Для перенастройки набора необходимо снять быстроразъемную гайку с шайбой, открепить стопор резьбовой втулки *5* винт-барашек, снять прихват, повернуть его уступом вниз и снова собрать.

Для увеличения высоты закрепления (при незначительной длине силового винта) и сокращения времени настройки в крепежном наборе имеется набор прокладок *7* и *8*. Максимальная высота настройки набора этого типа $H = 150 \div 230$ мм.

При закреплении деталей на крупных станках применяют усовершенствованные механогидравлические зажимы, что позволяет повысить надежность закрепления деталей и заметно сокращает вспомогательное время.

Тиски пневматические поворотные малогабаритные ТПМ-2,7 (рис. 107, *а*) предназначены для закрепления заготовок на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках, а также на поперечно-строгальных и сверлильных.

Настройка на размер осуществляется передвижением губки *1* с помощью винта *3* и гайки *2*. При подаче сжатого воздуха в рабочую полость цилиндра поршень *5* перемещается вверх и поворачивает рычаг *6*, который через рамку *7*, впитовую пару *2* и *3* и пакет пружин *4* воздействует

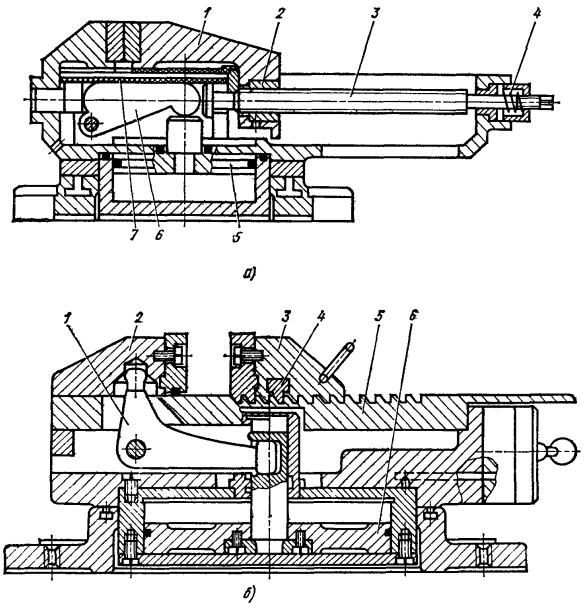


Рис. 107. Тиски пневматические

на губку *1* и зажимает деталь. Ширина губок этих тисков 160 мм, максимальное усилие зажима $P = 270$ кН.

Тиски пневматические (рис. 107, *б*) предназначены для закрепления заготовок при обработке их на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках, а также на поперечно-строгальных и сверлильных.

Быстрая настройка на размер осуществляется передвижением установочной губки *3* вдоль зубчатой рейки *5*. Губка жестко фиксируется наклонным зубом *4*. При подаче сжатого воздуха в рабочую полость цилиндра поршень *6* перемещается вниз, поворачивает рычаг *1*, который, воздействуя на губку *2*, зажимает деталь. Усилие зажима, необходимое при выверке заготовки, обеспечивается дросселем, вмонтированным в распределительный кран. Ширина губок тисков ТП-2,7 равна 250 мм, ТП-6,7— не более 350 мм. Наибольшее усилие зажима $P = 270 \div 670$ кН.

Составные машинные тиски (рис. 108) состоят из двух частей: неподвижной и подвижной. Применяются эти тиски на всех фрезерных, строгальных и сверлильных станках для закрепления крупногабаритных деталей. Эти тиски целесообразно применять и в качестве крепежных агрегатированных узлов на различных столах (поворотных, делительных, с центральным зажимом и др.). Подобные тиски могут быть выполнены с механизированным зажимом и использованы на столах любых станков. Для надежного восприятия осевых нагрузок в них целесообразно предусмотреть поперечную шпонку. Зажимные губки могут быть заменены наладочными, учитывающими конфигурацию закрепляемой детали.

Левая часть тисков представляет

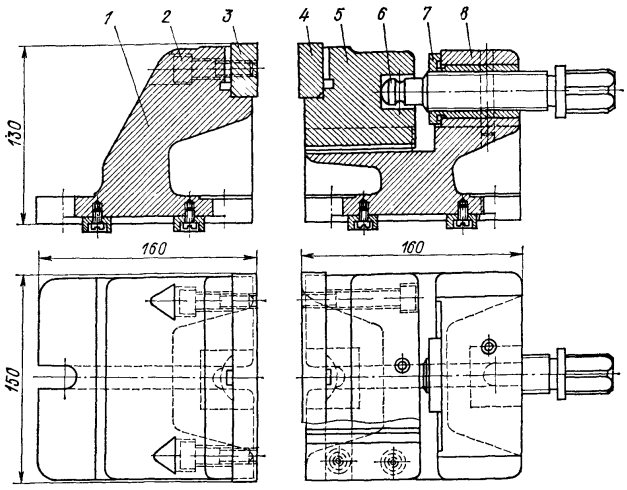


Рис. 108. Составные машинные тиски для обработки крупногабаритных деталей

собой литой корпус *1*, к которому винтами *2* привернута закаленная накладка *3*. Правая часть состоит из литого корпуса *8*, по горизонтально расположенным направляющим которого перемещается губка *5* с прикрепленной к ней закаленной накладкой *4*. Зажим детали осуществляется винтом *6* с гайкой *7*, закрепленной в корпусе *8*.

Домкрат клиновой (рис. 109) предназначен для выверки и закрепления деталей массой до 40 т при обработке их на крупных и средних расточных, продольно-фрезерных, продольно-строгальных станках, а также при сборочных и разметочных работах.

При вращении винта *1* нижний клин *3* перемещается горизонтально и сообщает верхнему клину *2* вертикальное перемещение. Достаточные точность выверки и жесткость конструкции позволяют обрабатывать детали при установлении их непосредственно на домкратах.

Грузоподъемность домкрата ДК-5 составляет 50 т, а домкрата ДК-10 — 100 т.

Домкраты механогидравлического действия ДМ-12, ДМ-25, ДМ-50 предназначены для механизации установки и выверки деталей массой до 150 т на крупных расточных, карусельных, продольно-фрезерных, продольно-строгальных станках, а также при разметочных и сборочных работах.

Для установки, выверки и закрепления деталей массой до 40 т на крупных и средних расточных, продольно-фрезерных, продольно-строгальных и карусельных станках, а также для сборочных и сварочных работ применяют простые винтовые распорки, которые позволяют уменьшить усилие, прикладываемое при перемещении деталей.

Распорка механогидравлическая РМ-10 (рис. 110) предназначена для механизации установки выверки и закрепления деталей массой до 100 т на крупных расточных и продольно-фрезерных станках, а также для разметочных и сборочных работ.

Предварительная установка распорки в детали на необходимую длину осуществляется гайкой *1*. При

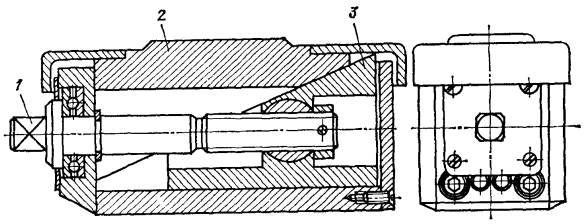


Рис. 109. Домкрат клиновой

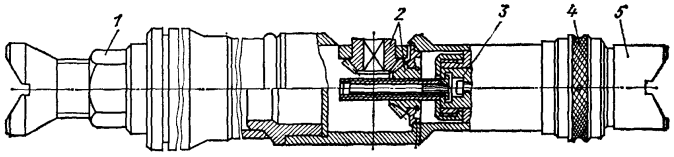


Рис. 110. Распорка механогидравлическая

вращении конической пары *2* и поступательном движении гидроусилителя *5* происходит рабочий ход усилителя. Выверенное положение детали фиксируется гайкой *4*. При необходимости передвижения детали на расстояние, большее чем ход усилителя, необходимо возвратить шток *3* в исходное положение и повторить предварительную установку и рабочий цикл.

Изготавливаются восемь типоразмеров распорок, отличающихся друг от друга длиной (интервал 200 мм, например, 600, 800, ..., 2000 мм).

Универсальная подъемная регулируемая призма (рис. 111) предназначена для установки, выверки и закрепления деталей при их обработке на универсальных и горизонтально-расточных станках или агрегатных переналаживаемых стендах в условиях единичного и мелкосерийного производств.

Детали на призме закрепляются при помощи механогидравлических зажимов. Быстрота и точность выверки детали в вертикальной плоскости обеспечиваются ручным и механизированным приводом, устанавливающемся в подъемном механизме призмы. Призма снабжена сменными элементами: *I* — для установки деталей круглого сечения типа валов, муфт, шпинделей и др.; *II* — для установки деталей прямоугольного сечения типа небольших корпусов крышек и др.

Максимальная масса устанавливаемых деталей — до 10 т, усилие зажима 100 кН, наибольшее вертикальное перемещение призмы (стола) 300 мм, рабочая площадь зеркала 800 × 600 мм, мощность электродвигателя 2,8 кВт.

На рис. 112, *а* приведена схема наладки корпуса цилиндра высокого давления паровой турбины на продольно-фрезерном станке под черновую обработку плоскости горизонтального разъема. Установка детали на станке производится с помощью унифицированного набора. Ориентирование детали при установке осуществляется по разметочным рискам. Ось приложения усилия каждого из прижимов совмещена с опорными точками установочной базы детали, что полностью исключает ее деформацию при закреплении. Верхние точки прижимов всегда расположены ниже обрабатываемых поверхностей, т. е. не ограничивают подвод инструмента к любой части поверхности горизонтального разъема.

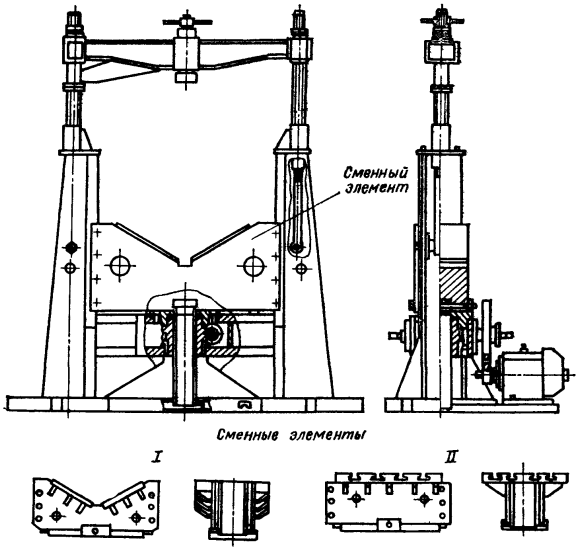


Рис. 111. Универсальная подъемная регулируемая призма

В турбостроении находит применение и совместная обработка собранных в цилиндр корпусных деталей. Чаще всего так обрабатываются цилиндры с открытой полостью: наружные и внутренние цилиндры среднего давления, а также внутренние цилиндры высокого давления.

На рис. 112, *б* приведена схема наладки цилиндра среднего давления под черновую обработку полости со стороны присоединения к выхлопной части на токарно-карусельном станке. Для базирования и закрепления применен универсальный унифицированный набор, пополненный дополнительными элементами оснастки. Так, совмещение сопряженных плоскостей горизонтального разъема с осью вращения шпинделя станка обеспечивается специальным установом *1*, базирующая цилиндрическая поверхность которого помещена в центральную полость планшайбы. Перемещение при установке цилиндра осуществляется через толкатель *4* приводными кулачками *5* планшайбы, являющимися принадлежностью станка. В верхней части деталь поддерживается распорками *2*, шарнирно соединенными со стойками *3*.

Выверка положения цилиндра при перемещении его вдоль плоскости стоек и относительно оси вращения планшайбы станка производится по разметочной риске. После переустановки цилиндр обрабатывается со стороны передней части.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ УЗКООТРАСЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛОПАТОК ТУРБИН

Конструкции лопаток приведены в сокращенном классификаторе на рис. 113. Несмотря на большое раз-

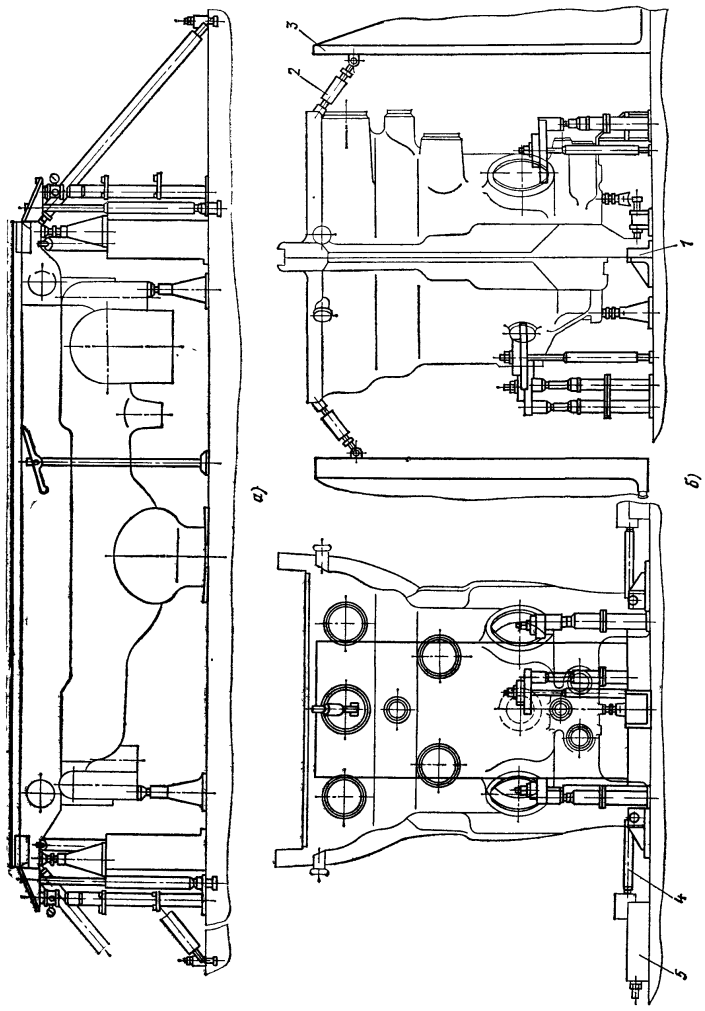


Рис. 112. Схемы наладки:
а — крупногабаритного корпуса под черновую обработку плоскости разъема; *б* — крупной корпусной детали на токарно-карусельном станке

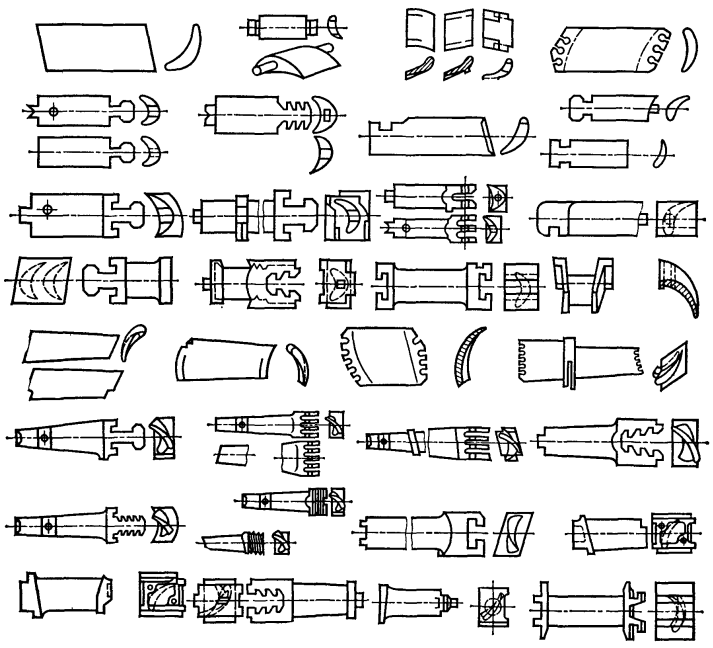


Рис. 113. Классификатор турбинных лопаток

нообразие и относительную сложность конструкций лопаток, их изготовление можно свести к ограниченному числу типовых или групповых операций.

Лопатки турбин можно рассматривать состоящими из рабочей, хвостовой и головной частей. Некоторые конструкции имеют дополнительно мост или перемычку, разделяющие два профиля по длине лопатки. Имеются также переходные поверхности от рабочей части к хвостовой, от головной к мостовой, выполняемые обычно в виде галтелей.

Конструктивно-технологические элементы одной из рабочих лопаток турбины приведены на рис. 114.

Поэлементная классификация поверхностей лопаток позволяет составить все многообразие станочных приспособлений, используемых при их обработке, из ряда типовых узлов: крепления мостов и бандажей; крепления хвостов; крепления головных частей (или технологических баз); плавающих зажимов; подводных опор; корпусов приспособлений или плит, соединяющих все элементы в одно целое.

На рис. 115 в качестве примера приведено агрегатированное станочное приспособление, используемое при обработке рабочих лопаток турбин, элементы которого приведены на рис. 114. Приспособление состоит из плиты *1*, узла крепления хвоста лопатки *2*, сменной наладки *3*, узла укрепления моста лопатки *4*, узла крепления головной части лопатки *6* и сменной плиты *5*.

Проектирование станочных приспособлений для механической обработки лопаток турбин в условиях централизованного производства осуществляется путем компоновки приспособлений из агрегатированных унифицированных узлов различного функционального назначения.

Специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования входной и выходной плоскостей хвоста турбинной лопатки приведено на рис. 116.

На столе *8* станка устанавливается промежуточная плита *2*, на которой монтируется узел крепления головной части лопаток — центровая стойка *1*. Узел крепления хвоста лопаток состоит из угольника-стойки *4* с

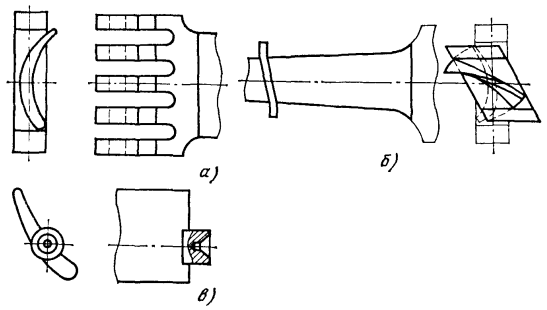


Рис. 114. Конструктивно-технологические элементы рабочей лопатки турбины: *а* — хвостовая часть; *б* — рабочая часть; *в* — технологическая база в головной части с центровым отверстием в «технологической» бобышке

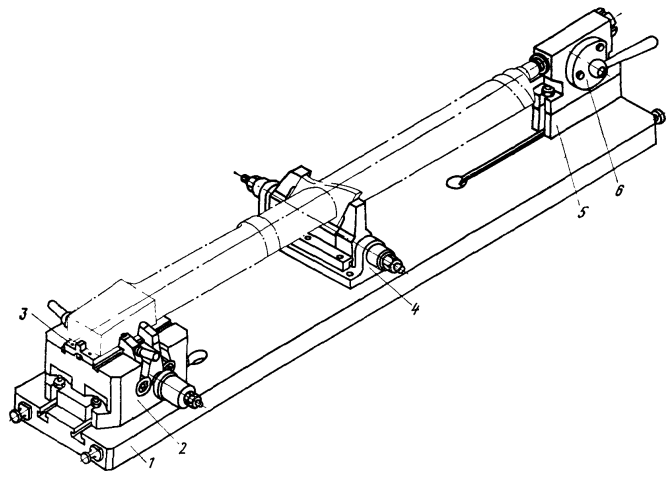


Рис. 115. Агрегатированное станочное приспособление для рабочих лопаток турбин

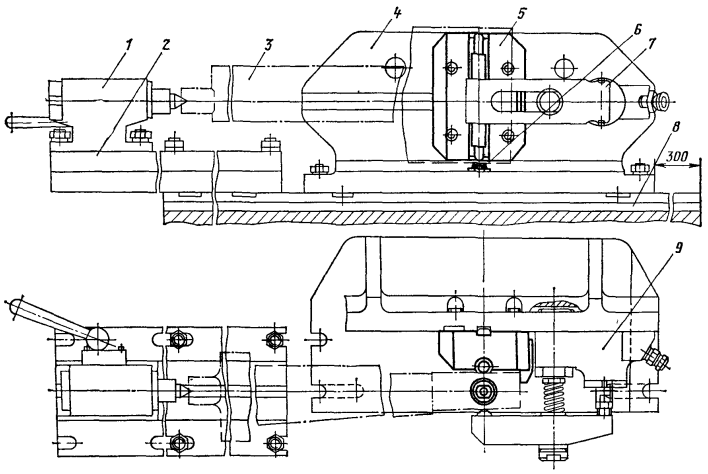


Рис. 116. Специализированное наладочное приспособление для фрезерования входной и выходной плоскостей хвоста рабочих лопаток

установленным на нем силовым узлом *9* и зажимной планкой *7*. Все эти узлы закрепляются непосредственно на столе фрезерного станка либо же соединяются общей плитой (если длина обрабатываемой лопатки больше длины стола). Наладочными элементами для обработки лопаток различных типоразмеров являются сменная планка *5* и сменный упор *6*. Предварительный зажим лопатки *3* осуществляется с помощью рукоятки центровой стойки *1*, а окончательный силовой зажим — с помощью гидроцилиндра *9* и прижимной планки узла крепления хвоста.

На приспособлении могут быть обработаны боковые плоскости хвоста как со стороны входной, так и со стороны выходной кромок лопаток правого и левого вращения. Два типоразмера аналогичных приспособлений позволяют обработать всю номенклатуру лопаток длиной 500—1250 мм.

Как в этом приспособлении, так и в последующих настройка приспособления для выполнения операции производится по эталонной лопатке, устанавливаемой на место обрабатываемой, выверка осуществляется продольным и поперечным ходом стола станка с помощью индикаторного устройства, вставляемого в шпиндель или закрепляемого на неподвижной части станка. Этот прием позволяет значительно упростить и ускорить переналадку приспособления и предотвратить возможный брак из-за ошибок настройки. По этим же эталонным лопаткам настраиваются контрольно-измерительные устройства.

На рис. 117, *а* показано специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования плоскостей хвоста турбинной лопатки со стороны внутреннего профиля.

Приспособление состоит из узла крепления хвоста *2* и узла крепления головной части *5*, смонтированного на промежуточной плите *4*. Оба узла крепления соединяются общей плитой *1*, устанавливаемой на универсальный синусный столик (на рисунке не показан), который, в свою очередь, закреплен на столе станка. Синусный столик необходим для получения раз-

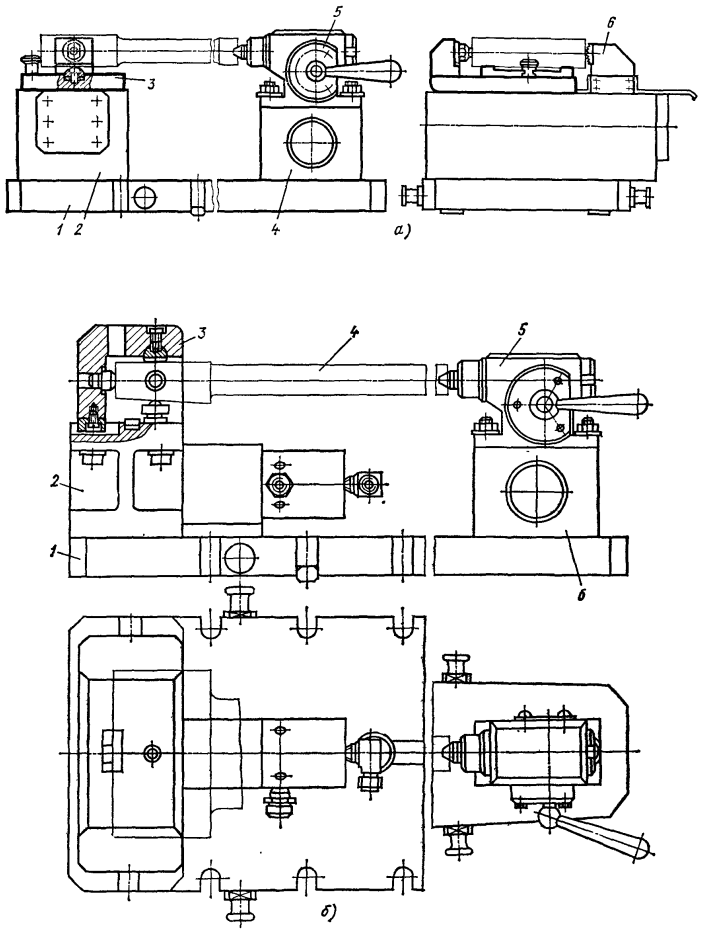


Рис. 117. Специализированные наладочные приспособления для фрезерования галтели: *а* **— со стороны внутреннего профиля рабочих лопаток;** *б* **— со стороны наружного профиля рабочих лопаток**

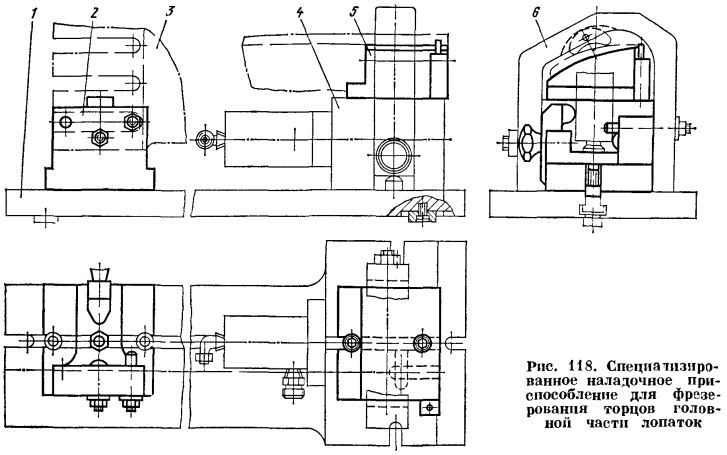


Рис. 118. Специализированное наладочное приспособление для фрезерования торцов головной части лопаток

личных углов наклона поверхностей хвоста относительно оси лопатки. Его применение значительно упрощает конструкцию приспособлений и уменьшает число промежуточных угловых плит, которые он заменяет. Узел крепления хвоста оснащен гидравлическим цилиндром, осуществляющим механизированное закрепление лопатки с помощью зажима *6*.

Для переналадки приспособления необходимо заменить сменную планку *3* и переместить узел крепления хвоста по длине лопатки на плите.

Специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования галтели на турбинной лопатке со стороны наружного профиля приведено на рис. 117, *б*. На плите *1* смонтированы узел крепления хвоста *2* и узел крепления головной части *5* на промежуточной плите *6*. Для настройки приспособления устанавливается требуемый сменный узел *3*.

Обрабатываемая лопатка *4* поджимается центром узла *5* и с помощью гидравлического силового механизма, смонтированного в узле крепления хвоста, через клиновой усилитель поджимается вверх. Такой зажим необходим для сохранения принципа единства баз при обработке лопаток, так как фрезерование галтели со стороны внутреннего профиля производилось от этих же базовых поверхностей.

Операция осуществляется на специализированном копировально-фрезерном станке по копиру, устанавливаемому параллельно приспособлению на столе станка.

Специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования торцов головной части турбинных лопаток изображено на рис. 118. Приспособление компонуется из плиты *1*, на которой установлен узел крепления *4* с охватывающей фигурной скобой *6*, обеспечивающей зажим головной части лопаток при движении их вниз под действием клинового механизма, расположенного в узле крепления и приводимого в действие гидроцилиндром.

Наладка приспособления производится сменой профильной подушки *5* и сменного узла *2*, ориентирующего хвостовую часть лопатки *3* в необходимом положении. За счет перестановки узла крепления на 180° в горизонтальной плоскости приспособление допускает обработку лопаток правого и левого вращений. В этом приспособлении может также выполняться операция отрезки технологического припуска на головной части лопаток (центровой или призматической бобышки). В случае необходимости обработки косого торца лопаток приспособление может быть установлено на универсальную поворотную плиту под необходимым к фрезе углом.

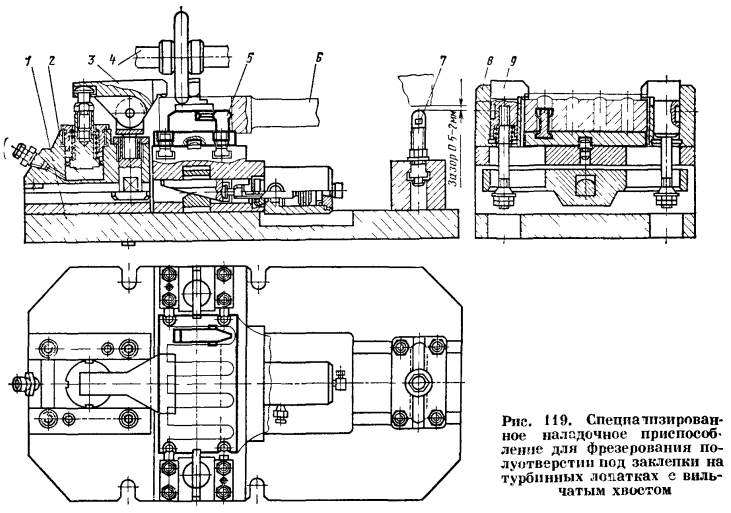


Рис. 119. Специализированное наладочное приспособление для фрезерования полуотверстий под заклепки на турбинных лопатках с вильчатым хвостом

Специализированное переналаживаемое приспособление для фрезерования полуотверстий под заклепки у турбинных лопаток с вильчатым хвостом приведено на рис. 119. Приспособление состоит из плиты *1*, на которой монтируются два узла *2* и *8* крепления хвоста. Эти узлы приводят в действие прижим *3*, закрепляющий внутренние камертоны вильчатого хвоста, и прихваты *9*, закрепляющие наружные камертоны хвоста. Подводная опора *7*, устанавливаемая по лопатке с зазором 0,5—2 мм, предназначена для поддержки профильной части лопатки при ее установке на приспособлении.

Переналадка приспособления осуществляется сменой хвостовой опоры *5*, учитывающей размеры лопатки *6*. Настройка фрезы *4* производится по эталону, имеющему обработанные полуотверстия. Наладка прихватов *9* производится за счет сдвигания или раздвигания их с учетом ширины лопатки. Два гидроцилиндра и три прижима обеспечивают надежное закрепление лопаток всех типоразмеров.

ГЛАВА 7

НЕРАЗБОРНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (НСП)

ПАТРОНЫ ДЛЯ ТОКАРНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ И АВТОМАТОВ

Патроны для токарных полуавтоматов и автоматов бывают поводковые, самоцентрирующие кулачковые и цанговые, несамоцентрирующие, имеют механизированный привод. Должны допускать быструю уборку стружки (особенно патроны к вертикальным полуавтоматам и автоматам), удобные подвод и отвод СОЖ. Патроны должны быть компактными (особенно к горизонтальным многошпиндельным станкам). Патроны для обработки заготовок несимметричных или с неравномерным припуском подлежат балансировке (допустимая статическая неуравновешенность патрона с установленной заготовкой 0,8—0,015 кг·см при частоте вращения 125—2000 об/мин).

Поводковые патроны обеспечивают обработку большого числа поверхностей с одной установки.

Поводковые патроны без зажима применяют для установки заготовок с конструктивными элементами, позволяющими передавать крутящий момент со шпинделя станка, а также при установке заготовки на центровую оправку. При установке заготовки непосредственно в центрах, когда не нужно точно выдерживать осевые размеры, а также при использовании центровых оправок применяют неподвижный передний центр, а когда необходимо точно выдерживать осевые размеры, применяют плавающий передний центр. Во всех случаях заготовку (центровую оправку) поджимают пинолью задней бабки (с пневмо- или гидроприводом) с усилием примерно 15 000 Н. Такие патроны для гидрокопировальных полуавтоматов показаны на рис. 1. Заготовка установлена на плавающий передний центр и центр гидропиноли задней бабки (на рисунке не показан). В первом случае крутящий момент со шпинделя станка передается поводками-выступами, входящими в пазы технологического кольцевого выступа на торце заготовки, во втором — поводком с пазом, в который заготовка установлена плоской головкой. В обоих случаях предусмотрены две плавающие опоры, расположенные в диаметрально противоположных направлениях на одинаковом расстоянии от оси центров, что уменьшает прогибы заготовки и погрешность ее установки по длине. Выравнивающие механизмы патронов надежно защищены от загрязнения.

Штыревые поводковые патроны (рис. 2) позволяют обрабатывать заготовку по всей длине за одну установку, они имеют плавающий передний центр; передают крутящий момент острозубыми штырями, врезающимися в торец заготовки при поджиме центром пиноли задней бабки. При интенсивных режимах резания и при ударных нагрузках ненадежны.

Самозажимные поводковые патроны (рис. 3) применяют для установки заготовки по необработанной цилиндрической базе. Они имеют систему плавающих кулачков-эксцентриков (обычно два кулачка). На рабочую поверхность кулачка-эксцентрика наносят продольную насечку треугольного профиля с углом 90° при вершине. Эксцентриситет рабочей поверхности составляет 0,16—0,2 ее радиуса. Если передний центр плавающий, предусматривают торцовые опоры, установленные либо в корпусе патрона, либо в корпусе плавающего

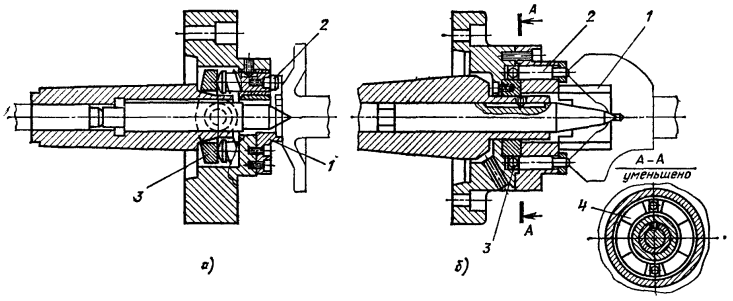


Рис. 1. Поводковые патроны без зажима:
а — с поводками-выступами (*1* — поводок-выступ; *2* — плавающие опоры, *3* — качалка); *б* — с поводком в виде паза (*1* — поводок, *2* — плавающие опоры, *3* — шарики, опирающиеся на наклонные торцы вкладышей *4*)

центра. С увеличением крутящего момента от сил резания автоматически растут усилия закрепления заготовки. Однако в момент первоначального касания резцами, когда силы резания еще малы, возможны проворот заготовки и выкрашивание режущей кромки твердосплавного резца. Патрон центробежный (рис. 3, *а*) применяют для работы с частотой вращения не менее 200 об/мин. Эксцентриковый кулачок *7* с грузом *8* установлен на оси *4* в подвижной плите *5*. Последняя связана винтами-ограничителями *1* с неподвижной плитой *2*, установленной на шпиндель. Подпружиненные распорки *3*

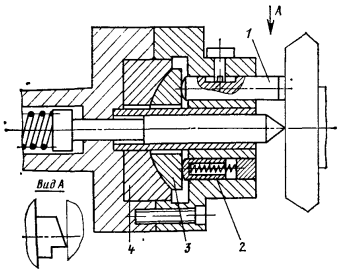


Рис. 2. Поводковый патрон штыревой:
1 — острозубый штырь (*3* шт.), *2* — подпружиненный плунжер прижимающий сферическую шайбу *3* к опоре *4*

удерживают плиту *2* в среднем положении. Пружина *6* отводит кулачки *7* от заготовки при отсутствии вращения. Патрон с пружинными пальцами (рис. 3, *б*) применяют для работы с частотой вращения до 2000 об/мин. Пружинные пальцы *6* постоянно держат в рабочем положении кулачки *7*, которые разводятся устанавливаемой заготовкой. (Детали *1—5* — см. рис. 3, *а*).

Поводковые патроны с рычажным механизмом (рис. 4) исключают проворот заготовки в момент касания резцов. В патроне для оснащения вертикального ротационного многошпиндельного полуавтомата (рис. 4, *а*) два кулачка *1*, имеющие по паре острых зубьев, постоянно прижаты пружинами *2* к цилиндрическим опорам П. Оси последних не совпадают с осью патрона, что не дает кулачкам *1* выйти из своих гнезд. Ползуны *3* установлены в прямоугольных направляющих корпуса *5*. В прямоугольную выемку последнего вложены плавающие плиты *6*, которые несут оси рычагов *4* и удерживаются в корпусе *5* винтами *8*. Пружинное устройство *9* удерживает рычажный механизм в среднем положении. Патрон может работать с жестким центром или с плавающим центром (на рисунке не показан), для которого в длинной втулке *7* предусмотрена соответствующая полость.

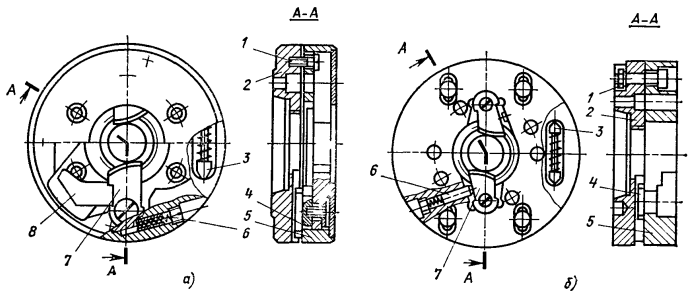


Рис 3 Патроны поводковые самозажимные
а — центробежный, *б* — с пружинными пальцами

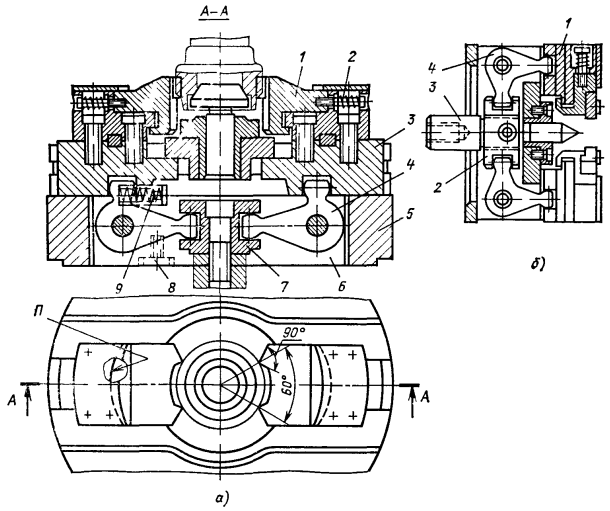


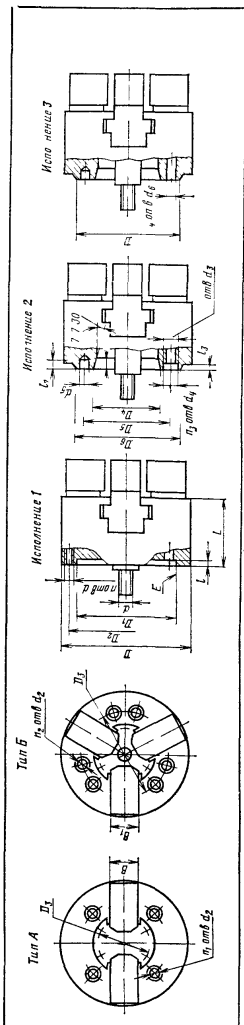
Рис 4 Поводковые патроны с рычажным механизмом для оснащения
а — вертикального ротационного многошпиндельного полуавтомата *б* — одношпиндельного, многорезцового полуавтомата

В патроне для оснащения одношпиндельного многорезцового полуавтомата (рис 4, *б*) кулачки *1* самоустанавливаются по заготовке при покачивании муфты *2*, соединяющей шток *3* с рычагами *4*.

Самоцентрирующие кулачковые патроны чаще всего применяют для установки заготовок по необработанным базам

Патроны самоцентрирующие трехи двухкулачковые рычажно клино-

1. Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые и рычажно клиновые по ГОСТ 24351—80
(размеры, мм)



Обозначения патронов: Тип А, Исполнения по креплению 1	2	3	Тип Б, Исполнения по креплению 1	2	3	D	Установочный размер ширина шпонки	L	B	B_1 не более	d	Ход кулачков от нулевой, не менее	Масса, кг, не более	Размеры присоединительных мест патронов исполнения 1: D_1 (после доводки Н6)	D_2	D_3	d_1	d_2	l
7102—0009	—	—	7102—0058	—	—	80	3	65	25		M12	3	4,5	55	66	—		6	
7102—0010	—	—	7102—0059	—	—	100		70					5	72	86	70 b	M6	11	6
7102—0011	—	—	7102—0060	—	—	125	4	80	30			4	8	95	108	82 6			
7102—0012	—	—	7102—0061	—	—														
7102—0014	—	—	7102—0065	—	—	160	5	90	40		M16	5	13	130	142	104 8	M8		—
7102—0015	7102—0016	7102—0017	7102—0066	7102—0067	7102—0074														
7102—0019	—	—	7102—0069	—	—	200	6	110	45		M20	6	25	165	180	133 4	M10	13	8
7102—0020	7102—0021	7102—0022	7102—0070	7102—0071	7102—0075														
7102—0023	7102—0024	7102—0025	7102—0072	7102—0073	7102—0076	250	8		50		M24		40	210	226	171 4		17	
—	7102—0026	7102—0027	—	7102—0077	7102—0078		6					7					M12		
7102—0028	7102—0029	7102—0030	7102—0079	7102—0080	7102—0081	315	8	125	60	50	M27		80	270	290	235		22	10
—	7102—0031	7102—0032	—	7102—0082	7102—0083		11												

Продолжение табл. 1

Обозначения патронов				D	Условный размер конца шпинделя	L	B	B_1	d	Ход кулачков от привода, не менее	Масса, кг, не более	Размеры присоединительных мест патронов исполнения 1				
Тип А			Тип Б									D_1 (после доводки по $H6$)	D_2	D_3	d_1	d_2	l
Исполнения по креплению							Не более										
1	2	3	1	2	3												
7102—0033	7102—0034	7102—0035	7102—0084	7102—0085	7102—0086	400	8	145	M27	7	145	340	368	235	M16	22	10
—	7102—0036	7102—0037	—	7102—0087	7102—0088		11										
7102—0038	7102—0039	7102—0040	7102—0089	7102—0090	7102—0091	500	8	175	M36	10	160	440	465	330,2	M16	26	12
—	7102—0041	7102—0042	—	7102—0092	7102—0093		11										
—	7102—0043	7102—0044	—	7102—0094	7102—0095		15										
7102—0045	7102—0046	7102—0047	7102—0096	7102—0097	7102—0098	630	11	210	M36	12	282	560	595				
—	7102—0048	7102—0049	—	7102—0099	7102—0100		15										

Примечания: 1. Распространяется на патроны общего назначения классов точности Н, П, В, А с полым штоком для закрепления прутков и механизированным приводом, установленным на заднем конце шпинделя.
2. Патроны типа А — двухкулачковые, типа Б — трехкулачковые.
3. Патроны исполнений по креплению: *1* — на шпиндель станка через переходной фланец; *2* — непосредственно на фланцевый конец шпинделя по ГОСТ 12595—72*; *3* — на фланцевый конец шпинделя по ГОСТ 12593—72*. Размеры присоединительных мест патронов исполнений 2 и 3 см. табл. 2.
4. Смещение отверстий d_2 и d_5 от номинального расположения 0,15 мм для патронов диаметром $D \leqslant 500$ мм и 0,2 — диаметром 630 мм. База — отверстие E (допуск зависимый).
5. Для патронов диаметром $D \leqslant 400$ мм $n = 3$ и $n_1 = 4$, а диаметром $D \geqslant 500$ мм $n = n_1 = 6$; для патронов диаметром $D \leqslant 100$ мм $n_2 = 3$; диаметром $D \geqslant 125$ мм $n_2 = 6$.
6. Эскиз не определяет конструкцию патрона.
7. Для патронов класса точности Н буквенный индекс в условном обозначении не указывается.
8. Патроны исполнений по конструкции: *1* — клиновые; *2* — рычажно-клиновые.

Пример условного обозначения патрона типа А, 1, диаметром 250 мм, рычажно-клинового (исполнения *2*), с креплением кулачков с помощью крестового шпоночного паза (исполнение *1*), класса точности П — патрон 7102—0025—2—1 — П ГОСТ 24351—80.

2. Размеры присоединительных мест патронов исполнений *2* и *3* (по креплению), мм

Условный размер конуса шпинделя	D_4		D_5	D_6	D_7	d_3	d_4	d_5	d_6	l_1	l_2	l_3	n_3
	Номинальный	Пред. откл.											
5	82,563	+0,004 −0,006	104,8	135	133	M10	12	16,3	11	13	6,5	2	4
6	106,375		133,4	170	165	M12	14	19,45	13	14			
8	139,719	+0,004 −0,008	171,4	220	210	M16	18	24,2	17	16	8		
11	196,869	+0,004 −0,01	235	290	280	M20	22	29,4	22	18		2,5	6
15	285,775	+0,004 −0,012	330,2	400	380	M24	26	35,7	26	19	10		

Примечания: 1. См. эскиз к табл. 1.
2. Для патронов типа А при условном размере конца шпинделя 15 и для всех патронов типа Б $n_4 = 6$, для патронов типа А при условных размерах конца шпинделя 5—11 $n_4 = 4$.
3. Смещение отверстий d_2, d_4, d_5, d_6 от номинального расположения см. примечание 4 к табл. 1.

вые и клиновые (общего назначения) имеют стандартизованные габаритные размеры и размеры посадочных мест под шпиндель станка и под кулачки (табл. 1—3).

Для оснащения горизонтальных полуавтоматов предпочтительны клиновые патроны диаметром $D \leqslant 250$ мм, а для вертикальных — рычажно-клиновые диаметром $D \geqslant 315$ мм.

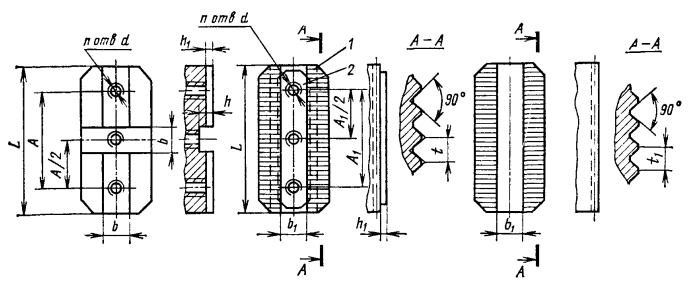
В клиновом патроне к горизонтальным многошпиндельным полуавтоматам (рис. 5) Т-образные пазы под

Рис. 5. Клиновой патрон к горизонтальным многошпиндельным полуавтоматам конструкции Киевского завода станков-автоматов им. Горького

ползуны образованы прямоугольными пазами в корпусе *2* и стальными пластинами *1*, что повышает ремонтопригодность. В рычажном патроне к вертикальному многошпиндельному полуавтомату (рис. 6, *а*) цапфы *А* выполнены как одно целое с рычагами *3* и опираются в поперечные отверстия цилиндрической вставки *1*. Ползуны имеют бронзовые вкладыши *2*. Патрон отличается повышенными жесткостью и износостойкостью. В конструкции двухкулачкового рычажного патрона для вертикального полуавтомата 1282 (рис. 6,*б*) применен ползун *1* с качалкой *2* и двумя призмами *3*, рабочие поверхности которых соответствуют литейному уклону заготовки.

Патроны самоцентрирующие кулачковые специальные применяют для обработки заготовок сложной конфигурации, тяжелых, тонкостенных, при обильной стружке и в других случаях, когда невыгодно использовать патроны общего назначения. В рычажно-клиновом патроне (рис. 7, *а*) рычаги *1* пружиной *2* постоянно прижаты к штоку *3*, который зафиксирован в угловом положении шпонкой *4*. Патрон ком-

3. Основные размеры крепления для кулачков, мм



1 — кулачок; *2* — сухарь

Диаметр патрона D	L, не более	A	A_1	b	d	h
100	35	24	16	12	М8	5
125	45	30	20	14	М10	
160	70	40	25	20	М12	7
200	85	50				
250	105	65	30		М16	9
315	125	80		25		
400	145	95	60			
500			80	30	М20	
630	160					

Примечания: 1. Исполнения креплений для кулачков: *1* — с помощью крестового шпоночного паза; *2* — с помощью зубчато-реечного зацепления с мелким зубом; *3* — с помощью зубчато-реечного зацепления с мелким зубом безвинтовое (быстропереналаживаемое).

2. Для патронов диаметром $D \leqslant 200$ мм $h_1 = 3$ и $D \geqslant 250$ мм $h_1 = 4$, для патронов диаметром $D \leqslant 315$ мм $t = 1{,}5$ и $n = 2$, а $D \geqslant 400$ мм $t = 2{,}5$ и $n = 3$; для патронов диаметром $D \leqslant 125$ мм допускается крепление кулачков одним винтом, проходящим через поперечный паз b (исполнение *1*).

3. При заказе патронов дополнительно к условному обозначению следует указать исполнение крепления для кулачков.

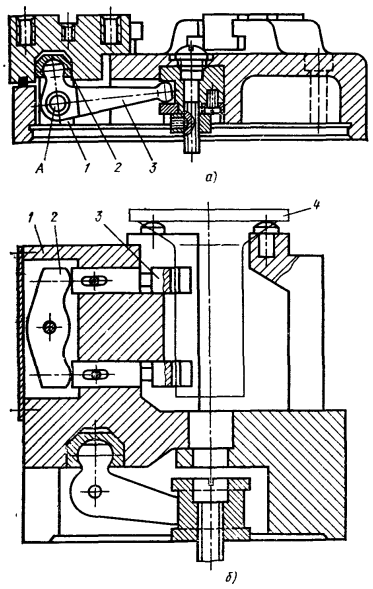


Рис. 6. Рычажные патроны:
а — к вертикальным многошпиндельным полуавтоматам, *б* — двухкулачковый для вертикального полуавтомата 1282

пактный, применяется для обработки заготовок большого диаметра. В компактном и технологичном клиновом патроне (рис. 7, *б*) плунжеры-кулачки *1* перемещаются в цилиндрических отверстиях корпуса *2*. В клиновом

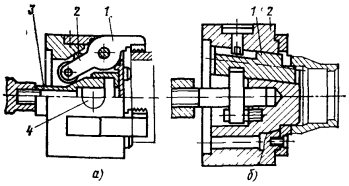


Рис. 7. Патроны самоцентрирующие кулачковые специальные для горизонтального шестишпиндельного полуавтомата КА-104:
а — клинорычажный, *б* — клиновой

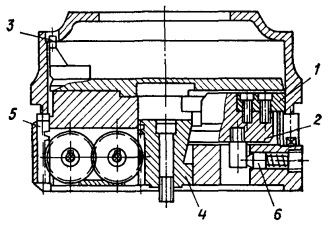


Рис. 8. Патрон клиновой с выталкивателем к вертикальному полуавтомату 1284

патроне (рис. 8) использованы кулачки *1*, ползуны *2*, дополнительный поводок *3*, шток *4*, облегчающие съем тяжелой заготовки, выталкиватели *5*, подпружиненные пальцы *6*, возвращающие ползуны *2* и кулачки *1* в исходное положение. В рычажно-клиновом патроне (рис. 9) шток *4* через пальцы *1* приводит в действие рычаги *2* с качалками *3*. На послед-

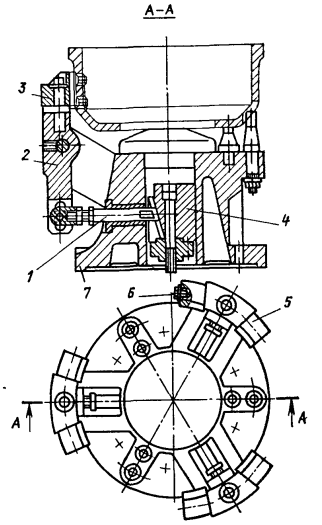


Рис. 9. Патрон клинорычажный для обработки с обильной стружкой на вертикальном полуавтомате 1285Б

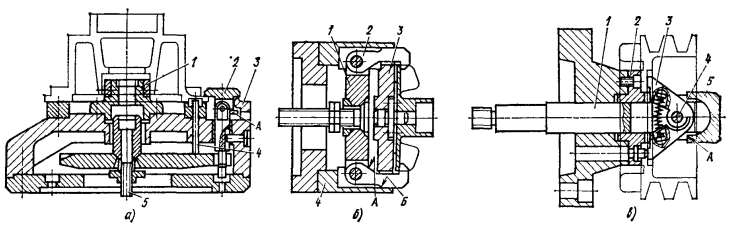


Рис. 10. Несамоцентрирующие патроны:
а — с выталкивателями и самооткидывающимися прихватами к вертикальному многошпиндельному полуавтомату 1283, *б* — с отходящими прихватами к шестишпиндельному горизонтальному полуавтомату 1265ПМ6, *в* — с убирающимися прихватами к многорезцовому полуавтомату 1А730

них попарно расположены кулачки *5*, покачивающиеся на осях *6*. Отсутствие поступательного движения кулачков *5*, большие габариты корпуса *7* по высоте, наличие в нем широких окон и наклонных стенок облегчают удаление стружки. В патроне нет возвращающих пружин, так как шток *4* и пальцы *1* соединены Т-образным замком.

Кулачки самоцентрирующих патронов изготавливают: тяжелонагруженные — из сталей Х или 9ХС, $HRC_э$ 51,5 — 61; менее нагруженные — из стали 40Х, $HRC_э$ 46,5 — 51,5; острозубые — из стали ХВГ, $HRC_э$ 55—59. Также рекомендуются кулачки из стали 45, $HRC_э$ 30—41,5; 40Х, $HRC_э$41,5—51; наплавленные твердым сплавом, $HRC_э$57—61.

Рабочие поверхности кулачков покрывают насечкой осевыми и кольцевыми канавками. Угол при вершине зубцов насечки 90°, шаг 2—3 мм (при диаметре базы более 400 мм шаг до 6 мм), притупляющая фаска 0,3—1 мм. Коэффициенты сцепления с заготовкой см. т. 1, с. 384.

Несамоцентрирующие патроны применяют для установки штучных заготовок по обработанному отверстию и торцу. В конструкциях таких патронов предусматривают прихваты и выталкиватели.

В патроне с выталкивателями и самооткидывающимися прихватами (рис. 10, *а*) заготовка с минимальным зазором устанавливается на палец *1*, имеющий фаску 8×5°, и крепится к торцу тремя прихватами *2*. При подъеме штока *5* прихват *2* упирается в опору *3* выступом *А* и откидывается, а выталкиватели *4* облегчают съем обработанной детали. В патроне с отходящими прихватами (рис. 10, *б*) при движении планки *1* влево прихваты *2* упираются поверхностью *Б* в кромки корпуса *4* и крепят заготовку. При движении планки *1* вправо прихваты *2* упираются поверхностью *А* в кромки крышки *3* и отходят. Патрон компактен, но недостаточно защищен от стружки. Рекомендуется только для горизонтальных полуавтоматов.

В патроне с убирающимися прихватами (рис. 10, *в*) при движении плунжера *1* два прихвата *3* прижимают заготовку к торцу опоры *2*. Ось *4* прихватов *3* установлена на плунжере *1*. При движении последнего вправо прихваты *3* освобождают заготовку, упираются в торец втулки *5* и складываются в паз плунжера *1*.

Самоцентрирующие клиноплунжерные приспособления применяют для установки единичных заготовок по обработанному центральному отверстию (цилиндрическому, ступенчатому, шлицевому и др.). Их выполняют в виде фланцевых механизированных оправок. Эти приспособления отличаются высокой точностью, жесткостью, надежностью. Плунжеры изготовляют из стали 9ХС ($HRC_э$ «56—60). Угол скоса клина 7—10°. Цанговые патроны см. т. 2, с. 175.

ПАТРОНЫ МЕМБРАННЫЕ И ИХ РАСЧЕТЫ

Патроны мембранные по ГОСТ 16157—70* (рис. 11) применяют при шлифовании центрального отверстия цилиндрических колес с базированием по профилю зуба через ролики *3* и торцу. Патроны имеют плоскую мембрану *1* с шестью привертными кулачками *2* и шестью противовесами *4*. Противовесы *4* препятствуют раскрытию стыков мембрана — кулачок и снижению усилий закрепления заготовки под действием сил инерции. Центральное отверстие *5* мембраны служит для размещения калибра активного контроля или для подачи СОЖ в зону резания. Торцовые упоры *6* жестко установлены в корпус патрона. Технические характеристики мембранных патронов по

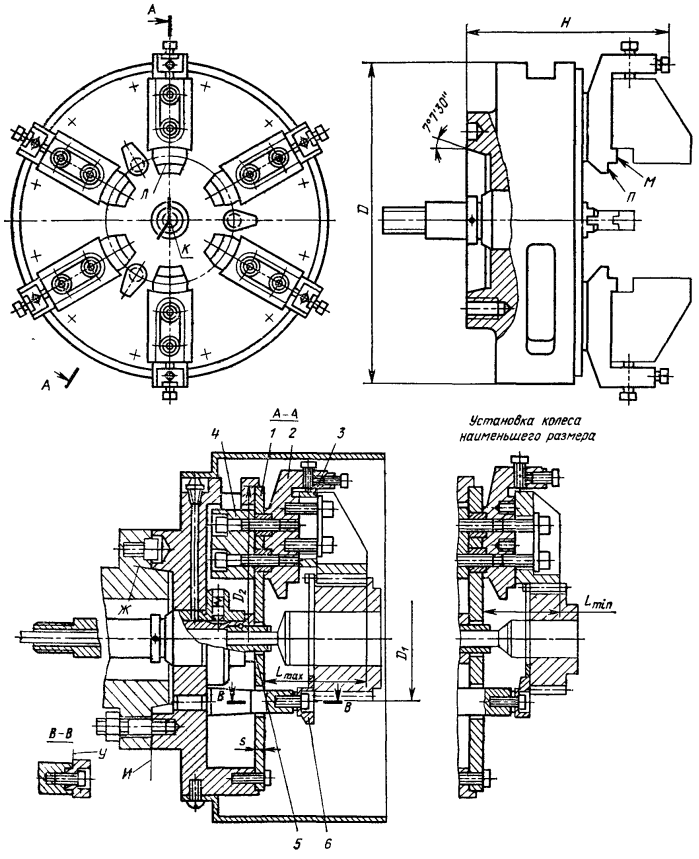


Рис. 11. Патрон мембранный по ГОСТ 16157—70*

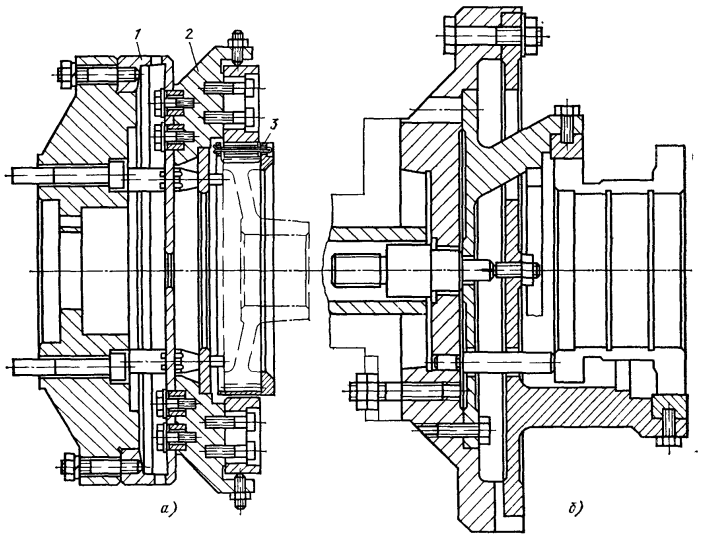


Рис. 12. Мембранные патроны:
а — коробчатый, *б* — сдвоенный

ГОСТ 16157—70* приведены в табл. 4.

Патроны мембранные для установки толстостенных колец и втулок (отношение толщины стенки заготовки к среднему радиусу не менее $^1/_5$) при выполнении на станках высокой и повышенной точности шлифовальных и чистовых токарных работ приведены в табл. 6—9. Привод механизированный, закрепленный на заднем конце шпинделя станка.

Разные мембранные патроны (рис. 12) могут иметь плоскую или коробчатую мембрану с числом кулачков $n = 3 \div 12$.

При прочих равных условиях патроны с малым числом кулачков ($n = 3 \div 5$) надежнее крепят заготовку, а с большим числом кулачков ($n = 10 \div 12$) обеспечивают лучшую круглость обработанной поверхности вращения. Поэтому патроны с малым числом кулачков следует применять при обработке жестких, толстостенных заготовок при интенсивных режимах резания, а с большим — на операциях окончательной обработки нежестких, тонкостенных заготовок с высокими требованиями к круглости обработанных поверхностей вращения. Увеличение числа кулачков свыше 12 нецелесообразно. Для установки длинных заготовок по двум сечениям применяют сдвоенные мембранные патроны. Коробчатые мембраны эластичнее плоских.

Расчеты плоских мембран выполняют с учетом последовательности работы мембранных патронов. Когда мембрана находится в исходном плоском состоянии (рис. 13, *а*), диаметр расточки кулачков составляет $d_{р.к}$. Потом под действием осевой силы $P_{ос}$ мембрана прогибается (рис. 13, *б*), ее кулачки поворачиваются на угол φ ($P_{ос}$) каждый, в результате диаметр расточки кулачков увеличивается до наибольшего значения $d_{р.к\,max} = d_{р.к} + 2\varphi\,(P_{ос})\,L_к$, что позволяет

4. Мембранные патроны по ГОСТ 16157—70* (размеры, мм)

Обозначение патронов	D	Диаметр зубчатого колеса D_1	D_2	H	L		Толщина мембраны s	Разжим кулачков T	Усилие разжима мембраны $P_{ос}$, Н	Усилие зажима заготовки одним кулачком Q, Н		Масса, кг, не более
					min	max				min	max	
7151—0031	200	От 36 до 70	190	150	57	72	6	0,33	19 200	735	1570	16,468
7151—0032	250	св. 70 до 110	240	160	67	82	7	0,35			1660	24,97
7151—0033	320	св. 110 до 160	310	185	80	100	9	0,40	31 500	1275	2745	46,973
7151—0034	400	св. 160 до 235	390	200	100	130	11	0,45	37 700	2450	4900	77,34

Примечания: 1. См. рис. 11.

2. Разжим кулачков $T = \delta + \Delta_{гар}$, где δ — допуск на размер заготовок по роликам; $\Delta_{гар} = 0{,}1$ мм — гарантированный зазор на установку заготовки. Кулачки разжимаются на величину T при нагружении мембраны осевым усилием $P_{ос}$.

3. Усилие зажима Q_{min} определено для зубчатого колеса с наименьшим размером по роликам и на длине L_{max}, а усилие зажима Q_{max} — для зубчатого колеса с наибольшим размером по роликам и на длине L_{min}.

4. Допускаемая статическая неуравновешенность патрона диаметром D : 200 мм не должна превышать 0,004 кг·см; 250 мм — 0,006 кг·см; 320 мм — 0,009 кг·см; 400 мм — 0,012 кг·см.

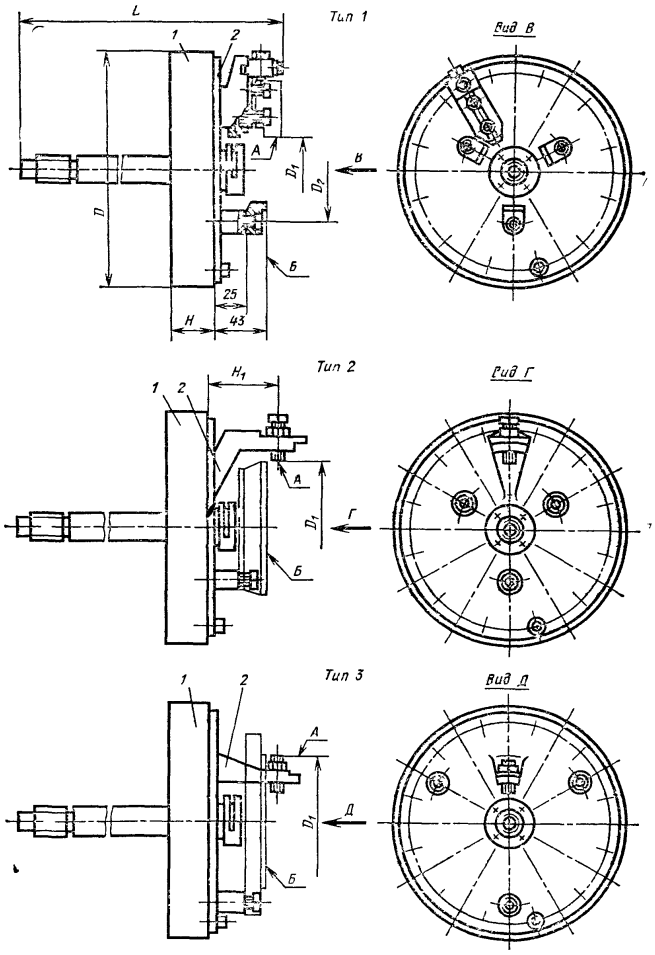
5. Радиальные и торцовые биения ответственных поверхностей кулачков и опор см. табл. 5.

6. *Пример условного обозначения* мембранного патрона диаметром $D = 200$ мм: патрон 7151—0031 ГОСТ 16157 — 70*.

5. Биение рабочих поверхностей кулачков и опор относительно баз *Ж* и *И*
(см. рис. 11)

Наименование отклонения	Отклонение (мм) для патрона диаметром D, мм			
	200	250	300	400
Допуск радиального биения поверхностей: *К*	0 01		0.016	
Л	0,012	0.016		0,020
Допуск торцового биения поверхностей: *М* на наибольшем радиусе	0,016		0,25	0.040
У » » »	0.01	0 016		0,025
П » » »	0,01		0.016	0,025

6. Патроны мембранные для установки толстостенных колец и втулок (размеры, мм)



1 — корпус, *2* — мембрана

Продолжение табл. 6

Тип	Исполнение	D	Диаметры базы заготовок D_1 (поле допуска H9 и h8)	D_2	H	H_1	L	Гарантированный зазор для установки заготовок	Фактическое осевое усилие $P_{ос}$, Н, на мембрану,	Суммарное усилие закрепления заготовки, Н		Масса, кг, не более
										max	min	
1	1	200	Св. 65 до 80	95	45	—	310	0,2	10 500	7 840	9 408	13,0
	2				55		295					13,4
2	1		» 60 » 80		45	64	332			6 566		13,3
	2				55		317					13,7
	3											
	1		» 80 » 100		45		332			6 468	6 860	13 3
	2				55		317					13,7
	3											
	1		» 100 » 120		45		332					13,4
	2				55		317					13,8
	3											
	1		» 120 » 140		45		332			6 370		13,5
	2				55		317					13,9
	3											
3	1		» 100 » 120	140	45		332		10 200	6 174	6 566	11,7
	2				55		317					12,1
	3											
	1		» 120 » 140		45		332			5 880	6 272	11,9
	2				55		317					12,3
	3											
1	1	250	Св. 80 до 120	110	45	—	310	0,25	10 500	8 624	9 800	19,4
	2				61							21,0
	3											
2	1		» 140 » 160		45	67	337			7 448	8 232	20,3
	2				61		338					21,9
	3											
	1		» 160 » 180		45		337					22,5
	2				61		338					24,1
	3											
3	1		» 140 » 160	175	45	67	337		10 200	7 154	8 036	19,3
	2				61		338					20,9
	3											
	1		» 160 » 180		45		337					20 2
	2				61		338					21,8
	3											
1	1	315	» 120 » 180	135	45	—	375	0,3	16 240	10 780	15 680	29,2
	2				61		360					29,7
	3											

Продолжение табл. 6

Тип	Исполнение	D	Диаметры базы заготовок D_1 (поле допуска $H9$ и $h8$)	D_2	H	H_1	L	Гарантированный зазор для установки заготовок	Фактическое осевое усилие $P_{ос}$, Н, на мембрану	Суммарное усилие закрепления заготовки, Н: max	Суммарное усилие закрепления заготовки, Н: min	Масса, кг, не более
2	1	315	Св. 180 до 200	135	45	78	406	0,3	16 240	13 200	14 700	31,2
	2				61		392					31,7
	3											
	1		» 200 » 220		45		406					32,0
	2				61		392					32,5
	3											
3	1			240	45	80	411		16 040	12 700	13 700	28,0
	2		» 180 » 200		61		397					28,5
	3											
	1				45		411					29,8
	2		» 200 » 220		61		397					30,3
	3											
1	1	400	Св. 180 до 260	210	45	—	375	0,4	16 240	13 700	18 100	41,9
	2				63		365					45,0
	3											45,3
2	1				45	96	431				15 200	61,9
	2		» 220 » 260		63		419					65,0
	3						392					65,3
	1				45		431			13 600		57,4
	2		» 260 » 300		63		419					60,5
	3						392					60,8
3	1			310	45		431		16 040	13 400	14 200	46,0
	2		» 220 » 260		63		419					49,1
	3											49,4
	1				45		431			14 200	15 200	57,7
	2		» 260 » 300		63		419					60,8
	3											61,1

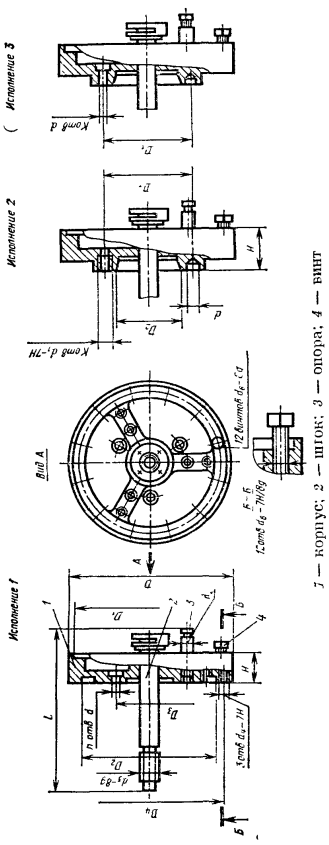
Примечания: 1. Тип 1 — с плоской мембраной с шестью парами привертных кулачков и противовесов; типы 2 и 3 — с мембраной, выполненной как одно целое с 12 кулачками. Типы 1 и 2 служат для установки заготовок по наружному диаметру, а 3 — по внутреннему. При повышенных требованиях к круглости обработанных деталей предпочтительны патроны типов 2 и 3. Патроны всех трех типов могут иметь три исполнения: *1* — с креплением на концы шпинделей через переходный фланец по ГОСТ 3889—80; *2* — с креплением на фланцевый конец шпинделя под поворотную шайбу по ГОСТ 12593—72*; *3* — с креплением на фланцевый конец шпинделя по ГОСТ 12595—72*.

2. Базирующие поверхности *А* зажимных винтов (кулачков) шлифовать на станке при нагруженной осевой силой мембране. Шероховатость поверхностей *А* $Ra \leqslant 0{,}63$ мкм; допуск радиального биения по 4-й степени точности.

3. Торцовые поверхности *Б* опор шлифовать в сборе на станке с допусками торцового биения по 4-й степени точности; шероховатость торцовых поверхностей *Б* $Ra \leqslant 0{,}63$ мкм.

4. Допуск радиального биения прошлифованных поверхностей *А* кулачков при ненагруженной мембране не должен превышать 5-й степени точности.

7. Корпуса мембранных патронов для установки толстостенных колец и втулок (размеры, мм)

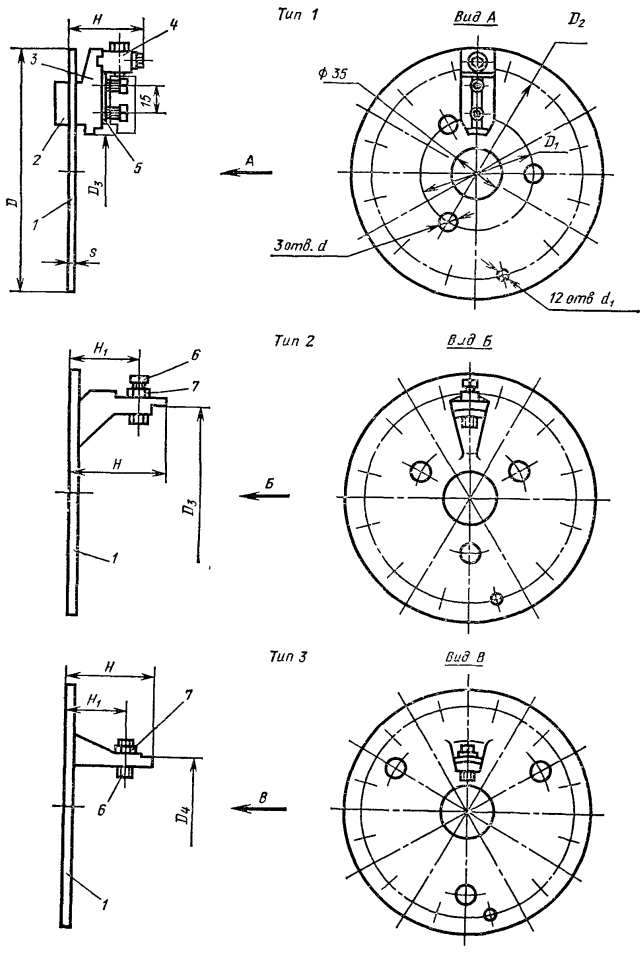


1 — корпус; *2* — шток; *3* — опора; *4* — винт

Исполнение	D	D_1 (поле допуска $H9$)	D_2: Номинальный	D_2: Пред. откл.	D_3 (пред. откл. ±0,12)	D_4	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5 (пред. откл. +0,1)	d_6	H	L	n	Масса, кг, не более
1	200	190	165,000	+0,040	82,6	180	11	—	18	M18	M10	—	M8	40	280	3	8,2
2			63,513	+0,003 −0,005		—	—	M10			—	14,7		55	270		8,6
3																	
1	250	240	210,000	+0,040	104,8	226	11	—	18	M18	M12	—	M10	45	286	4	11,8
2			106,375	+0,004 −0,006		—	—	M12			—	19,45		61	345	3	13,4
3							13	—									
1	315	305	270,000	+0,050	133,4	280	—	M12	24	M27	M12	—	M12	40	345	4	17,6
2			106,375	+0,004 −0,006		—	13	—			—	19,45		61	330	3	18,1
3							17	—									
1	400	390	340,000	+0,050	171,4	368	—	M16	28		M16	—	M12	40	345	4	25,2
2			139,719	+0,004 −0,006		—	17	—			—	24,2		63	335	4	28,3
3																3	28,6

Примечание. Тип исполнения см. табл. 6.

8. Мембраны упругие самоцентрирующие патронов для установки толстостенных колец и втулок (размеры, мм)



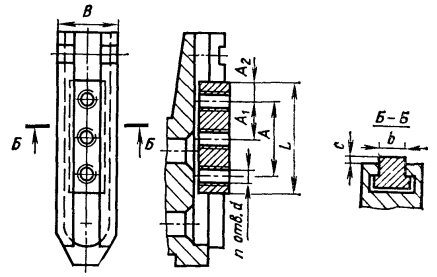
1 — мембрана; *2* — противовес; *3* — подкулачник; *4* — упор; *5* — сухарь; *6* — винт; *7* — гайка

Продолжение табл. 8

Тип	D (поле допуска $e8$)	D_1	D_2	D_3 (поле допуска $H9$)	D_4 (поле допуска $e8$)	d	d_1	H	H_1	s	Число кулачков	Масса, кг, ≈	Наибольшие напряжения σ_{max}, возникающие в мембране под действием осевого усилия, МПа
1	190	95	175	62	—	20	9	68	—	7,0	6	4,8	1,67
2				120				90	67	5,5	12	5,1	2,43
				140								5,2	
				165								5,3	
3		140		—	88							3,5	2,36
					108							3,7	
1	240	110	220	78	—		11	68	—	7,3	6	7,6	1,9
2				195				95	70	6,5	12	8,5	2,2
												10,7	
3		175		—	118							7,5	2,15
												8,4	
1	305	135	285	110	—	26	13	74	—	9,3	6	11,6	2,25
2				235				105	82	8,0	12	13,6	2,9
												14,4	
3		240		—	160			110	84	8,5		10,4	2,85
												12,2	2,55
1	390	210	370	170	—	30		74	—	9,3	6	16,7	2,67
2				315				130	100	8,5	12	36,7	3,1
												32,2	
3		310		—	180							20,8	
					220							32,5	

Примечания: 1. Отклонение торцов мембраны от плоскостности в пределах допуска 5-й степени точности.
2. Материал мембраны следует выбирать, руководствуясь данными табл. 12, $HRC_э$ 37,5—41,5.
3. Тип мембраны аналогичен типу патрона (табл. 6).
4. Осевые усилия на мембрану, при которых возникают наибольшие напряжения σ_{max}, см. табл. 6.

9. Присоединительные места кулачков к мембранам типа 1 патронов для установки толстостенных колец и втулок (размеры, мм)



L	B	b (поле допуска js6)	A	A_1	A_2	d	c	n
40	25	12	20	–	8	M8	2	2
60	30	14	40	20	10	M10	3	3

установить в патрон с гарантированным зазором $\Delta_{гар}$ наибольшую в партии заготовку диаметром $d_{з\,max} = d_{р.к.max} - \Delta_{гар}$. Когда осевое усилие $P_{ос}$ устранено (рис. 13, *в*), мембрана стремится вернуться в исходное плоское состояние, кулачки патрона центрируют и крепят заготовку с силой Q на каждом кулачке, в результате кулачки патрона остаются повернутыми на некоторый угол φ (Q) каждый ($L_к$ — плечо кулачка; $d_{з\,min}$ — наименьший диаметр заготовки в партии; $\Delta_з$ — поле допуска на диаметр базы заготовки).

Методика расчета. 1. Для разжима кулачков патрона в размер $d_{р.к.max}$ действующее на мембрану осевое усилие (Н) должно составлять

$$P_{ос} = 12 \cdot 10^4 \times \left(d_{р.к\,max} - d_{р.к}\right) bs^3 K(P) \times \times (0{,}7a^2 + 1{,}3c^2) \Big/ L_к \left[1{,}3a^2\left(b^2 \ln \frac{a}{b} + c^2 \ln \frac{a}{c}\right) - c^2\left(1{,}3b^2 \ln \frac{b}{c} - b^2 + a^2\right)\right],$$

где $K(P)$ — коэффициент ужесточения мембраны ее кулачками (табл. 10); s, a, c, b — соответственно толщина, рабочий радиус, радиус центрального окна, радиус расположения кулачков мембраны (рис. 14).

2. С учетом коэффициента полезного действия $\eta = 0{,}7 \div 0{,}8$ усилие на штоке составляет $P_ш = \frac{P_{ос}}{\eta}$. По

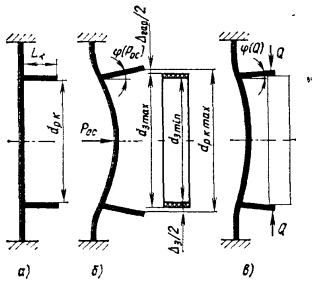


Рис. 13. Последовательность работы мембранного патрона:
а — исходное состояние; *б* — мембрана разжата осевым усилием; *в* — заготовка установлена

10. Значения коэффициента ужесточения мембраны $K(P)$

x/a	y/a	s/a	K (P) при числе кулачков							
			3	4	5	6	8	9	10	12
0,15	0,1	0,04	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,05	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
		0,06	1,01	1,02	1,03	1,05	1,15	1,25	1,3	1,35
		0,07	1,0	1,01	1,02	1,025	1,075	1,1	1,25	1,3
	0,125	0,04	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,05	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,06	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
		0,07	1,01	1,02	1,03	1,05	1,15	1,25	1,3	1,35
	0,15	0,04	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,05	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,06	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,07	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
0,2	0,1	0,04	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,05	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,06	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
		0,07	1,01	1,02	1,03	1,05	1,15	1,25	1,3	1,35
	0,125	0,04	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,05	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,06	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,07	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
	0,15	0,04	1,15	1,2	1,25	1,3	1,45	1,5	1,55	1,6
		0,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,06	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,07	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
0,25	0,1	0,04	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,05	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,06	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
		0,07	1,03	1,06	1,07	1,1	1,2	1,3	1,35	1,4
	0,125	0,04	1,15	1,2	1,25	1,3	1,45	1,5	1,55	1,6
		0,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,06	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5
		0,07	1,05	1,1	1,125	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45
	1,5	0,04	1,2	1,25	1,3	1,35	1,5	1,55	1,6	1,65
		0,05	1,15	1,2	1,25	1,3	1,45	1,5	1,55	1,6
		0,06	1,1	1,15	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5	1,55
		0,07	1,08	1,12	1,15	1,2	1,35	1,4	1,45	1,5

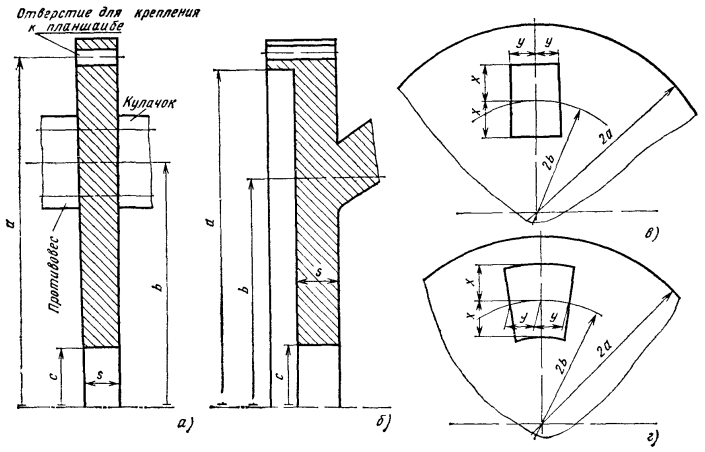


Рис. 14. Основные геометрические размеры мембран:
а — с привертными кулачками и противовесами, *б* — выполненной как одно целое с кулачками, *в* и *г* — размеры площадки контакта кулачка с торцом мембраны

усилию $P_ш$ выбирают привод патрона (рекомендуются пневмо- или гидроцилиндры двойного действия), диаметр поршня цилиндра и давление рабочей среды. Уменьшить P_{oc} можно за счет уменьшения числа кулачков патрона или толщины мембраны.

3. Вычисляют наибольшее напряжение $\sigma_{max} = 0{,}75 \frac{P_{oc}}{s^2} K(\sigma)$. Значение коэффициента $K(\sigma)$ определяют по графику на рис. 15. По известному напряжению σ_{max} выбирают материал и термическую обработку мембраны (см. табл. 12). Уменьшить напряжение σ_{max} можно за счет увеличения радиуса *с* центрального окна или увеличения толщины *s* мембраны.

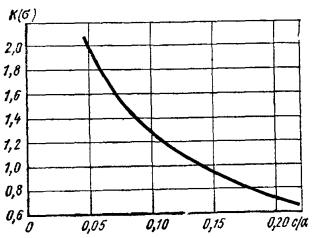


Рис. 15. График зависимости K(σ)

4. Вычисляют усилие закрепления (Н) заготовки одним кулачком патрона:

$$Q = 32 \cdot 10^4 \times \frac{(d_з - d_{р.к})\, s^3}{L_к^2 [\mathrm{H}(x/y) + \Pi(x/a;\ y/a) + \Phi_n(b/a)]},$$

где *x* и *y* — соответственно площадки контакта кулачков с торцом мембраны, мм (см. рис. 14, *в*—*г*); $d_з$ — диаметр базы заготовки; функция

$$\Pi(x/a;\ y/a) = -2 \ln \left(4 \frac{x^2 + y^2}{a^2}\right).$$

Графики функций $\mathrm{H}(x/y)$ и $\Phi_n(b/a)$, см. рис. 16.

Практический интерес представляет усилие Q_{min}, когда закрепляется наименьшая (в партии) заготовка, т. е. $d_з = d_{з\,min}$. При точной обработке нежестких заготовок может возникнуть необходимость в знании усилия Q_{max}, когда закрепляется наибольшая (в партии) заготовка, т. е. $d_з = d_{з\,max}$. Усилие закрепления *Q* можно существенно увеличить за счет уменьшения числа кулачков патрона, а также уменьшения гарантированного зазора $\Delta_{гар}$ для установки заготовки.

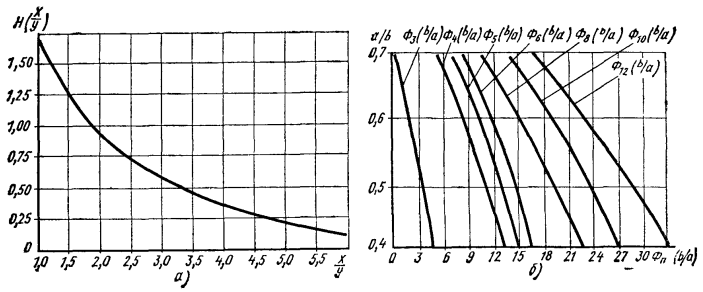


Рис. 16. Графики функций:
а — $\mathrm{H}(x/y)$, *б* — $\Phi_n(b/a)$

Рекомендуются следующие значения основных геометрических размеров мембраны: $s = (0{,}04 \div 0{,}07)\ a$; $c = (0{,}1 \div 0{,}2)\ a$; $b = (0{,}4 \div 0{,}8)\ a$; $x = (0{,}15 \div 0{,}25)\ a$; $y = (0{,}1 \div 0{,}15)\ a$. Рабочий радиус *а* мембраны следует выбирать, по возможности, большим.

ГИДРОПЛАСТМАССОВЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИХ РАСЧЕТЫ

Гидропластмассовые приспособления (рис. 17) используют для обработки точных зубчатых колес, колец, втулок, гильз (в том числе тонкостенных) с цилиндрической базой. Гидропластмассовые приспособления точно центрируют и равномерно закрепляют заготовку, что позволяет получить хорошие соосность и цилиндричность.

Гидропластмассовым приспособлениям присущи и недостатки. Изготовление наполнителя и заливка его в полость приспособления должны производиться в отдельном помещении и требуют специального оборудования. Созданное в гидропластмассе рабочее давление уменьшается из-за утечек воздуха, распределенного в объеме наполнителя. Эти приспособления требуют повышенного внимания рабочего. Если рабочее давление в гидропластмассе создается при снятой заготовке, приспособление выходит из строя. Замена износившейся гильзы на новую требует разборки всего приспособления и новой трудоемкой заливки наполнителя. Гидропластмассовые оправки диаметром менее 40—50 мм имеют малую радиальную жесткость.

В гидропластмассовых патронах и оправках в качестве наполнителя используется гидропластмасса, передающая давление на значительные расстояния практически по закону Паскаля. Состав и характеристика гидропластмассы марки СМ: поливинилхлоридная смола марки М—20%; дибутилфталат (пластификатор) — 78 %; стеарат кальция (стабилизатор) — 2 %. Температура плавления +140 °С, рекомендуемый температурный режим работы приспособлений 5—60 °С; допустимый зазор, при котором обеспечивается герметичность полости с гидропластмассой СМ: до 0,03 мм при давлении до 30 МПа и до 0,02 мм — при давлении до 40 МПа. Уменьшение объема гидропластмассы на каждые 10 МПа давления — 0,5 %.

11. Данные для расчета тонкостенных гильз гидропластмассовых оправок (см. рис. 18)

$d_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы оправки, мм					$P_г$, МПа	$P_к$, МПа	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	D (поле допуска $h4$)	d_1 (поле допуска $H7$)	d_2 (поле допуска $H8$)	H	T					
				Поле допуска $js14$						
28$H6$	27,98	26,66	18	7	8	16 19 23 27	0,75 3,8 7,3 11,3	5 10 15 20	14 12 11 10	600 700 800 900
28$H7$						22 25	2,6 5,8	10 15	13,0 11,5	800 900
32$H6$	31,98	30,42	22			16 19,5 23 27	1,1 4,2 7,8 12,0	7 13 20 25	16,0 13,5 12,0 11,5	600 700 800 900
32$H7$						22 25	2,8 6,0	10 18	14,5 13,0	800 900
36$H6$	35,98	34,22	26	8	8,5	16,5 20 24 29	3,0 6,5 10,6 15,0	10 18 25 33	15,5 14 13 12	600 700 800 900
36$H7$						19 22 26	2,1 5,4 9,0	10 18 25	17 15 14	700 800 900
36$H8$						24	2,1	12	17,0	900
40$H6$	39,98	38,02	28	10		17 21 25 30	4,8 8,7 13 18,5	16 24 30 40	16 14,5 13 12	600 700 800 900
40$H7$						16 19 23 27	1,0 4 7,7 11,8	8 16 24 30	20 17 15 14	600 700 800 900
40$H8$						21,5 25	1,6 4,6	10 20	19,5 17	800 900
40$H9$						24	1,4	10	20	900
45$H6$	44,98	42,74	33		9	12 18 22 27,5	1,75 7,2 11,7 17,0	10 23 30 30	21 17 15 14	450 600 700 800
45$H7$						16,5 20 24	3,3 6,9 11,0	15 24 33	20 17,5 16	600 700 800
45$H8$						19 22 25,5	1,5 4,6 8,1	12 20 30	22 19,5 18	700 800 900
45$H9$						21,5 25	1,5 4,8	13 23	22,5 20	800 900

Продолжение табл. 11

$d_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы оправки, мм					$P_г$, МПа	$P_к$, МПа	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	D (поле допуска $h4$)	d_1 (поле допуска $H7$)	d_2 (поле допуска $H8$)	H	T					
				Поле допуска $js14$						
50$H6$	49,98	47,54	38	10	9,5	12,5 18,5 23,5	2,8 8,7 16,5	13 28 40	21 17 16	450 600 700
50$H7$						17 21 25	4,7 8,5 13,0	20 30 40	20 18 17	600 700 800
50$H8$						16 19 22,5	0,14 3,1 6,5	7 17 27	27 22 20	600 700 800
50$H9$						19 22	0,6 3,3	10 20	26 22,5	700 800
56$H6$	55,975	53,235	44		10	12 18 22	1,6 7,0 11,4	10 28 37	26 21 19	450 600 700
56$H7$						16,5 20	3,7 7,4	20 30	24 21	600 700
56$H8$						16 19	0,4 3,4	8 20	29 25	600 700
56$H9$						19 25	0,5 6,8	10 30	28 23	700 900
63$H6$	62,975	59,855	49			12,5 19 24	3,2 9,3 14,5	18 37 50	26 22 20	450 600 700
63$H7$						12 17,5 21,5	0,9 6 10	10 30 40	31 24,5 22	450 600 700
63$H8$						16,5 20 28	2,6 6 14,4	20 30 56	29 25 22	600 700 900
63$H9$						19 26,5	3 10,3	20 50	29 24	700 900
71$H6$	70,975	67,455	57	12	10,5	13 20 26	4,7 11,6 17,5	25 45 60	27 22,5 21	450 600 700
71$H7$						12,5 18 23	2,4 8,1 12,8	17 38 53	31 25 23	450 600 700
71$H8$						17 21 30	4,5 8,3 17,8	28 42 70	29 26 22,5	600 700 900
71$H9$						16 20 28	2,0 5,3 13,4	20 30 60	33 29 25	600 700 900

Продолжение табл. 11

$d_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы оправки, мм					$P_г$, МПа	$P_к$, МПа	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	D (поле допуска $h4$)	d_1 (поле допуска $H7$)	d_2 (поле допуска $H8$)	H	T					
				Поле допуска j_s14						
71H10	70,975	67,455	57	12	10,5	24	1,45	20	36	900
80H6	79,975	76,075	66			14 21,5 27,5	6,1 14,0 20,0	30 60 75	28 24 22	450 600 700
80H7						13 19 24	3,7 10,0 15,0	25 50 65	32 26 24	450 600 700
80H8						12,2 17,5 21,5	1,1 6,3 10,6	15 40 55	38 30 27	450 600 700
80H9						17 20	3,75 7,4	30 45	33,5 30	600 700
80H10						24,5	4	35	36	900
90H6	89,972	85,672	74		11,5	14 21,5 27,5	6,1 13,7 20	35 65 85	31 26 24	450 600 700
90H7						13 19 24	3,5 9,8 15	26 52 70	35 29 27	450 600 700
90H8						12 17,5 21,5	0,8 5,9 10	15 40 57	43 33,5 30	450 600 700
90H9						16,5 20	3,3 6,9	30 45	38 34	600 700
90H10						24,4	3,1	35	40,5	900
100H6	99,972	95,092	84		12	14,5 23 30,5	7,9 16,5 24,0	45 80 100	33 28 25,5	450 600 700
100H7						13,5 20,5 26	5,15 12,3 18,0	40 70 90	37 31 28	450 600 700
100H8						12,5 18 23	2,4 8,0 13	25 50 75	43 35 32	450 600 700
100H9						12 17 21	0,5 5,4 9,5	10 40 60	50 39 35	450 600 700
100H10						25	6,2	60	41	900

Обозначение. $P_г$ — давление, создаваемое в полости с гидропластмассой для центрирования и надежного закрепления заготовки; давление $P_к$ и окружная сила Q — силовые факторы, возникающие в контакте гильзы оправки с заготовкой; $2l$ — суммарная длина тонкостенного участка гильзы оправки, не вступающего в контакт с заготовкой, мм; $\rho = 4 \div 5$ мм — радиус сопряжения тонкостенного участка гильзы с буртиком.

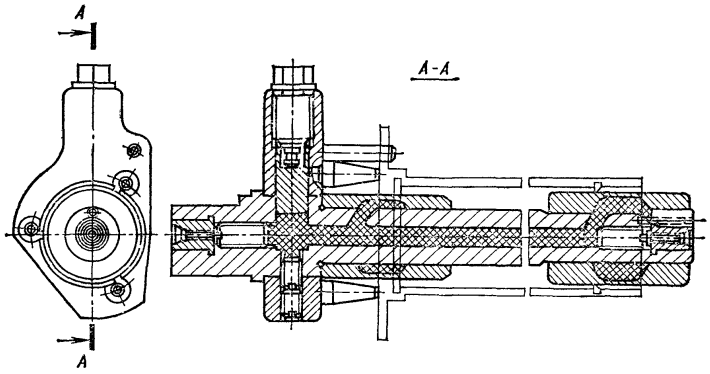


Рис. 17. Гидропластмассовое приспособление для точной обработки тонкостенной заготовки

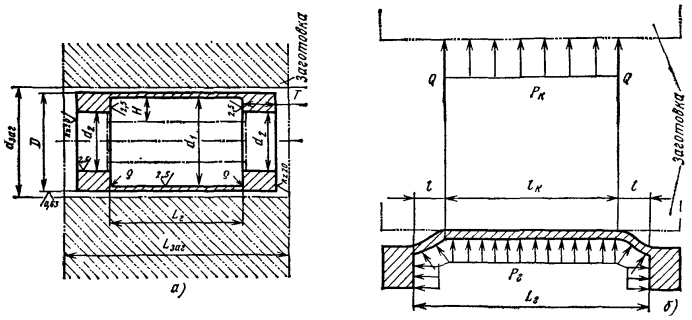


Рис. 18. Тонкостенная гильза гидропластмассовой оправки:
а — расчетная схема; *б* — эпюра силового взаимодействия с заготовкой ($l_к$ — длина контакта);

Расчеты гидропластмассовых оправок выполняют, пользуясь данными табл. 11 и рис. 18.

Методика расчета гидропластмассовых оправок (рис. 18). Исходные данные: диаметр $d_{заг}$ и длина $L_{заг}$ базы заготовки, мм; $M_{кр}$ — крутящий момент от сил резания, Н·м.

1 По известному значению $d_{заг}$ по табл. 11 находят геометрические размеры тонкостенной гильзы D, d_1, d_2, H и T, давление $P_г$ в полости с гидропластмассой (рекомендуются меньшие значения); силовые факторы $P_к$ и Q, а также размер $2l$ (при выбранном $P_г$).

2. Выбирают из конструктивных соображений длину $L_г$ тонкостенного участка гильзы оправки в пределах $L_{заг} > L_г > 2l$.

3. Вычисляют крутящий момент (Н·м), гарантированно передаваемый оправкой:

$$M_{кр.\,гар} = \pi D_{заг}^2 f [Q + 0{,}5 P_к (L_г - 2l)],$$

где $f = 0{,}16 \div 0{,}2$ — коэффициент трения.

4. Должно соблюдаться условие $M_{кр.\,гар} \geqslant K M_{кр}$, где коэффициент запаса $K \geqslant 2{,}5$.

В противном случае следует либо увеличить $L_г$ в вышеуказанных пределах, либо взять по табл. 11 большее значение $P_г$ и новые соответствующие значения $P_к$, Q и $2l$.

5. По выбранному значению $P_г$ по табл. 11 определяют наибольшее напряжение σ_{max}, возникающее в материале тонкостенной гильзы оправки, а по табл. 12 — материал этой гильзы.

12. Марки рессорно-пружинной стали *, рекомендуемые для изготовления тонкостенных гильз гидропластмассовых оправок и других пружинящих элементов патронов и оправок

Марка стали	Рекомендуется при σ_{max}, МПа	Марка стали	Рекомендуется при σ_{max}, МПа
65Г 55ГС	600	55ХГР	1200
50ХФА 50ХГФА	750	60СГР 60С2ХА	1300
55С2 60С2 55СГ2Р	900	60ХГСФ 60С2ХФА 65С2ВА	1500

* $HRC_э$ 39,5—43,5.

6. Для удобной запрессовки тонкостенной гильзы следует уменьшить номинальное значение диаметра d_2 правого буртика гильзы (и оправки) на 0,1 мм по сравнению с данными табл. 11.

7. Допуск на разностенность в поперечном сечении тонкостенного участка гильзы — не более 0,02 $(D - d_1)$, мм. Допуск радиального биения тонкостенной гильзы относительно оси вращения шпинделя станка по 2—3-й степеням точности.

8. При использовании пневмо- или гидропривода диаметр плунжера определяют по формуле

$$d_п = D_ц \sqrt{\frac{P_ц}{P_г}},$$

где $D_ц$ — диаметр цилиндра, мм; $P_ц$ — давление в цилиндре, МПа; при использовании немеханизированного привода рекомендуются $d_п = 14 \div 19$ мм.

9. Плунжер изготавливают из сталей 18ХГТ, 20ХС с глубиной цементированного слоя 1—1,2 мм, твердость $HRC_э$ 57—61. Плунжер притирают по отверстию, выдерживая диаметральный зазор в пределах 0,01 мм.

Пример. Спроектировать пневматическую гидропластмассовую оправку для обработки заготовок, база которых имеет длину $L_{заг} = 80$ мм и диаметр $d_{заг} = 63H8$. Крутящий момент от сил резания $M_{кр} = 8000$ Н·мм, коэффициент запаса $K = 2{,}5$.

1. По табл. 11 находим $D = 62{,}975h4$; $d_1 = 59{,}855H7$; $d_2 = 49H8$; $H = T = 10 j_s 14$. Принимаем $P_г = 16{,}5$ МПа. Тогда $P_к = 2{,}6$ МПа, $Q = 20$ Н/мм и $2l = 29$ мм.

2. Принимаем $L_г = 78$ мм.

3. Вычисляем $M_{кр.\,гар} = \pi 63^2 \cdot 0{,}16 [20 + 0{,}5 \cdot 2{,}6 (78 - 2 \cdot 29)] = 86\,000$ Н·мм

4. Условие $M_{кр.\,гар} \geqslant K M_{кр}$ соблюдается, так как $86\,000 > 2{,}5 \cdot 8000 = 20\,000$.

5. По табл. 11 находим $\sigma_{max} = 600$ МПа, а по табл. 12 — материал тонкостенной гильзы — сталь 65Г (или любая другая из указанных), $HRC_э$ 39,5—43,5.

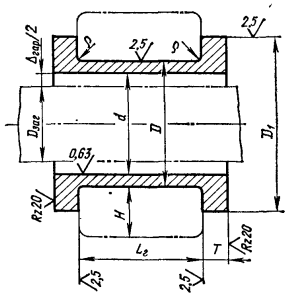
6. Диаметр правого буртика гильзы $d_2 = 48{,}9H8$.

7. Допуск на разностенность в поперечном сечении тонкостенного участка гильзы — не более 0,06 мм.

8. Принимаем $D_ц = 150$ мм и $P_ц = 0{,}4$ МПа. Тогда $d_п = 150 \sqrt{\frac{0{,}4}{16{,}5}} = 23{,}35$ мм.

Расчеты гидропластмассовых патронов выполняют, пользуясь данными табл. 13. по аналогии с расчетами оправок.

13. Данные для расчета тонкостенных гильз гидропластмассовых патронов



$D_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы патрона, мм					$P_г$	$P_к$	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	d	D	D_1 (поле допуска $H7$)	H	T	МПа				
				Поле допуска j_s14						
28h5 28h6	$28{,}025^{+0{,}021}$	$29{,}465^{+0{,}023}$	39,5	10	7,5	22,6	0,68	6,4	14,8	800
						25,7	3,8	12,7	13	900
						25,5	1	9	14	
32h5	$32{,}03^{+0{,}029}$	$33{,}67^{+0{,}029}$	43,7		8	22,5	1,9	11	16	
36h5	$36{,}03^{+0{,}029}$	$36{,}87^{+0{,}029}$	50		8,5	22,7	1,7		18	800
36h6						25,9	5	18,7	16	900
						25,6	2,8	14,4	17,2	
40h5	$40{,}3^{+0{,}029}$	$42{,}07^{+0{,}035}$	54			19,8	0,9	9	20,6	700
						23	4,1	18	18	800
						26,6	7,7	26	16,3	900
40h6						22,7	2,2	13,5	19,4	800
						26	5,5	22	17,3	900
40g6						25,5	2,4	14,8	19,5	
45h5	$45{,}03^{+0{,}029}$	$47{,}29^{+0{,}035}$	59		9	20	2,8	15,3	20,4	700
						23,5	6,3	24,6	18,2	800
						27,5	10,3	33,8	16,7	900

Продолжение табл. 13

$D_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы патрона, мм					$P_г$	$P_к$	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	d	D	D_1 (поле допуска $H7$)	H	T	МПа				
				Поле допуска $js14$						
45$h6$	$45{,}03^{+0{,}029}$	$47{,}29^{+0{,}035}$	59	10	9	19,8	1,2	10,8	22,2	700
						23	4,4	20,4	19,5	800
						26,7	8	30	17,7	900
45$g6$						22,6	1,6	13	22	800
						26	4,8	22,6	19,5	900
50$h5$	$50{,}03^{+0{,}029}$	$52{,}59^{+0{,}04}$	64,03		9,5	17	2	13,6	24	600
						20,5	5,4	24	21	700
						24,5	9,4	34,6	19	800
50$h6$						29	14	45,3	17.5	900
						17	0,6	9	26	600
						20	3,7	20	22	700
						24	7,4	30	20	800
						28	11,5	40	18,5	900
50$g6$						20	1,3	12,5	25	700
						23	4,5	23,4	22	800
50$f7$						26,7	8,2	34	20	900
						25,5	2	17,3	24,7	
56$h5$	$56{,}03^{+0{,}036}$	$58{,}89^{+0{,}05}$	72	12	10	17	1,8	14,8	26,8	600
						20,5	5,3	27	23,4	700
56$h6$						29	13,7	50	20	900
						17	0,4	9	30	600
						20	3,5	22	25	700
						28	11	45	21	900
50$g6$						20	0,9	13	26	700

Продолжение табл. 13

$D_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы патрона, мм					$P_г$	$P_к$	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	d	D	D_1 (поле допуска $H7$)	H	T	МПа				
				Поле допуска $js14$						
56$g6$	$56{,}03^{+0{,}036}$	$58{,}89^{+0{,}05}$	72	12	10	26,6	7,7	37	23	900
56$f7$						25,4	1,2	16,3	29	
63$h5$	$63{,}03^{+0{,}036}$	$66{,}31^{+0{,}05}$	80			17,5	4	25	27	600
						21	8	38	24	700
						31	17,7	66	21	900
63$h6$						17	2,7	20	29	600
						21	6,3	33	26	700
						29,5	15	61	22	900
63$g6$						17	0,5	11	34	600
						20	3,6	25	29	700
						28	11,3	52	24	900
63$f6$						26	4,6	32	29	
71$h5$	$71{,}03^{+0{,}036}$	$74{,}71^{+0{,}05}$	88		10,5	13	0,9	12	36	450
						18	6	35	28	600
						22,5	10,6	50	25	700
						33	21,5	83	22	900
71$h6$						18	4,7	30	30	600
						22	8,8	45	27	700
						31,5	15,7	77	23	900
71$g6$						17	2,5	22	33	600
						21	6	37	29	700
						29,5	15	67	25	900
71$f7$						20	0,9	16	37	700
						27	7,7	47	30	900

Продолжение табл. 13

$D_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы патрона, мм					$P_г$	$P_к$	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	d	D	D_1 (поле допуска $H7$)	H	T	МПа				
				Поле допуска $js14$						
80h5	$80{,}03^{+0{,}036}$	$84{,}13^{+0{,}05}$	98	12	11	19	8	45	29	600
						24	13	63	26,5	700
						36	25	100	23	900
80h6						18	6,6	40	31	600
						23	11	57	28	700
						34	22	94	24	900
80g6						17,5	4,3	31,7	34	600
						21,5	8	48,5	30	700
						31	18	83	26	900
80f7						27,5	10,6	62	30	
90h5	$90{,}04^{+0{,}041}$	$92{,}74^{+0{,}06}$	108		11,5	13	1,2	17	45	450
						18	6,5	46	35	600
						23	11	60	32	700
						34	22	107	28	900
90h6						13	0,2	10	50	450
						18	5	40	37	600
						22	3,3	60	34	700
						32	19,5	100	29	900
90g6						17	2,9	30	42	600
						21	6,5	49	37	700
						30	16	89	31	900
90f7						20	1,2	22	46,5	700
						27	8	62	37	900
90e8						25	0,9	25	48	

Продолжение табл. 13

$D_{заг}$, мм	Геометрические размеры тонкостенной гильзы патрона, мм					$P_г$	$P_к$	Q, Н/мм	$2l$, мм	σ_{max}, МПа
	d	D	D_1 (поле допуска $H7$)	H	T	МПа				
				Поле допуска $js14$						
100h5	$100{,}04^{+0{,}041}$	$105{,}16^{+0{,}08}$	119	12	12	13	2	25	45	450
						19	8	56	36	600
						24	13	78	33	700
						36	25	125	29	900
100h6						13	1,2	19	47	450
						18	6,7	50	38,5	600
						23	11	72	35	700
						34	22	117	30	900
100g6						17,5	4,4	40	42	600
						21,5	8	60	38	700
						31	18	105	32	900
100f7						20	2,7	35	46,5	700
						27,5	10	77	38	900
100e8						26	3	41	47	

Примечания: 1. $\rho = 4 \div 5$ мм.
2. Эпюру сил закрепления заготовки см. т. 1, с. 378.
3. См. примечания к табл. 11.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ (АЛ) И АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ (АС)

Основные требования к проектированию приспособлений. Общие требования к проектированию приспособлений в полной мере относятся и к приспособлениям автоматических линий (АЛ) и агрегатных станков (АС). Вместе с тем функциональное назначение последних, условия их эксплуатации предопределяют ряд дополнительных требований, учитываемых при проектировании:

автоматизация и стабилизация усилия закрепления обрабатываемой детали;

автоматизация и контроль стабильности базирования обрабатываемой детали;

точное базирование и надежное закрепление обрабатываемой детали в условиях многоинструментальной обработки, отличающиеся большими усилиями резания;

выбор схемы закрепления обрабатываемой детали, обеспечивающий обработку с максимального числа сторон;

компактность конструкций, обеспечивающая встройку в ограниченное пространство технологической позиции (в стационарное либо позиционирующее приспособление);

высокая степень унификации и стандартизации элементов конструкции (при значительном многообразии компоновок приспособлений);

взаимозаменяемость быстроизнашиваемых элементов конструкции (для базирования, ориентации, фиксации, направления режущего инструмента и др.);

обеспечение требуемой последовательности работы механизмов и элементов приспособления в соответствии с циклограммой работы автоматической линии;

высокая степень быстродействия;

максимальная механизация и автоматизация загрузки-разгрузки обрабатываемой детали;

возможность ввода обрабатываемой детали в приспособление и ее удаление одним и тем же прямолинейным движением (либо сочетанием двух последовательных прямолинейных движений);

гарантированное обеспечение отвода стружки с поверхностей базирования обрабатываемой детали;

высокая надежность функционирования;

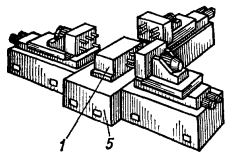
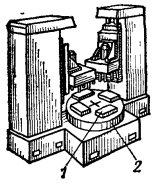
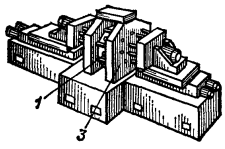
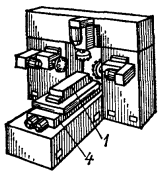
надежная смазка и защита пар трения от попадания металлической пыли и стружки;

доступность изнашиваемых элементов для осмотра и контроля. Удобство монтажа и демонтажа элементов и механизмов приспособления при эксплуатации и ремонте.

Классификация и особенности конструкций приспособлений АЛ и АС. Приспособления классифицируются в зависимости от компоновки их на АС и АЛ (табл. 1 и табл. 2), схемы транспортирования обрабатываемой детали между технологическими позициями, наличия и типа устройства для направления инструмента и др. (рис. 1).

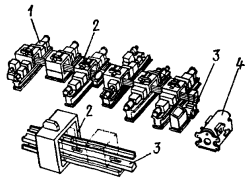
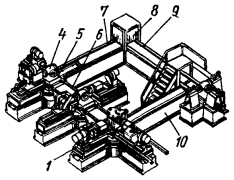
Обработка крупногабаритных заготовок, имеющих подготовленные базовые поверхности для непосредственного транспортирования их между технологическими позициями, а также ориентации и зажима, ведется в стационарных (неподвижно закрепленных на рабочей позиции) приспособлениях. Детали сложной конфигурации или выполненные из быстроизнашиваемых материалов, транспортирование, ориентация и закрепление которых вызывают определенные трудности, перемещаются

1. Компоновки приспособлений АС

Схема	Тип АС	Характеристика приспособления
	Горизонтальный многосторонний сверлильно-резьбонарезной со стационарным приспособлением	Одно- или многоместное, стационарного типа, смонтированное на станине
	Вертикальный двухколонный сверлильно-расточной с поворотным делительным столом	Многопозиционное, многоместное, с вертикальной осью поворота, смонтированное на делительном столе
	Горизонтальный двусторонний сверлильно-резьбонарезной с поворотным делительным барабаном	Многопозиционное, многоместное, с горизонтальной осью поворота, смонтированное на делительном барабане
	Комбинированный трехсторонний фрезерный с подачей обрабатываемой детали силовым столом	Одно- или многоместное, смонтированное на силовом столе

Обозначения. *1* — приспособление; *2* — поворотный делительный стол; *3* — делительный барабан; *4* — силовой стол; *5* — средняя станина.

2. Компоновки приспособлений АЛ

Схема	Тип АЛ	Характеристики приспособлений
	С непосредственным перемещением обрабатываемой детали от станка к станку	Стационарные одно- и многоместные для зажима деталей, транспортируемых вдоль линии
	С перемещением детали в приспособлении-спутнике	Подвижные приспособления-спутники одно- и многоместные для зажима деталей, которые не могут самостоятельно транспортироваться вдоль линии

Обозначения. *1* — силовые агрегаты; *2* — стационарные приспособления; *3* — транспортер деталей; *4* — обрабатываемая деталь; *5* — приспособление-спутник; *6* — транспортер приспособлений-спутников; *7, 10* — поперечный транспортер; *8* — моечная камера; *9* — возвратный транспортер.

при помощи приспособлений-спутников, сопровождающих обрабатываемую деталь на всех технологических операциях (на позициях обработки, сборки, контроля, кантования, мойки и др.).

В АС и АЛ могут применяться многопозиционные приспособления поворотного либо прямолинейного перемещения. Приспособления, смонтированные на поворотных делительных столах либо барабанах, используются в основном для обработки деталей малых и средних размеров.

Позиционирующие приспособления, смонтированные на подкатных станках прямолинейного перемещения, используются, например, для последовательной обработки групп отверстий, близкое взаимное расположение которых не позволяет разместить для одновременной обработки шпиндели с инструментальными наладками и др.

Приспособления, перемещающиеся со скоростью рабочей подачи, применяются, например, в станках, работающих по схеме продольного фрезерования.

В зависимости от компоновки АС нередко возникает потребность в перемещении приспособления в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В этом случае оно монтируется на «крестовый» стол, причем оба перемещения могут быть установочными (позиционирующими) или одно из них — рабочим.

Одним из наиболее характерных признаков, определяющих конструкцию приспособления, является схема базирования и закрепления обрабатываемой детали. Проведенный анализ позволил выделить шесть типовых схем базирования и закрепления деталей (рис. 2 схемы *I—VI*) схемы и соответствующие им принципиальные схемы приспособлений (рис. 3).

По схеме *I* (рис. 3, *а*) обрабатываемая деталь ориентируется относительно базирующей поверхности приспособления, фиксируется одним или несколькими цилиндрическими (коническими) отверстиями (выступами) по соответствующим выступам (отверстиям) приспособления, прижимается к базирующей поверхности приспособления.

По схеме *II* (рис. 3, *б*) обрабатываемая деталь фиксируется цилиндрическим (коническим) отверстием (выступом) по соответствующему выступу (впадине) приспособления, доворачивается и прижимается к базирующей поверхности приспособления, при необходимости дополнительно прижимается к установочной поверхности приспособления.

По схеме *III* (рис. 3, *в*) обрабатываемая деталь фиксируется наружными или внутренними поверхностями по соответствующим базовым опорным поверхностям приспособления, прижимается к базирующим опорным и (или) к базирующей установочной поверхности приспособления.

По схеме *IV* (рис. 3, *г*) обрабатываемая деталь фиксируется и зажимается самоцентрирующим устройством и при необходимости прижимается к базирующей установочной поверхности приспособления.

По схеме *V* (рис. 3, *д*) обрабатываемая деталь при необходимости доворачивается и прижимается к базирующей опорной поверхности и призме (устанавливается на неподвижную плоскость приспособления и прижимается к ней подвижной призмой).

По схеме *VI* (рис. 3, *е*) обрабатываемая деталь ориентируется соосными цилиндрическими или коническими отверстиями (выступами) по оправке или в центрах приспособления, при необходимости доворачивается и прижимается к базирующей опорной поверхности и зажимается на оправке или в центрах.

По схеме *VII* (на рис. 3 не пока-

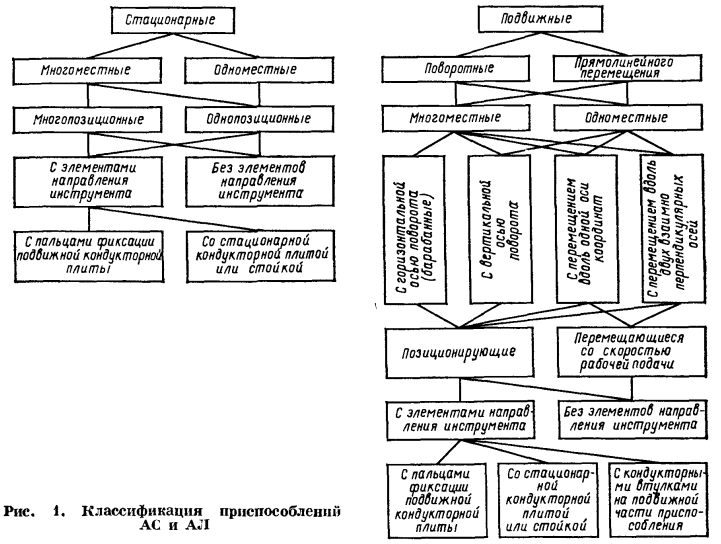


Рис. 1. Классификация приспособлений АС и АЛ

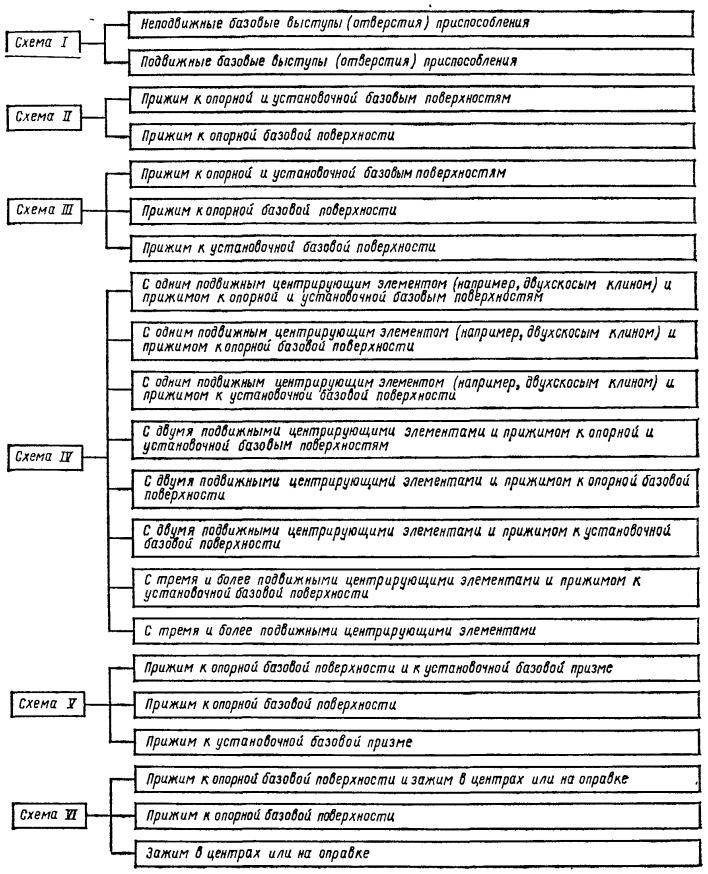


Рис. 2. Конструктивные разновидности схем базирования и закрепления деталей в приспособлениях

заны) базируются детали со сложной конфигурацией базовых поверхностей, а также с комбинированными способами установки в приспособлениях.

Приспособления АС и АЛ классифицируются также по группам в зависимости от расположения базирующей установочной поверхности в пространстве:

I группа — установочная поверхность приспособления находится под обрабатываемой деталью и расположена горизонтально или под углом 45° к горизонту;

II группа — установочная поверхность приспособления находится над обрабатываемой деталью под углом до —45° к горизонту;

III группа — установочная поверхность приспособления расположена под углом 45—90°.

Для многопозиционных приспособлений барабанного типа за основу при анализе расположения установочной поверхности в пространстве берется позиция загрузки детали.

Для надежного закрепления обрабатываемой детали в приспособлениях АС и АЛ применяются специальные механизмы с самотормозящимися парами винт—гайка и электролибо гидромеханическим приводом от специального зажимного устройства — электро- или гидромеханического ключа (схемы этих устройств приведены на рис. 4), а также механизмы с самотормозящимися клиновыми передачами с приводом от гидро- или пневмоцилиндров (рис. 5).

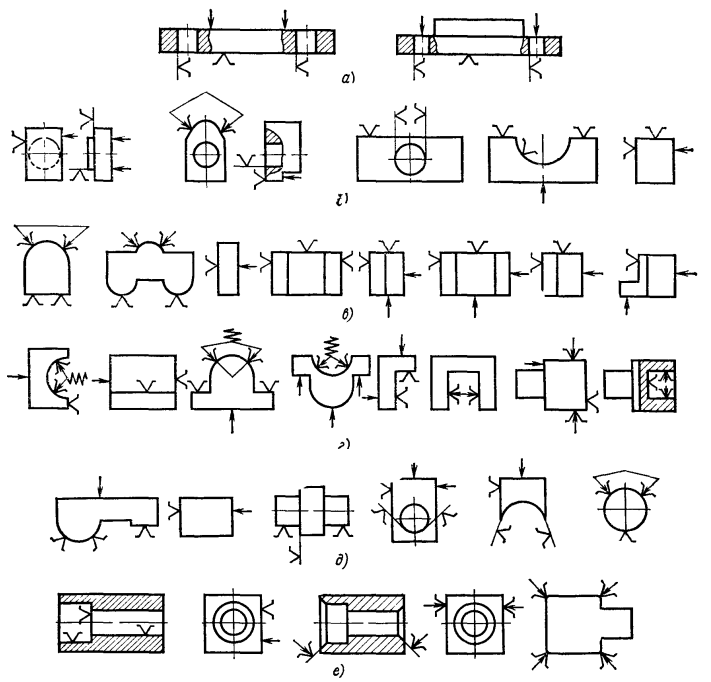


Рис. 3. Схемы установки обрабатываемых деталей в приспособлениях АС и АЛ

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Элементы базирования деталей в приспособлениях. Характерной особенностью приспособлений АС и АЛ является автоматизация процессов

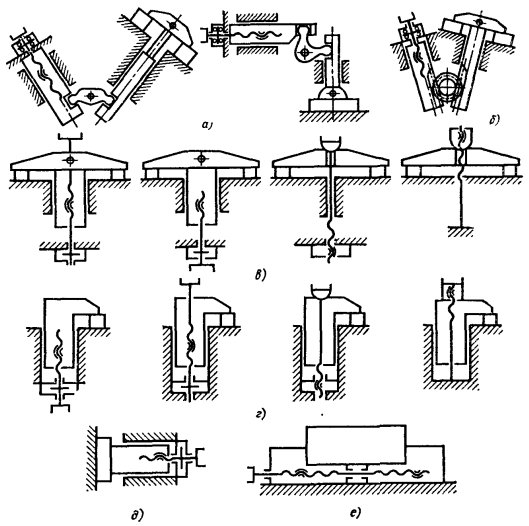


Рис. 4. Схемы зажимных устройств приспособлений с приводом от электро- или гидромеханического ключа:

а — зажим с рычажной передачей; *б* — зажим с зубчато-реечной передачей; *в* — прихват поворотный с приводом посередине; *г* — прихват Г-образный; *д* — тиски; *е* — тиски самоцентрирующие

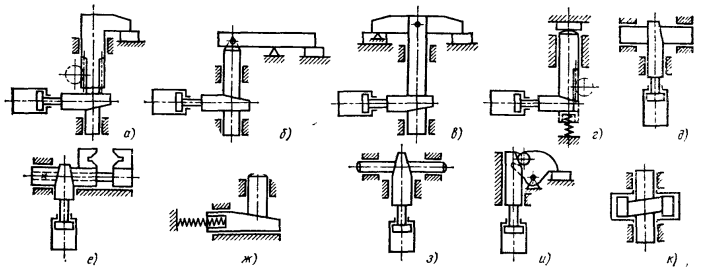


Рис. 5. Схемы гидравлических и пневматических зажимных устройств приспособлений с усиливающей или самотормозящей передачей:

а — зажим Г-образный; *б* — прихват поворотный с односторонним приводом; *в* — прихват поворотный с приводом посередине; *г* — зажим с увеличенным ходом исполнительного органа; *д* — ползун центрирующий; *е* — тиски самоцентрирующие; *ж* — опора подводимая; *з* — зажим самоцентрирующий трехкулачковый; *и* — зажим с поворотным убирающимся прихватом; *к* — зажим плунжерно-клиновой

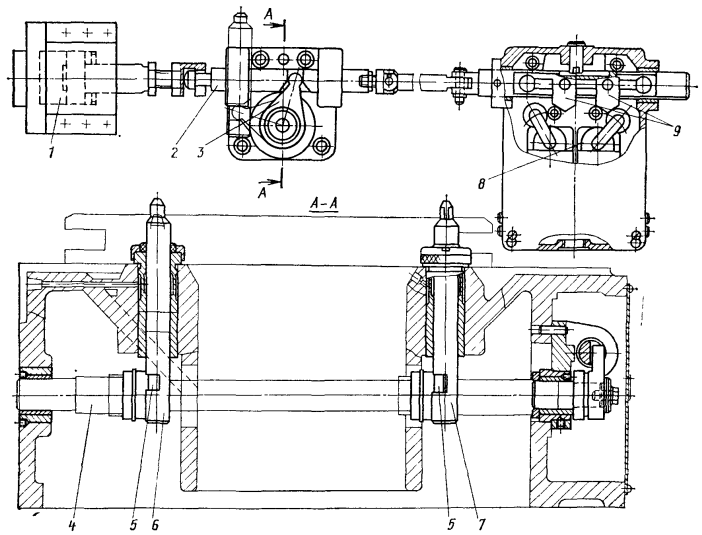


Рис. 6. Схема фиксации детали выдвижными пальцами:

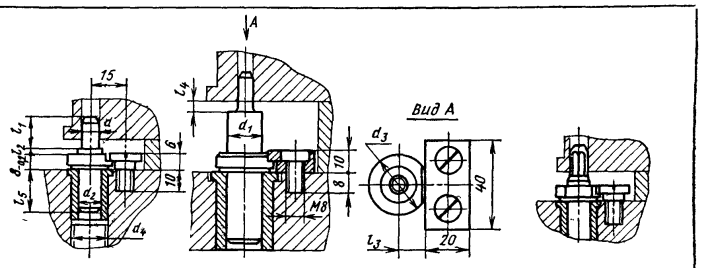
1 — гидроцилиндр; *2* — тяга, *3* — поворотный рычаг; *4* — приводной вал; *5* — поворотный рычаг выдвижения пальца; *6* и *7* — фиксирующие пальцы; *8* — путевой выключатель; *9* — кулачок упоров управления

установки обрабатываемых деталей с одновременным контролем этих функций. Типовые схемы установки деталей, а также используемые для этого элементы конструкций приспособлений приведены выше.

Базирующие элементы приспособлений, являющиеся узлами интенсивной и длительной эксплуатации, должны обладать высокими жесткостью и износостойкостью. Для базы корпусных деталей (типа блока цилиндров, головки блока, корпуса редуктора и др.) применяются следующие схемы установки: на три взаимно перпендикулярные плоскости; на две взаимно перпендикулярные плоскости и одно отверстие; на одну плоскость и два отверстия; на одну плоскость и три отверстия. Наиболее распространена схема установки на плоскость и два отверстия, для чего в приспособлении предусмотрены базовые планки и установочные пальцы (цилиндрический и ромбический). Установочные пальцы могут быть неподвижными (табл. 3—4) — преимущественно для деталей с массой 3—5 кг, либо выдвижными (рис. 6, табл. 5).

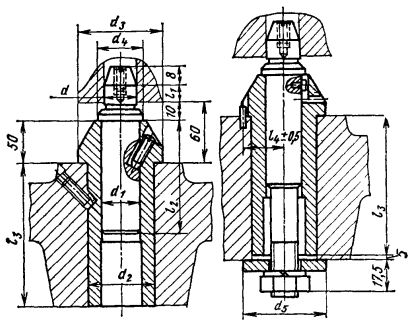
Применение выдвижных пальцев несколько усложняет конструкцию приспособления, снижает точность фиксации (проявляется влияние зазоров в сопряжении палец — направляющая втулка), но упрощает схему транспортирования детали в АЛ (прямолинейное перемещение без подъема и опускания) либо в АС (с автоматической загрузкой). Выдвижные пальцы предпочтительней при окончательном базировании массивных деталей (предварительная ориентация ведется по неподвижным либо регулируемым упорам). Применяются конструкции составных фиксаторов с резьбовым соединением быстроизнашиваемой верхней части

3. Пальцы установочные неподвижные (размеры, мм)



d	d_1	d_2	d_3	d_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
4—6	10	10	20	16	12	0, 2, 6, 13	—	4	20
Св. 6 до 9					15				
7—11	16	16	28	25	16	0, 4, 11, 18, 22	11	4	32
Св. 11 до 16					20				
14—17	22	20	30	30	22	0, 10, 17, 21, 30	12	5	38
Св. 17 до 22					26			6	

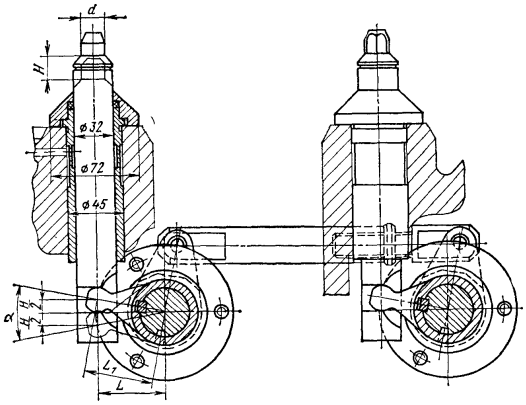
4. Пальцы установочные неподвижные (размеры, мм)



d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	l_2	l_3	l_4
8—14	25	40	50	30	52	75	110	24
Св. 14 до 20	32	50	60	38	62	100	135	29
Св. 20 до 30	40	60	72	45	72	120	160	35

Примечание. $l_1 = 0{,}4 \div 0{,}5d$.

5. Пальцы установочные выдвижные (размеры, мм)



d	H	L	L_1	α, °
Назначается в зависимости от базовых отверстий в заготовке	20; 25; 30	55	56	20, 25, 31
		70	71	16, 20, 25
		90	91	12°40′, 16, 20

с нижней, устанавливаемой во втулку. Недостатком такой конструкции является повышенное биение рабочей поверхности пальца относительно направляющей.

При базировании заготовок на неподвижных пальцах, расположенных сверху, предусматриваются элементы съема (подпружиненные плунжера и др.), отводящие деталь от базирующей поверхности после снятия усилий зажима. При этом необходим контроль предельных положений (посадки и съема с пальцев) детали.

Расчет конструктивных параметров установочных пальцев. Выбор характера сопряжения пальца с отверстием в заготовке и поля допуска на размер между осями отверстий определяются условиями надежной фиксации детали в сочетании с высокой точностью базирования. Причем фиксирующие элементы приспособлений должны выбираться так, чтобы отсутствовало защемление обрабатываемой заготовки при ее нагреве, перекосе при снятии с баз и т. д. Этим требованиям удовлетворяют комбинированные посадки: базовые отверстия в заготовках целесообразно выполнять с полем допуска *G7* в системе вала (это обеспечивает увеличение минимального гарантированного зазора, уменьшает разбивку отверстий при последовательном базировании детали на разных технологических позициях). При этом расчетной посадкой обеспечивается достаточный минимальный зазор (5—10 мкм) в сопряжении пальца с отверстием.

Надежность фиксации заготовки в рабочей позиции определяется величиной несовпадения осей базовых

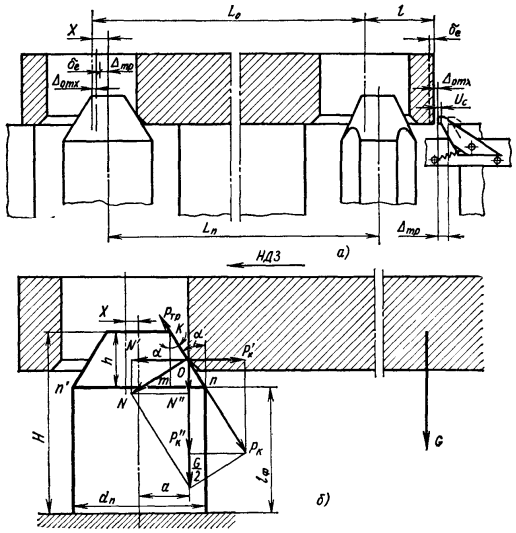


Рис. 7. Фиксация заготовки в рабочей позиции:
а — схема определения несовпадения осей базовых отверстий и установочных пальцев; *б* — схема действия сил на установочный палец при несовпадении осей (*НДЗ* — направление движения заготовки)

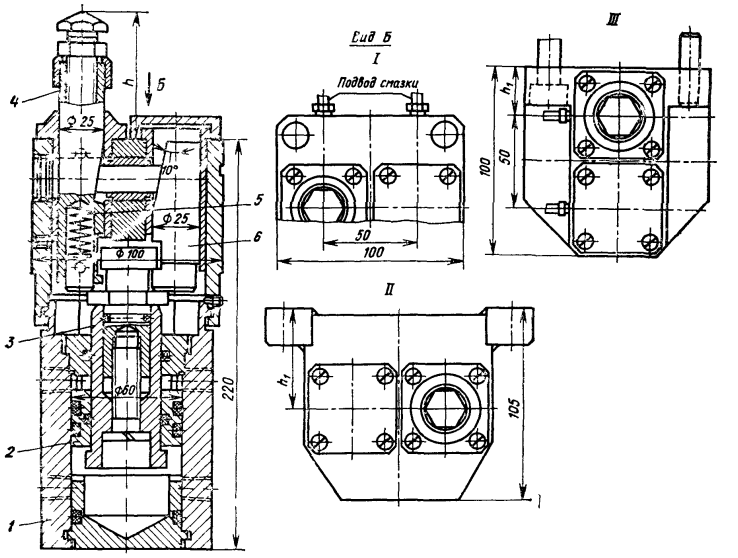


Рис. 8. Самоустанавливающаяся опора с гидроприводом

отверстий с осями фиксирующих пальцев (рис. 7):

$$x = \sqrt{\Delta_{тр}^2 + \Delta_{отх}^2 + \Delta_{мр}^2 + \delta_l^2 + u_c^2},$$

где $\Delta_{тр}$ — погрешность позиционирования транспортера, перемещающего заготовку; $\Delta_{отх}$ — возможная величина отхода (отскока) заготовки от транспортных элементов (собачек, штырей, упоров и др.); для транспортера с собачками $\Delta_{отх} = v^2/2fg$, где v — скорость транспортера, м/мин; f — коэффициент трения скольжения между заготовкой и опорными планками; g — ускорение свободного падения; $\Delta_{мр}$ — наибольшая разность размеров между осями базовых отверстий в заготовке и пальцами; δ_l — поле допуска на размер l (от оси базового отверстия до контура заготовки); u_c — величина износа транспортных элементов (собачек и др.). Надежность фиксации зависит также от правильного выбора угла α заходного конуса пальца. Расчетная схема для определения α приведена на рис. 7.

В предположении, что на каждый фиксирующий палец действует половина силы тяжести заготовки $G/2$, можно записать:

$$\bar{G}/2 = \bar{N} + \bar{P}_к;\ \bar{N} = \bar{N}' + \bar{N}'';$$

$$\bar{P}_к = P'_к + \bar{P}''_к;$$

$$|\bar{N}'| = |P'_к|;\quad N'' + P''_к = G/2.$$

Условие фиксации: $x < h \operatorname{tg} \alpha$, где h — высота заходного конуса ($h = 0{,}3 \div 0{,}5\ H$). Скольжение заготовки по образующей конуса происходит под действием силы $P_к = 1/2G \cos \alpha$, и силы трения $P_{тр} = 1/2G\mu \sin \alpha$ (μ — коэффициент трения, равный 0,15—0,2). Чем меньше α, тем благоприятней условия фиксации, однако при этом уменьшается отрезок $mn = h \operatorname{tg} \alpha$ и возрастает вероятность отказа при фиксации.

Необходимо учесть смещение заготовки перпендикулярно к направлению загрузки в приспособление (направлению транспортирования). Оно зависит от бокового зазора между заготовкой и направляющими планками приспособления. Условие фиксации при этом

$$(B - b)/2 < h \operatorname{tg} \alpha,$$

где B и b — соответственно размер между направляющими планками и ширина заготовки; $\operatorname{tg} \alpha = [(B - b)K]/2h$; K — коэффициент, равный 1,1—1,4.

Из полученных двух значений α (в функции от «x» и «$B-b$») принимают большее значение (обычно α — в пределах 30°).

Точность фиксации зависит от выбранной схемы расположения базовых отверстий. Диагональное расположение элементов базирования обеспечивает между ними наибольшее межосевое расстояние и, как следствие, наименьшие погрешности. Однако при этом усложняются конструкция механизма фиксации, обработка и контроль базовых отверстий в заготовке и корпусе приспособления при его изготовлении (под пальцы). Тем самым не всегда обеспечивается ощутимое преимущество в точности.

Самоустанавливающиеся и подводимые опоры. Для дополнительной установки деталей сложной конфигурации и повышения их жесткости при обработке в приспособлениях применяют самоустанавливающиеся и подводимые опоры.

На рис. 8 показана самоустанавливающаяся опора с гидроприводом. При подаче масла в бесштоковую полость гидроцилиндра *1* поршень *2* со штоком *3* перемещается вверх. После соприкосновения опоры *4* с за-

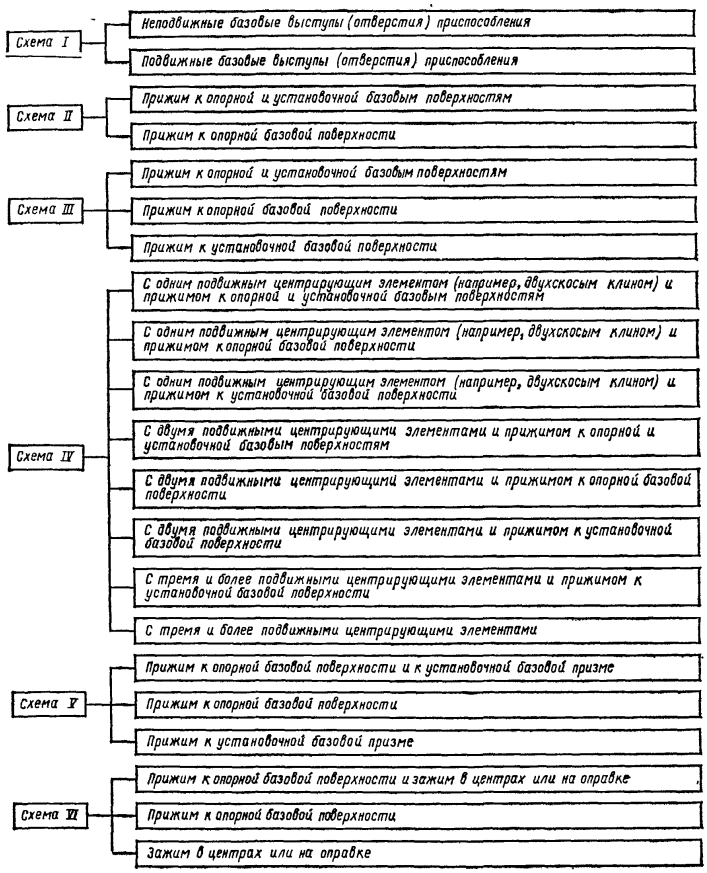


Рис. 2. Конструктивные разновидности схем базирования и закрепления деталей в приспособлениях

заны) базируются детали со сложной конфигурацией базовых поверхностей, а также с комбинированными способами установки в приспособлениях.

Приспособления АС и АЛ классифицируются также по группам в зависимости от расположения базирующей установочной поверхности в пространстве:

I группа — установочная поверхность приспособления находится под обрабатываемой деталью и расположена горизонтально или под углом 45° к горизонту;

II группа — установочная поверхность приспособления находится над обрабатываемой деталью под углом до —45° к горизонту;

III группа — установочная поверхность приспособления расположена под углом 45—90°.

Для многопозиционных приспособлений барабанного типа за основу при анализе расположения установочной поверхности в пространстве берется позиция загрузки детали.

Для надежного закрепления обрабатываемой детали в приспособлениях АС и АЛ применяются специальные механизмы с самотормозящимися парами винт—гайка и электролибо гидромеханическим приводом от специального зажимного устройства — электро- или гидромеханического ключа (схемы этих устройств приведены на рис. 4), а также механизмы с самотормозящимися клиновыми передачами с приводом от гидро- или пневмоцилиндров (рис. 5).

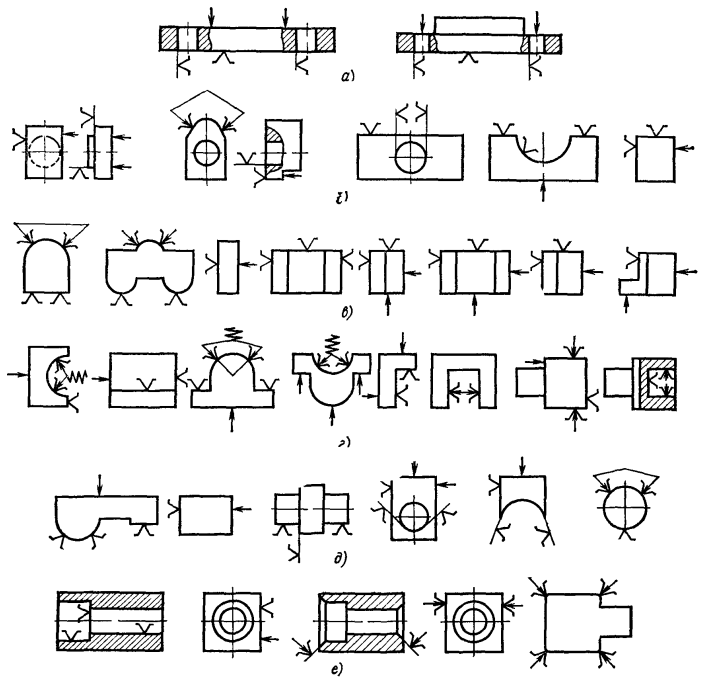


Рис. 3. Схемы установки обрабатываемых деталей в приспособлениях АС и АЛ

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Элементы базирования деталей в приспособлениях. Характерной особенностью приспособлений АС и АЛ является автоматизация процессов

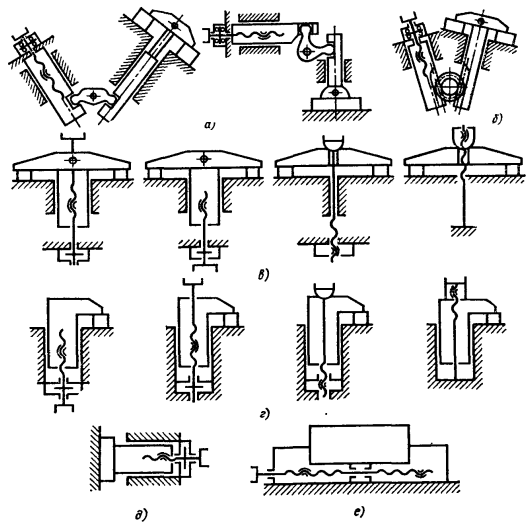


Рис. 4. Схемы зажимных устройств приспособлений с приводом от электро- или гидромеханического ключа:

а — зажим с рычажной передачей; *б* — зажим с зубчато-реечной передачей, *в* — прихват поворотный с приводом посередине; *г* — прихват Г-образный, *д* — тиски, *е* — тиски самоцентрирующие

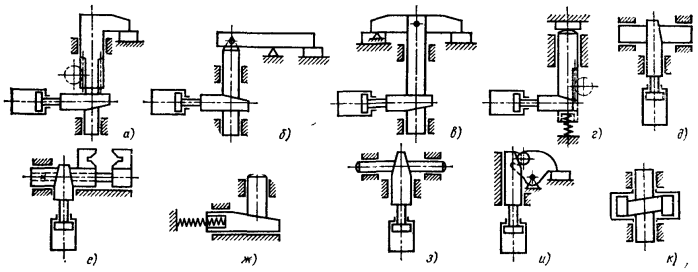


Рис. 5. Схемы гидравлических и пневматических зажимных устройств приспособлений с усиливающей или самотормозящей передачей:

а — зажим Г-образный; *б* — прихват поворотный с односторонним приводом; *в* — прихват поворотный с приводом посередине; *г* — зажим с увеличенным ходом исполнительного органа; *д* — ползун центрирующий; *е* — тиски самоцентрирующие; *ж* — опора подводимая; *з* — зажим самоцентрирующий трехкулачковый; *и* — зажим с поворотным убирающимся прихватом; *к* — зажим плунжерно-клиновой

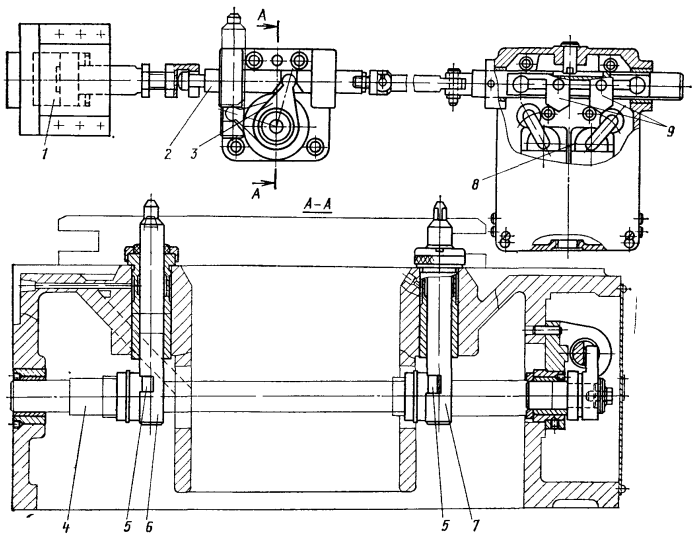


Рис. 6. Схема фиксации детали выдвижными пальцами:

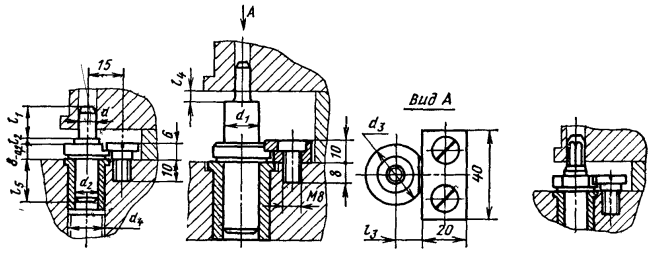
1 — гидроцилиндр; *2* — тяга; *3* — поворотный рычаг, *4* — приводной вал; *5* — поворотный рычаг выдвижения пальца; *6* и *7* — фиксирующие пальцы; *8* — путевой выключатель; *9* — кулачок упоров управления

установки обрабатываемых деталей с одновременным контролем этих функций. Типовые схемы установки деталей, а также используемые для этого элементы конструкций приспособлений приведены выше.

Базирующие элементы приспособлений, являющиеся узлами интенсивной и длительной эксплуатации, должны обладать высокими жесткостью и износостойкостью. Для базы корпусных деталей (типа блока цилиндров, головки блока, корпуса редуктора и др.) применяются следующие схемы установки: на три взаимно перпендикулярные плоскости; на две взаимно перпендикулярные плоскости и одно отверстие; на одну плоскость и два отверстия; на одну плоскость и три отверстия. Наиболее распространена схема установки на плоскость и два отверстия, для чего в приспособлении предусмотрены базовые планки и установочные пальцы (цилиндрический и ромбический). Установочные пальцы могут быть неподвижными (табл. 3—4) — преимущественно для деталей с массой 3—5 кг, либо выдвижными (рис. 6, табл. 5).

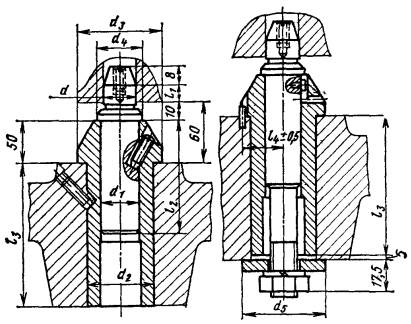
Применение выдвижных пальцев несколько усложняет конструкцию приспособления, снижает точность фиксации (проявляется влияние зазоров в сопряжении палец — направляющая втулка), но упрощает схему транспортирования детали в АЛ (прямолинейное перемещение без подъема и опускания) либо в АС (с автоматической загрузкой). Выдвижные пальцы предпочтительней при окончательном базировании массивных деталей (предварительная ориентация ведется по неподвижным либо регулируемым упорам). Применяются конструкции составных фиксаторов с резьбовым соединением быстроизнашиваемой верхней части

3. Пальцы установочные неподвижные (размеры, мм)



d	d_1	d_2	d_3	d_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
4—6	10	10	20	16	12	0, 2, 6, 13	—	4	20
Св. 6 до 9					15				
7—11	16	16	28	25	16	0, 4, 11, 18, 22	11	4	32
Св. 11 до 16					20				
14—17	22	20	30	30	22	0, 10, 17, 21, 30	12	5	38
Св. 17 до 22					26			6	

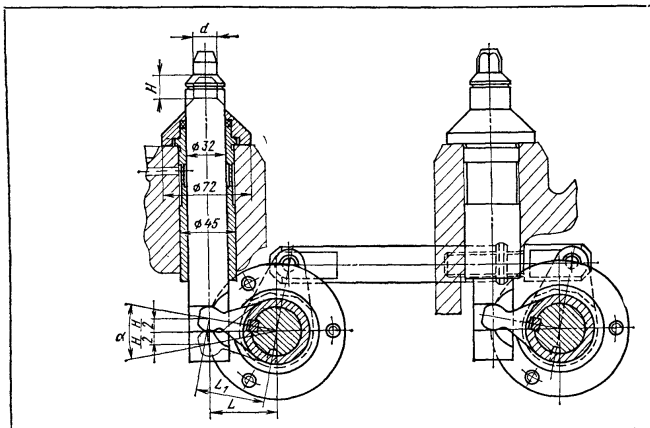
4. Пальцы установочные неподвижные (размеры, мм)



d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	l_2	l_3	l_4
8—14	25	40	50	30	52	75	110	24
Св. 14 до 20	32	50	60	38	62	100	135	29
Св. 20 до 30	40	60	72	45	72	120	160	35

Примечание. $l_1 = 0{,}4 \div 0{,}5d$.

5. Пальцы установочные выдвижные (размеры, мм)



d	H	L	L_1	α, °
Назначается в зависимости от базовых отверстий в заготовке	20, 25; 30	55	56	20, 25, 31
		70	71	16, 20, 25
		90	91	12°40′, 16, 20

с нижней, устанавливаемой во втулку. Недостатком такой конструкции является повышенное биение рабочей поверхности пальца относительно направляющей.

При базировании заготовок на неподвижных пальцах, расположенных сверху, предусматриваются элементы съема (подпружиненные плунжера и др.), отводящие деталь от базирующей поверхности после снятия усилий зажима. При этом необходим контроль предельных положений (посадки и съема с пальцев) детали.

Расчет конструктивных параметров установочных пальцев. Выбор характера сопряжения пальца с отверстием в заготовке и поля допуска на размер между осями отверстий определяются условиями надежной фиксации детали в сочетании с высокой точностью базирования. Причем фиксирующие элементы приспособлении должны выбираться так, чтобы отсутствовало защемление обрабатываемой заготовки при ее нагреве, перекосе при снятии с баз и т. д. Этим требованиям удовлетворяют комбинированные посадки: базовые отверстия в заготовках целесообразно выполнять с полем допуска $G7$ в системе вала (это обеспечивает увеличение минимального гарантированного зазора, уменьшает разбивку отверстий при последовательном базировании детали на разных технологических позициях). При этом расчетной посадкой обеспечивается достаточный минимальный зазор (5—10 мкм) в сопряжении пальца с отверстием.

Надежность фиксации заготовки в рабочей позиции определяется величиной несовпадения осей базовых

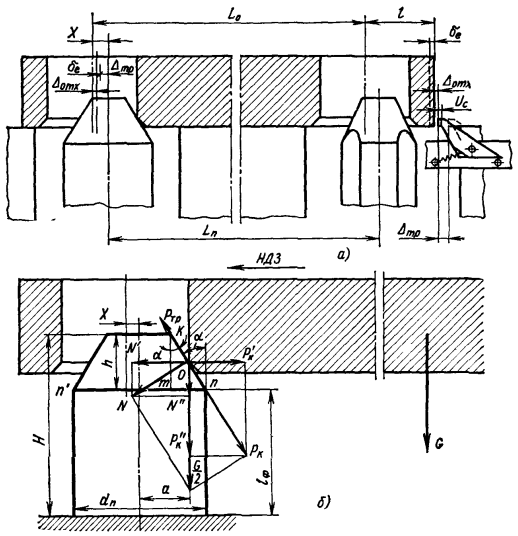


Рис. 7. Фиксация заготовки в рабочей позиции:
а — схема определения несовпадения осей базовых отверстий и установочных пальцев; *б* — схема действия сил на установочный палец при несовпадении осей (*НДЗ* — направление движения заготовки)

отверстий с осями фиксирующих пальцев (рис. 7):

$$x=\sqrt{\Delta_{тр}^2+\Delta_{отх}^2+\Delta_{мр}^2+\delta_l^2+u_c^2},$$

где $\Delta_{тр}$ — погрешность позиционирования транспортера, перемещающего заготовку; $\Delta_{отх}$ — возможная величина отхода (отскока) заготовки от транспортных элементов (собачек, штырей, упоров и др.); для транспортера с собачками $\Delta_{отх} = v^2/2fg$, где v — скорость транспортера, м/мин; f — коэффициент трения скольжения между заготовкой и опорными планками; g — ускорение свободного падения; $\Delta_{мр}$ — наибольшая разность размеров между осями базовых отверстий в заготовке и пальцами; δ_l — поле допуска на размер l (от оси базового отверстия до контура заготовки); u_c — величина износа транспортных элементов (собачек и др.). Надежность фиксации зависит также от правильного выбора угла α заходного конуса пальца. Расчетная схема для определения α приведена на рис. 7.

В предположении, что на каждый фиксирующий палец действует половина силы тяжести заготовки $G/2$, можно записать:

$$\bar{G}/2=\bar{N}+\bar{P}_к;\ \bar{N}=\bar{N}'+\bar{N}'';$$

$$\bar{P}_к=P'_к+\bar{P}''_к;$$

$$|\bar{N}'|=|P'_к|;\quad N''+P''_к=G/2.$$

Условие фиксации: $x < h\,\mathrm{tg}\,\alpha$, где h — высота заходного конуса ($h = 0{,}3 \div 0{,}5\ H$). Скольжение заготовки по образующей конуса происходит под действием силы $P_к = 1/2G\cos\alpha$, и силы трения $P_{тр} = 1/2G\mu\sin\alpha$ (μ — коэффициент трения, равный 0,15—0,2). Чем меньше α, тем благоприятней условия фиксации, однако при этом уменьшается отрезок $mn = h\,\mathrm{tg}\,\alpha$ и возрастает вероятность отказа при фиксации.

Необходимо учесть смещение заготовки перпендикулярно к направлению загрузки в приспособление (направлению транспортирования). Оно зависит от бокового зазора между заготовкой и направляющими планками приспособления. Условие фиксации при этом

$$(B-b)/2 < h\,\mathrm{tg}\,\alpha,$$

где B и b — соответственно размер между направляющими планками и ширина заготовки; $\mathrm{tg}\,\alpha = [(B-b)K]/2h$; K — коэффициент, равный 1,1—1,4.

Из полученных двух значений α (в функции от «x» и «$B-b$») принимают большее значение (обычно α — в пределах 30°).

Точность фиксации зависит от выбранной схемы расположения базовых отверстий. Диагональное расположение элементов базирования обеспечивает между ними наибольшее межосевое расстояние и, как следствие, наименьшие погрешности. Однако при этом усложняются конструкция механизма фиксации, обработка и контроль базовых отверстий в заготовке и корпусе приспособления при его изготовлении (под пальцы). Тем самым не всегда обеспечивается ощутимое преимущество в точности.

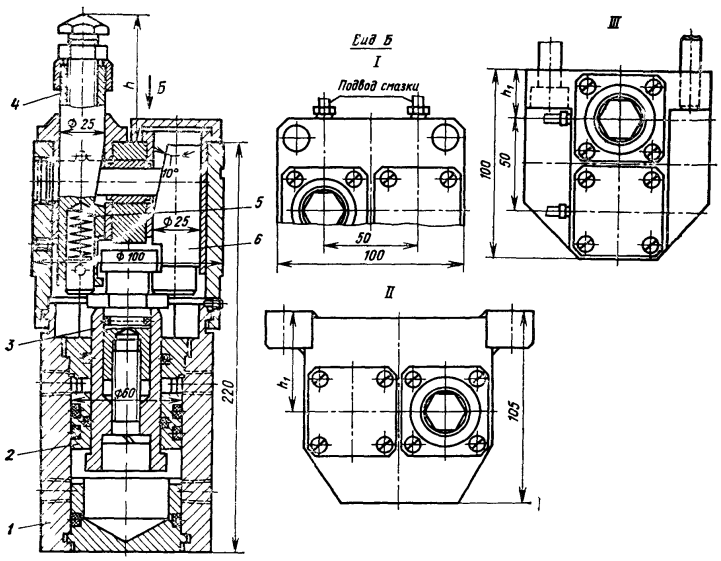


Рис. 8. Самоустанавливающаяся опора с гидроприводом

Самоустанавливающиеся и подводимые опоры. Для дополнительной установки деталей сложной конфигурации и повышения их жесткости при обработке в приспособлениях применяют самоустанавливающиеся и подводимые опоры.

На рис. 8 показана самоустанавливающаяся опора с гидроприводом. При подаче масла в бесштоковую полость гидроцилиндра *1* поршень *2* со штоком *3* перемещается **вверх.** После соприкосновения опоры *4* с за-

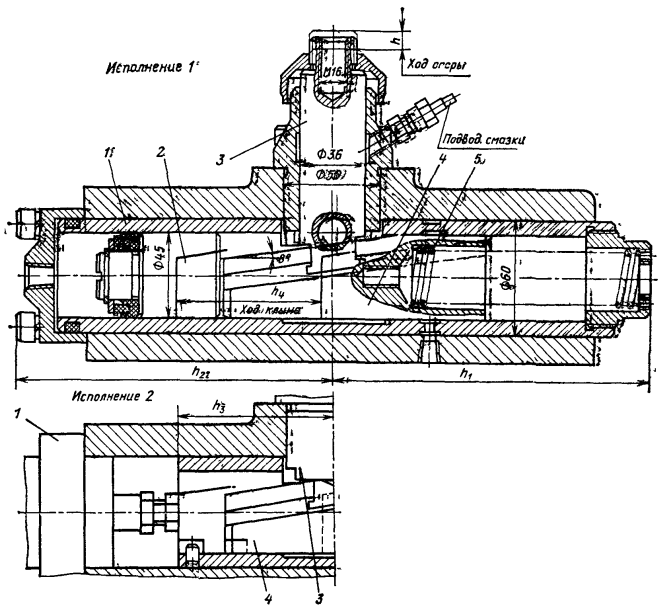


Рис. 9. Подводимая опора со встроенным (*1*) и вынесенным (*2*) приводом отвода опоры:
1 — гидроцилиндр, *2* — плунжер; *3* — опора; *4* — клин; *5* — пружина

6. Параметры самоустанавливающихся опор

Исполнение опоры	Обозначение схемы на рис. 8	h_3, мм	h_1, мм	Усилие, действующее на заготовку, Н	Общий ход опоры, мм
С фланцем	*I*	Определяется конструктивно	—	180—190	13
На лапах	*II*		55		
	III		25 75		

готовкой и ее остановки пружина *5* сжимается. Дальнейшее перемещение штока фиксирует положение подведенной опоры через клин *6*. Отвод опоры от детали после окончания обработки достигается подачей масла в штоковую полость гидроцилиндра и последующим динамическим воздействием поршня на шток.

Основные параметры самоустанавливающихся опор приведенной конструкции указаны в табл. 6.

7. Параметры подводимых опор
(размеры, мм)

Исполнение (см. рис. 9)	Силы, действующие на заготовку Н	h	h_1	h_2	h_3	h_4
1	420—500 770—930	10	172 226	170	—	78
	420—500 730—810	6	147 201	141		49
2	420—500 770—930	10	172 226	—	99	78
	420—500 730—810	6	147 201		70	49

Самоустанавливающиеся опоры применяют, если суммарное усилие закрепления и сил резания не превышает 10000 Н. При больших усилиях применяются подводимые, более жесткие опоры (рис. 9). Они могут выполняться со встроенным (исполнение *1*) либо вынесенным (исполнение *2*) приводом отвода опоры от детали.

Основные параметры подводимых опор приведены в табл. 7.

Схема зажима детали с применением автоматически подводимой опоры приведена на рис. 10. Опора включает подпружиненный ползун *7* с базовым платиком *2*, на который опирается обрабатываемая деталь *1*, горизонтальный толкатель *6*, приводимый в действие гидроцилиндром *5*, промежуточный ползун *4* и блокирующий стержень *3*. При отводе толкателя *6* вправо подпружиненный ползун *7* поджимает базовый платик *2* к нижней поверхности детали *1*, зажатой поворотными прихватами *8*. Толкатель через ползун *4* передает движение стержню *3*, фиксирующему положение ползуна *7*. Усилие резания, возникающее при обработке, замыкается на клиновом скосе толкателя *6*.

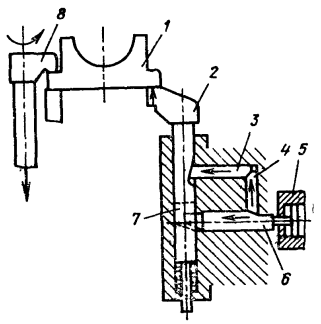


Рис. 10. Схема зажима детали с применением автоматически подводимой опоры

По окончании обработки гидроцилиндр перемещает толкатель влево, отводя (через клиновую передачу) ползун *7* вниз и одновременно освобождая подклинивающую цепь: ползун *4* — стержень *3*.

Подводимые опоры широко используются для повышения жесткости системы СПИД при выполнении фрезерных и других технологических операций в АС и АЛ.

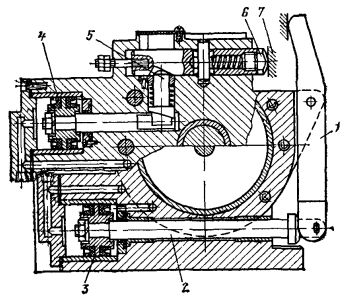
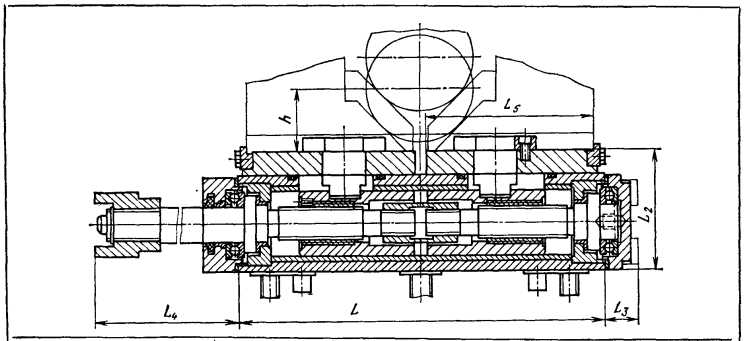


Рис. 11. Сблокированное пневматическое поджимное устройство с запирающейся подводимой опорой

Поджим детали с помощью пневматической подводимой запирающейся опоры представлен на рис. 11. Шарнирно закрепленная планка-прихват *1* соединена со штоком *2* пневмоцилиндра *3*, сблокированного в одном корпусе с узлом подводимой опоры *6*. Опора запирается плунжером *5*, подклиниваемым штоком пневмоцилиндра *4*. Последовательность подвода и

8. Самоцентрирующие тиски (размеры, мм)



Типоразмер тисков	L	L_1 (ширина тисков)	L_2	L_3	L_4	L_5
1	350	180	112	35	125, 160 200, 250	165
2	440	220	140	53		210

запирания опоры *6* и поджима обрабатываемой детали *7* обеспечивается предусмотренным в пневмосхеме реле давления. Воздух вначале поступает в пневмоцилиндр *4* — происходит подвод и запирание опоры *6*. Последующий рост давления в этом цилиндре вызывает срабатывание реле, плунжер которого, смещаясь, направляет воздух в пневмоцилиндр *3*, управляющий зажимом детали.

9. Усилие зажима деталей в самоцентрирующих тисках

h, мм (см. табл. 8)	Усилие зажима P, Н		Крутящий момент $M_{кр}$, Н · м	
	Тип электродвигателя			
	ДПТ-21-4	ДПТ-22-4	ДПТ-21-4	ДПТ-22-4
25	25 500	39 000	198	274
100	21 500	30 500	182	257
160	18 000	25 000	172	238

В ряде приспособлений совмещают центрирование и зажим обрабатываемой детали. Для этих целей применяют, например, самоцентрирующие тиски (табл. 8). Усилия зажима деталей в тисках, приводимых в действие электромеханическим ключом, приведены в табл. 9.

Базами обрабатываемых деталей могут быть опорные платики, планки, призмы, подробно описанные в гл. 1, т. 1.

Для повышения точности баз деталей при выполнении конечных операций используют ряд специальных методов. Например, в некоторых конструкциях блока цилиндров расположение плоскости под головку блока, отверстий под гильзы цилиндров задано относительно общей оси отверстий под коленчатый вал с высокой точностью. Обычная схема базирования блока по нижней плоскости и двум отверстиям в этом случае непригодна. Поэтому базирование блока осуществляется с помощью двух разжимных оправок (рис. 12), вводимых в крайние отверстия под коленвал, и срезанного фиксатора, вводимого

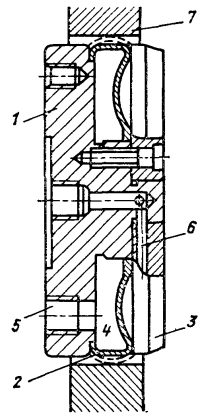


Рис. 12. Разжимная оправка для базирования блоков цилиндров по отверстиям под коленчатый вал

в отверстие под распределительный вал. Разжимная оправка состоит из корпуса *1*, диафрагмы *2* и кольца *3* с заходным конусом (15°) для обеспечения установки детали *7* на оправку. Радиальные отверстия *6* в кольце предназначены для подвода сжатого воздуха и очистки базового отверстия детали от металлической пыли и стружки. Диафрагма *2* приварена к корпусу *1*. Разжим диафрагмы осуществляется подачей масла в полость *4* через отверстие *5*.

Приведенная конструкция оправки позволяет выбирать зазор в сопряжении с базируемой деталью в пределах 35—80 мкм.

Типовые схемы закрепления деталей. Расчет деформаций обрабатываемых деталей и деталей приспособлений АС и АЛ от усилий закрепления во многих случаях невозможен ввиду сложности их формы и многообразия конструктивно-технологических компоновок. Поэтому деформации определяются экспериментально либо путем сравнения с аналогичными конструкциями, находящимися в эксплуатации.

Типовые схемы установки корпусных деталей в приспособлениях (на примере блока цилиндров) приведены в табл. 10. Примеры типовых устройств для закрепления в приспособлениях корпусных деталей, планок, рычагов небольших размеров приведены в табл. 11.

Унифицированные элементы гидро- и электромеханических устройств зажима в приспособлениях приведены на рис. 13—14.

Унифицированный элемент гидромеханического устройства зажима (рис. 13) встраивается под любым углом в пространстве в корпус практически любого приспособления.

Устройство предназначено для зажима обрабатываемой детали Г-образным прихватом в одной точке. В приспособлении для закрепления обрабатываемой детали могут использоваться несколько унифицированных элементов для создания усилия зажима в различных точках; гидрозажим в сочетании с другими зажимными механизмами.

На рис. 13, *а* показан общий вид гидрозажима с неповоротным Г-образным прихватом, на рис. 13, *б* гидрозажима с поворотным Г-образным прихватом. На рис. 13, *в* приведен общий вид гидрозажима, в котором от одного цилиндра приводятся в действие одновременно три Г-образных прихвата.

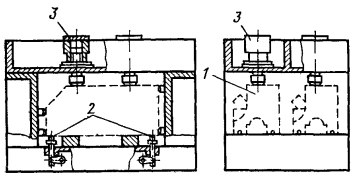
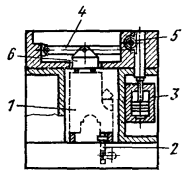
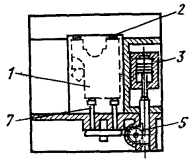
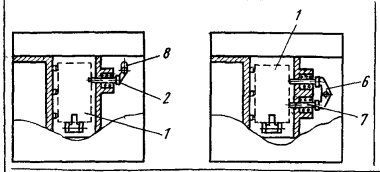
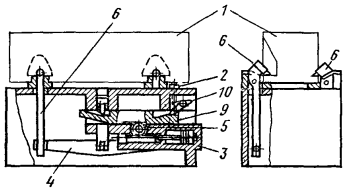
При необходимости использования механизма-усилителя гидрозажим с Г-образным прихватом объединяется с клинороликовым механизмом (рис. 13, *г*). Гидрозажимы работают на давлении 2—4 МПа.

Унифицированный элемент в виде винтового зажима (рис. 14) приводится в действие электромеханическим или гидромеханическим ключом. Усилие, создаваемое прихватами различных конструкций, поддерживается в процессе обработки за счет самотормозящейся пары винт — гайка.

На рис. 14, *а* приведен унифицированный рычажно-винтовой механизм с приводом от электромеханического ключа.

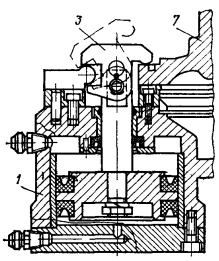
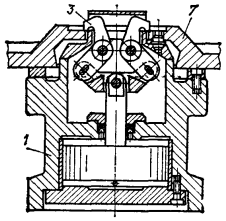
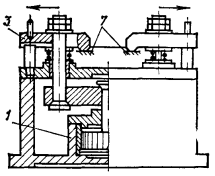
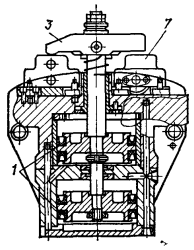
Особенностью конструкции, приведенной на рис. 14, *в*, является наличие приводной полумуфты со стороны зажимного Г-образного прихвата.

10. Типовые схемы установки блока цилиндров в приспособлениях АС и АЛ

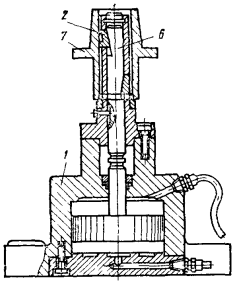
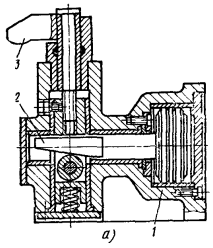
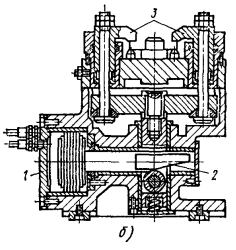
Схема	Характеристика схемы	Область применения в приспособлениях
	Нижнее горизонтальное расположение базирующей поверхности Фиксация выдвижными пальцами Прижим сверху гидроцилиндрами без промежуточных устройств	При малых нагрузках и верхнем расположении механизмов зажима
	Нижнее горизонтальное расположение базирующей поверхности Совмещенный привод фиксации и зажима детали от одного гидроцилиндра	При больших нагрузках
	Верхнее горизонтальное расположение базирующей поверхности Ориентация неподвижными пальцами, установленными на верхней плоскости Прижим снизу гидроцилиндром через систему зубчато-реечных передач	
	Боковое расположение базирующих поверхностей Фиксация выдвижными пальцами Боковой прижим гидроцилиндром через систему рычагов	Зажим по верхней плоскости невозможен из-за необходимости ее обработки
	Нижнее расположение базирующей поверхности Совмещенный привод фиксации и прижима детали через ниши	

Обозначение *1* — обрабатываемая деталь, *2* — фиксатор, *3* — гидроцилиндр, *4* — коромысло, *5* — зубчато-реечная передача, *6* — прихват, *7* — прижимной шток, *8* — рычаг, *9* — клин, *10* — рычаг

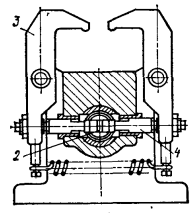
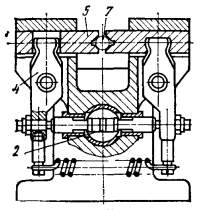
11. Типовые схемы зажимных устройств приспособлений

Схема	Характеристика схемы
	Зажим автоматически поднимающимся прихватом от встроенного цилиндра
	Зажим с двуплечевыми качающимися рычагами от встроенного цилиндра
	Закрепление детали по двум точкам или одновременно двух деталей При смене деталей прихват следует отодвигать в сторону от детали
	Зажим одним прихватом от сдвоенного пневматического цилиндра

Продолжение табл 11

Схема	Характеристика схемы
	Зажим детали по посадочному отверстию от разжимной втулки
 а)  б)	Зажим с клиновыми механизмами: а) с одним прихватом б) с двумя прихватами

Продолжение табл. 11

Схема	Характеристика схемы
 а)  б)	Зажим с двусторонними клиньями: а) с двумя прихватами б) с самоцентрирующими губками (тисками)

Обозначение. *1* — пневмоцилиндр; *2* — клиновая передача; *3* — прихват; *4* — рычаг; *5* — губки (тиски); *6* — оправка; *7* — обрабатываемая деталь.

На рис. 14, *б* показано устройство винтового зажима с Г-образным прихватом и приводом через полумуфту, расположенную со стороны, противоположной исполнительному органу.

Приводы механизмов зажима деталей. Крепление обрабатываемых деталей в приспособлениях АС и АЛ осуществляется устройствами с пневмо, гидро- или электромеханическим приводом. В схемах с пневмо- и гидроприводом применяются цилиндры, штоки которых связаны с прихватами непосредственно или через систему рычажно-клиновых механизмов.

В приспособлениях применяют стандартизованные пневматические цилиндры, а также унифицированные (табл. 12), используемые в тех случаях, когда применение стандартизованных невозможно либо затруднительно (по условиям компактности или доступности обслуживания).

Гидроцилиндры с фланцевым креплением применяют по нормалям станкостроения, а также используют унифицированные конструкции (табл. 13), отличающиеся от стандартизованных большей компактностью. Последняя достигается использованием в качестве уплотнения поршня круглых резиновых колец по ГОСТ 9833—73. Компактность позволяет встраивать гидроцилиндры в труднодоступных местах приспособлений.

Для привода винтовых и винторычажных механизмов зажима приспособлений применяют электро- и гидромеханические ключи (рис. 15 и 16). Приводные полумуфты ключей вводятся в зацепление с полумуфтами винтов зажима в приспособлениях

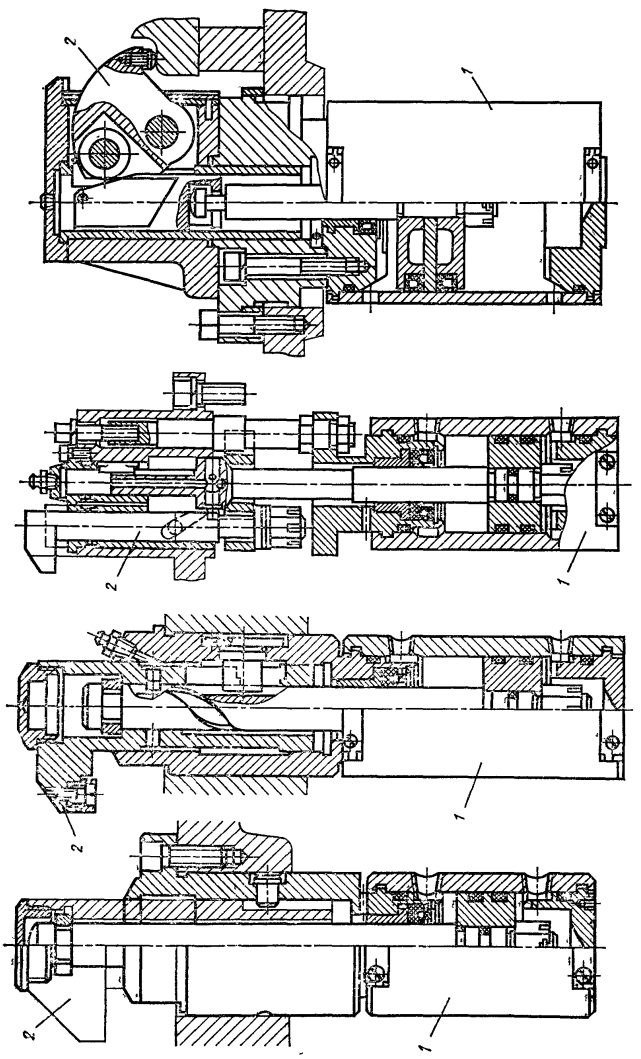


Рис. 13. Унифицированные элементы гидромеханических устройств зажима в приспособлениях:
1 — гидроцилиндр, 2 — прихват

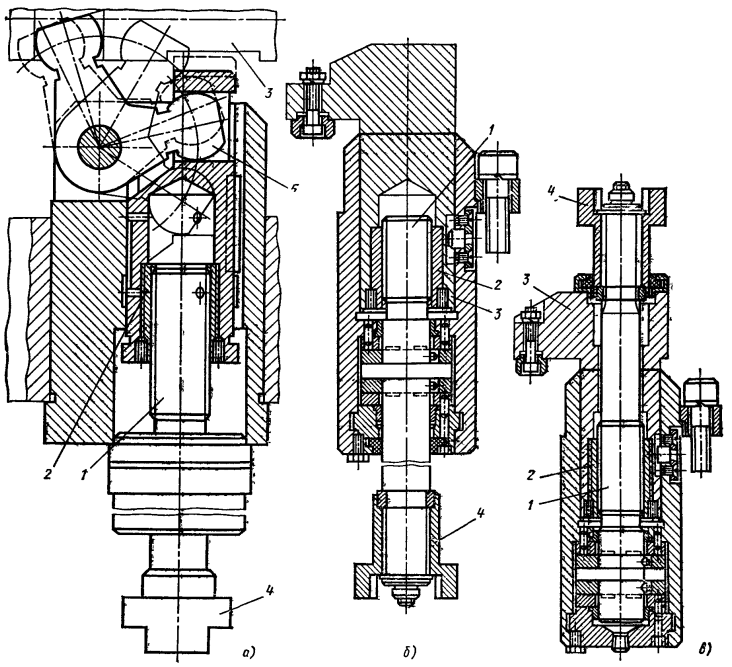


Рис. 14. Унифицированные элементы электромеханических устройств зажима в приспособлениях:
1 — винт; 2 — гайка; 3 — прихват; 4 — кулачковая муфта; 5 — рычаг

при помощи рукоятки (вручную) либо осевым перемещением шпинделя от гидро- или пневмоцилиндра. Крутящий момент на шпиндель передается через шлицевое соединение его с поводковой полумуфтой либо (для гидромеханического ключа) с зубчатым колесом.

Усилие зажима гидромеханическим приводом обеспечивается настройкой контрольно-регулирующей гидроаппаратуры, электромеханическим ключом — по реле максимального тока.

При разжиме приводной механизм реверсируется (гидромотором или электродвигателем).

Основные параметры унифицированных электромеханических ключей зажима приведены в табл. 14.

Применение гидромеханического привода позволяет регулировать усилие зажима (в определенных пределах). При этом статическая составляющая крутящего момента регулируется настройкой давления, а динамическая — дросселированием (изменением частоты вращения ротора гидромотора). Гидромеханический ключ может компоноваться на базе электромеханического с заменой электродвигателя на гидромотор.

Применение гидромеханического ключа целесообразно в приспособлении станка, уже оснащенном гидро-

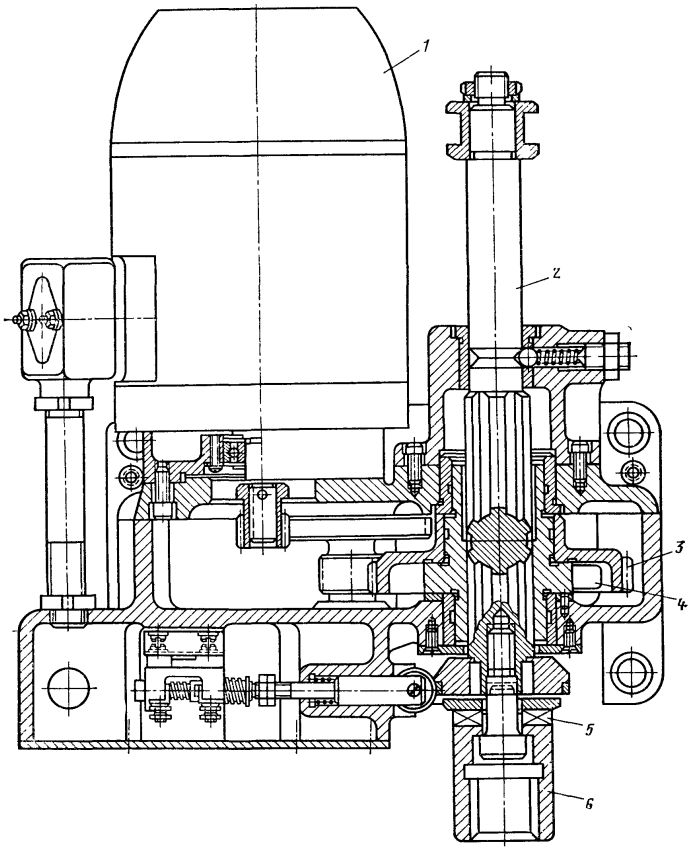


Рис. 15. Электромеханический ключ:
1 — электродвигатель; *2* — шпиндель, *3* — ведущее зубчатое колесо; *4* — поводковая муфта, *5* — крестовая муфта, *6* — приводная полумуфта

приводом. В противном случае предпочтительней электромеханический привод как более экономичный (при этом также следует учесть, что электропривод потребляет энергию только при зажиме-отжиме детали).

Для крепления деталей в приспособлениях применяют электромеханические ключи с крутящим моментом, регулируемым при помощи подпружиненной предохранительной кулачковой или фрикционной муфты или другими конструктивными мерами.

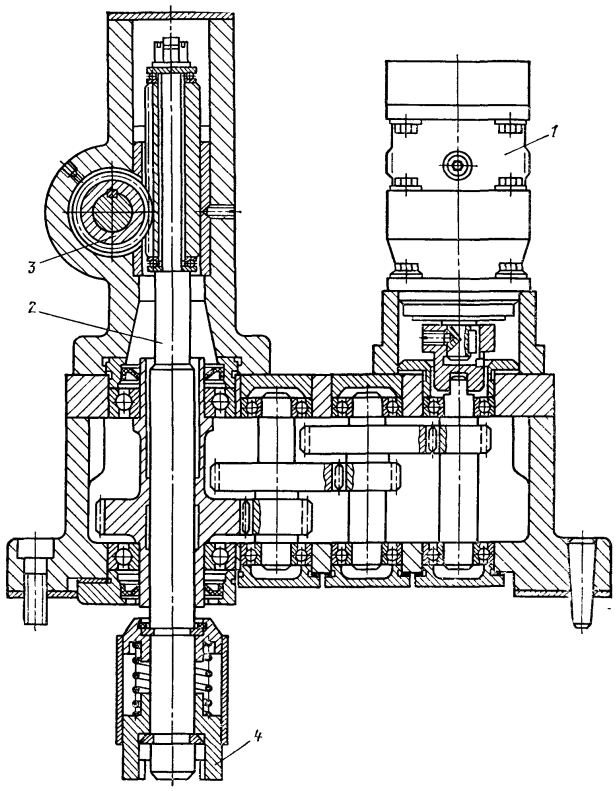
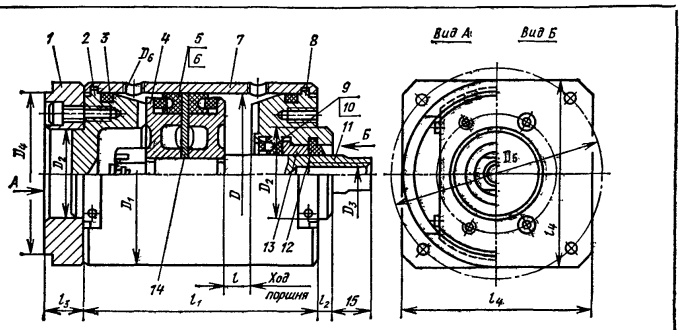


Рис. 16. Гидромеханический ключ:
1 — гидромотор; *2* — шпиндель; *3* — зубчато-реечный механизм осевого перемещения шпинделя (шлицевое соединение не показано), *4* — приводная полумуфта

Элементы контроля установки деталей. В целях обеспечения надежной работы приспособлений на АС и АЛ без постоянного присмотра со стороны рабочего предусматриваются устройства контроля базирования, фиксации и закрепления заготовок. Например, при обработке поверхностей, имеющих жесткие требования на расположение относительно баз предусматривают устройства для проверки отсутствия зазора между обрабатываемой деталью и базирующими поверхностями приспособления.

Контроль прилегания детали к базирующей поверхности может выполняться, например, пневматическим устройством, приведенным на рис. 17. Действие устройства осно-

12. Унифицированные пневматические цилиндры (размеры, мм)



1 — фланец; *2* — крышка; *3* — кольцо резиновое; *4* — полупоршень; *5* — манжета; *6* — кольцо распорное; *7* — цилиндр; *8* — крышка; *9* — манжета; *10* — кольцо распорное; *11* — шток; *12* — манжета; *13* — втулка; *14* — диск

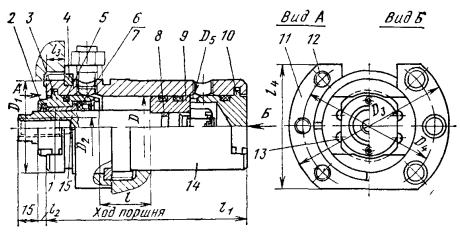
D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	l	l_1	l_2	l_3	l_4
80	100	40	М12	80	120	К3/8″	32; 60; 100	162; 190, 230	3	16	100
100	125	50	М16	100	150				8	19	125
125	150	60	М20	125	175	К1/2″		194; 224; 264	4	20	150
160	185	80		160	215					25	185
200	225	110	М24	200	265			208; 236; 276		30	225
250	273	150	М30	250	310			222; 250; 290			273

вано на измерении расхода воздуха через зазор между отверстием (седлом) втулки *7* и конусом штока *5*. При неплотном прилегании детали *1* к базе *2* расход воздуха уменьшается, срабатывает пневмодатчик (на рисунке не показан), подавая сигнал, запрещающий обработку. Приведенное устройство позволяет контролировать зазор до 0,03 мм.

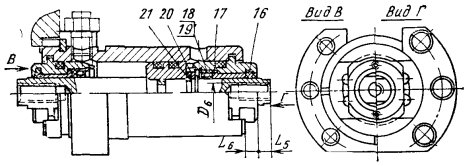
Схемы унифицированных устройств для контроля прилегания детали к базирующей поверхности приведены на рис. 18. Правильное базирование детали *7* (рис. 18, *а*) приводит к уменьшению зазора между ее контролируемой поверхностью и измерительным соплом *8*, что вызывает рост давления в камере *9*. В результате мембрана *3*, перемещаясь в сторону перемычки *11*, закрывает сопло *2*, соединяющее камеры *10* (сообщающиеся с атмосферой) и *12*. Давление воздуха, поступающего в камеру *12* через дроссель *17*, достигает величины давления питания. Подготовка воздуха осуществляется на специальном фильтре *1* со стабилизатором давления. Воздух проходит через специальный эжектор *4*, давление регу-

13. Унифицированные гидравлические цилиндры (размеры, мм)

Исполнение *1*



Исполнение *2*



1, *17* — втулки; *2*, *6*, *16*, *18* — манжеты; *3*, *10* — крышки; *4* — полукольцо; *5*, *8*, *21* — кольца резиновые, *7*, *19* — кольца распорные; *9* — поршень; *11* — фланец; *12*, *13* — винты; *14* — цилиндр, *15* — шток; *20* — ограничитель

Исполнения: *1* — с односторонним штоком; *2* — с двусторонним штоком

D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
40	60	М12	Квадрат 85	62	К1/4″	М8	32, 60, 100, 160	134, 162	9	15	85	47; 75; 115; 175	9
60	80	М16	Квадрат 115	82		М12		202, 212, 262, 272	13	18	115		12
80	100	М20	165	132	К3/8″	М16		151, 179, 219, 279	10	16	125		17
100	125	М24	200	163				163, 191, 231, 291		18	155		14

14. Технические характеристики унифицированных электромеханических ключей

Модель электромеханического ключа	Исполнение	Управление накидыванием полумуфты	Подвод шпинделя	Передаточное число редуктора	Электродвигатель: Тип	Электродвигатель: Мощность, кВт	Частота вращения шпинделя, об/мин	Токовое реле: Тип	Токовое реле: Уставка, А
У2241	1	Дистанционное	Пневмоцилиндром	15, 35	ДПТ 22-4	0,5	92	РТ 40/6	2,3
					АОЛ 22-4	0,4	92	РТ 40/6	1,7
	2		Гидроцилиндром		АОЛ 21-4	0,27	92	РТ 40/2	1,25
					ДПТ 21-4				
У2242	1; 2	Ручное	Ручной	15, 35	АОЛ 22-2	0,6	183	РТ 40/6	2,2
					АОЛ 21-2	0,4	183	РТ 40/6	1,5
У2243				24	ДПТ 22-4	0,5	58	РТ 40,6	2,3

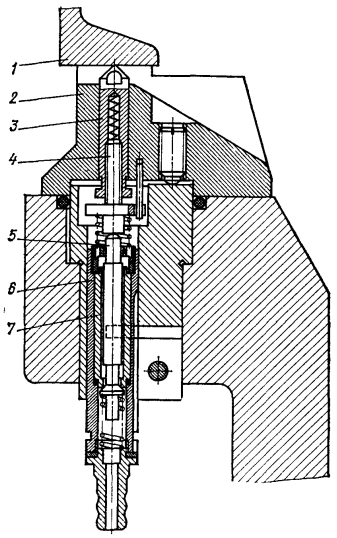


Рис. 17. Устройство для контроля прилегания обрабатываемых деталей к базовым элементам приспособления:
1 — обрабатываемая деталь; *2* — базовая планка; *3* — плунжер; *4* — регулировочный винт; *5* — измерительный шток; *6*, *7* — втулки

лируется дросселем *6*. Мембрана *16*, перемещаясь, через шток *13* включает микропереключатель *14*, подающий команду на начало обработки.

При неправильном базировании либо отсутствии детали на рабочей позиции в камере *9* порогового элемента создается вакуум. Сопло *2* открыто, сжатый воздух выпускается в атмосферу. Пороговый элемент *15* не срабатывает. Сигнал, разрешающий обработку, не поступит.

Чувствительность устройства при срабатывании составляет $2 \cdot 10^2$ Па, что соответствует зазору 0,001 мм. Одним из условий надежной работы устройства является размещение командного блока *5* относительно измерительного сопла *8*, помещенного в базовой планке приспособления на расстоянии, не превышающем 2 м.

Для контроля точности базирования детали в нескольких точках можно применить устройство, приведенное на рис. 18, *б*, принцип действия которого аналогичен рассмотренному выше.

Точность позиционирования детали может контролироваться по схеме, приведенной на рис. 19.

Контроль может вестись также измерительными контактными наконечниками, подводимыми, например, при помощи гидроцилиндра и регистрирующими отклонение положения детали от номинального. Сравнивающая схема вырабатывает сигнал рассогласования, поступающий в вычислительное устройство. В итоге подается соответствующая команда на привод перемещения (корректировки положения) детали. Коррекция выполняется до исчезновения сигнала рассогласования.

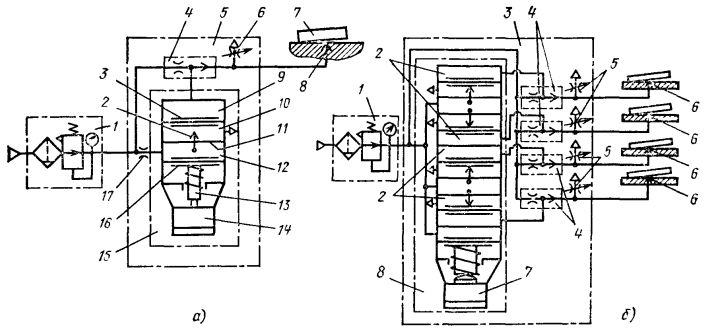


Рис. 18. Схема устройства для пневмоконтроля точности прилегания детали:
а — в одной точке (мод. 377Н1); *б* — в четырех точках (мод. 377Н2): *1* — блок фильтра со стабилизатором давления, *2* — камеры; *3* — командный блок; *4* — эжектор; *5* — дроссель; *6* — первичные преобразователи (измерительные сопла); *7* — микропереключатель, *8* — пороговый элемент

Для контроля фиксации заготовки в приспособлениях АЛ и АС наиболее распространен косвенный метод, при котором проверяется положение

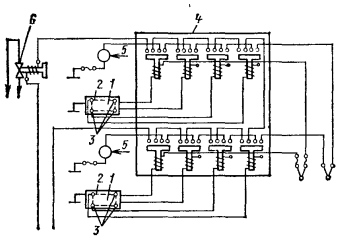


Рис. 19. Схема электроконтактного контроля точности позиционирования детали в приспособлении (по четырем точкам):
1 — деталь; *2* — приспособление; *3* — штифты микропереключателей; *4* — панель с низковольтными реле; *5* — сигнальные лампы; *6* — соленоидный золотник в цепи зажима деталей

не заготовки, а элементов приспособления, например пальцев. Исходное и конечное положения пальцев контролируются конечными выключателями контактного (см. рис. 6) либо бесконтактного типов.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ АЛ И АС

Стационарные приспособления. В автоматических линиях стационарные приспособления применяются для деталей, имеющих устойчивые базы для непосредственного транспортирования, ориентации и зажима на каждой технологической позиции. Детали могут транспортироваться при помощи штанг, несущих промежуточные базы (например, призмы для установки картеров ведущих мостов автомобилей), либо скольжением по направляющим планкам (блоки цилиндров, головки блоков, корпуса редукторов и др.).

На рис. 20 приведены в качестве примера элементы стационарного приспособления АЛ для обработки картера ведущих мостов автомобиля. Подача обрабатываемой детали *1* в приспособление осуществляется штангой транспортера *3* по направляющим роликам *5*, установленным на

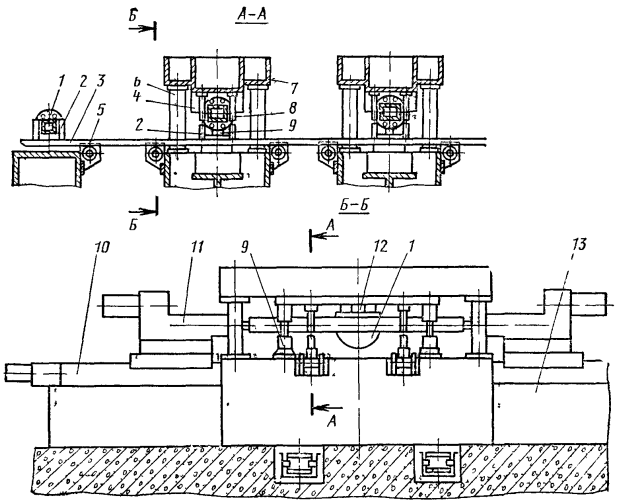


Рис. 20. Типовые узлы при компоновке автоматических линий со стационарными приспособлениями для обработки картеров ведущих мостов автомобилей

станине *13*. На штанге для транспортирования детали имеются специальные транспортные штыри *2*. Приспособление состоит из ряда узлов и механизмов: базовой призмы *4*, стойки портала *6*, портала *7*, штырей *8* и призмы *9* предварительной ориентации детали, центрирующей головки *12*. Обработка детали *1* осуществляется с двух сторон шпиндельными узлами *11*, установленными на силовых столах *10*. Рассмотрим работу механизмов центрирования, подъема и зажима входящих в приспособление (рис. 21).

В конструкции механизма центрирования (рис. 21, *а*) приводом является гидравлический цилиндр *1*. Угол 30° при вершине конуса толкателя *6* позволяет увеличить усилие на центрирующие сухари *5* в 2—2,5 раза. Усилие на прихватах *3*, передаваемое коромыслом *2*, оказывается при этом в 20—25 раз меньше усилия центрирования. Это обеспечивает надежное центрирование картеров *4* независимо от последовательности срабатывания центрирующего и прижимного элементов.

Механизм подъема и зажима (рис. 21, *б*) работает следующим образом: подъем заготовки *6* осуществляется толкателем *4* через реечно-шестеренчатый механизм *2* с приводом от тяги *1*. Зажим заготовки осуществляется через клиновой механизм *5*, установленный в корпусе *3*.

Типовые компоновки стационарных приспособлений АЛ и АС приведены на рис. 22, *а—е*. Детали в приспособлениях могут базироваться на поверхностях, расположенных горизонтально (рис. 22, *а—б*), вертикально (рис. 22, *г*) либо под углом к горизонту. При горизонтальном расположении баз деталь может прижиматься книзу (рис. 22, *а*, *в*) или кверху (рис. 22, *б*, *е*). Вторая схема предпочтительней с точки зрения защиты базовых поверхностей от стружки, эмульсии и т. п., но усложняет конструкцию; в ряде случаев не обеспечивает требуемой жесткости.

Для ориентации деталей в стационарных приспособлениях применяются неподвижные (рис. 22, *б*) или подвижные (рис. 22, *а*, *в*, *г*) фиксаторы, базирующие колодки (рис. 22, *е*), призмы и др. Приспособления могут быть одноместными (рис. 22, *а—д*) и многоместными (рис. 22, *е*). Обработка деталей в стационарных приспособлениях может вестись инструментом, не имеющим дополнительного направления (рис 22, *д*) или направляемым кондукторными втулками (рис. 22, *а—г*). Втулки размещаются непосредственно в приспособлении (рис. 22, *б—г*) либо в подвижной кондукторной плите, связанной со шпиндельным узлом и ориентируемой по пальцам фиксации *4* (рис. 22, *а*). Кондукторные втулки — неподвижные (рис. 22, *в—г*) или вращающиеся (рис. 22, *б*).

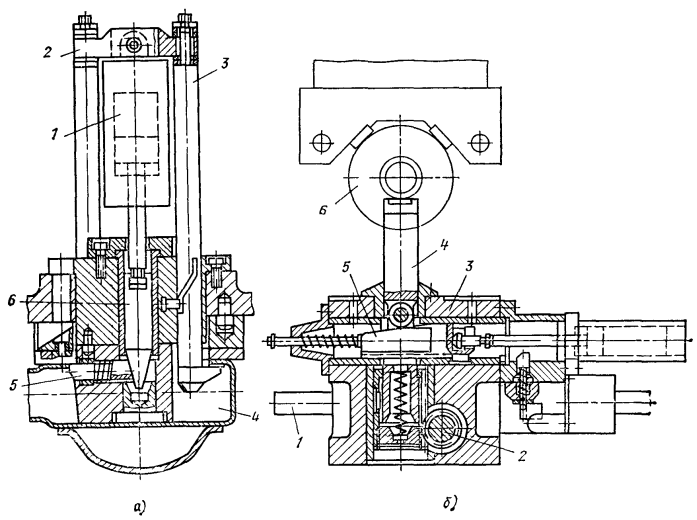
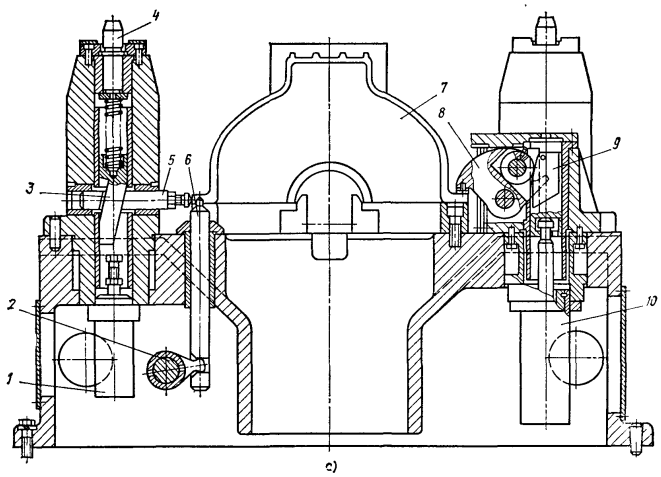


Рис. 21. Механизмы:
а — центрирования картера ведущего моста в стационарном приспособлении, *б* — подъема и зажима картера ведущего моста в стационарном приспособлении

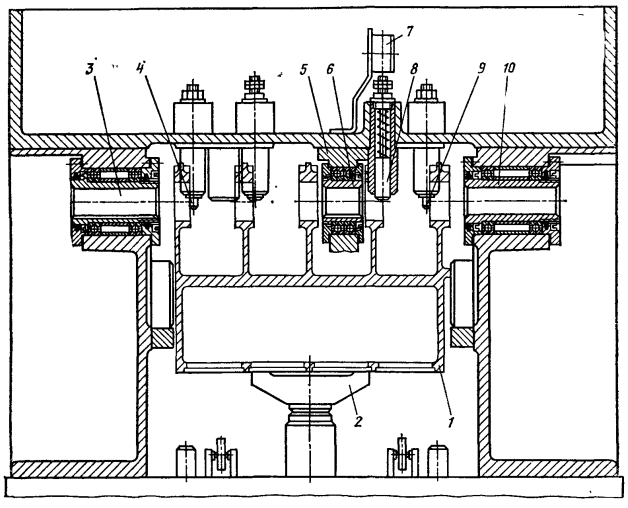
Поворотные приспособления. Многопозиционные поворотные приспособления в АС и АЛ монтируются на делительных столах или барабанах (соответственно с вертикальной или горизонтальной осью поворота). Модели унифицированных поворотных делительных столов единой гаммы и их основные параметры, необходимые при проектировании приспособлений, приведены в табл. 15.

Многопозиционные приспособления, монтируемые на поворотные столы, могут выполняться в едином корпусе либо компоноваться в нескольких отдельных (автономных) корпусах (рис. 23). Последний вариант более технологичен в сложных конструкциях, корпуса которых имеют большое число расточек, расположенных под разными углами. Этот вариант позволяет иметь резервный блок приспособления для оперативного выполнения ремонта.

Для точной ориентации приспособлений на планшайбе поворотного делительного стола (и соответственно в корпусах приспособлений) выпол-



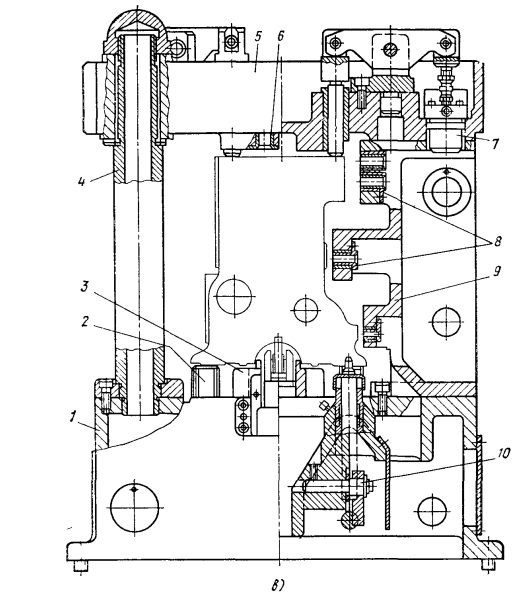
а)



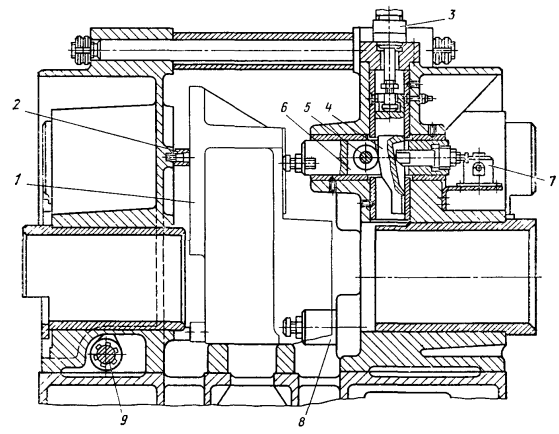
б)

Рис. 22. Стационарные приспособления:

а — одноместное с базированием детали на горизонтальную плоскость с выдвижными фиксаторами, гидравлическим клино-роликовым приводом поворотного прихвата с самоустанавливающейся боковой опорой; *1* и *10* — гидроцилиндры; *2* — привод фиксаторов; *3* — клиновой механизм; *4* — палец фиксации кондукторной плиты; *5* — самоустанавливающаяся опора; *6* — палец; *7* — обрабатываемая деталь; *8* — прихват; *9* — клиново-роликовый механизм; *б* — одноместное портального типа с прижимом детали кверху; *1* — обрабатываемая деталь; *2* — прижим; *3*, *6*, *10* — вращающиеся кондукторные втулки; *4*, *9* — неподвижные пальцы, *5* — кронштейн; *7* — конечный выключатель; *8* — толкатель;



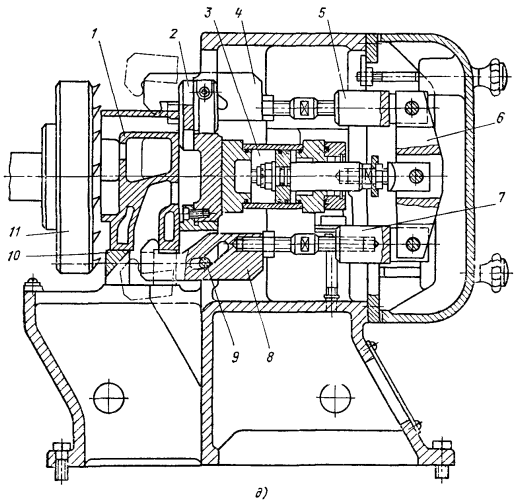
в)



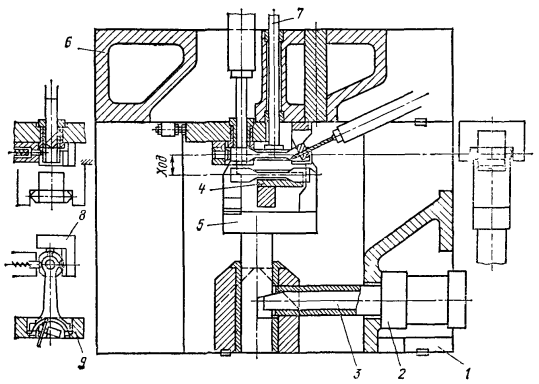
г)

Рис. 22. Продолжение:

в — одноместное портального типа с прижимом детали книзу; *1* — корпус; *2* — опорный платик; *3* — направляющая планка; *4* — стойка; *5* — портал; *6*, *8* — кондукторные втулки; *7* — гидроцилиндр зажима; *9* — кондукторная стойка; *10* — привод фиксаторов; *г* — одноместное с вертикальным расположением поверхностей базирования детали; *1* — обрабатываемая деталь; *2* — боковые базовые планки; *3* — гидроцилиндр; *4* — клин; *5* — ролик; *6*, *8* — плунжер; *7* — конечный выключатель; *9* — привод фиксаторов;



д)



е)

Рис. 22. Продолжение:

д — одноместные с комбинированным расположением поверхностей базирования детали (без фиксатора); *1* — обрабатываемая деталь; *2, 10* — базовые планки; *3* — гидроцилиндр; *4, 8* — прихваты; *5, 7* — тяги; *6* — коромысло; *9* — штифты; *11* — фреза; *е* — многоместное портального типа с прижимом деталей кверху; *1* — стойка; *2* — гидроцилиндр; *3* — клин; *4* — штанга транспортера; *5* — толкатель (прижим); *6* — портал; *7* — выталкиватель; *8, 9* — базирующие элементы

15. Столы поворотные двухпозиционные унифицированные

1 — планшайба; *2* — корпус; *3* — привод поворота

Параметр	УД2012 (СД320А)	1СДП500	УХ2034 (СД500; 1СДП500)	УХ2035 (1СДП630)	УХ2036 (1СДП800)	УН2056	УН2057	УН2058
		1СД500; 1СДП630; 1СДП800				УН2056, УН2057, УН2058		
Диаметр планшайбы, мм	320	500	630	800	800; 900	1000, 1120	1250, 1400	
Число фиксированных позиций	4; 6; 8; 12; 16; 24; 48	2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12			2; 3; 4; 5; 6; 8; 10	2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10; 12		
Грузоподъемность, кт	100	—			2000	3000	4000	

Примечание. Точность углового деления — 12—20 мкм на радиусе фиксации.

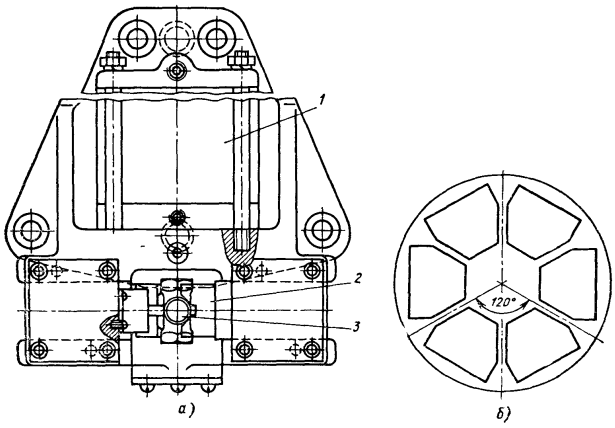
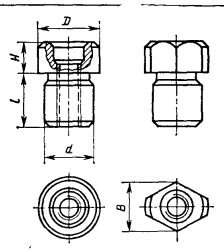


Рис. 23. Типовое многопозиционное приспособление, скомпонованное из автономных блоков:
а — автономный блок приспособления; *б* — схема установки блоков на поворотном делительном столе; *1* — пневмоцилиндр; *2* — самоцентрирующие тиски; *3* — обрабатываемая деталь

16. Нормализованные пальцы для монтажа приспособлений (размеры, мм)



D	10	12	16	20	25	30	35
d	8	10	12	16	16	20	25
H	5	6	8	10	13	14	16
l	13	15	17	20	21	26	26
B	9	10	14	18	22	26	30

няются точно расположенные (с отклонениями $\pm$ 0,01 мм) отверстия (по два отверстия на каждый корпус), в которые устанавливаются нормализованные базовые пальцы (табл. 16).

Крепление деталей в многопозиционных поворотных приспособлениях осуществляется электромеханическими, пневматическими или гидравлическими устройствами и механизмами.

Привод электромеханического ключа (см. рис. 15) крепится на стационарном или откидном кронштейне, монтируемом на станине станка, и управляет винтовыми механизмами, скомпонованными в приспособлении. Рабочая позиция поворотного приспособления с электромеханическим приводом зажима приведена на рис. 24.

Для крепления деталей в многопозиционных поворотных приспособлениях агрегатных станков может применяться пневмопривод. На рис. 25 приведена компоновка станка, оснащенного пневмозажимом деталей. На планшайбе *1* расположено зажимное

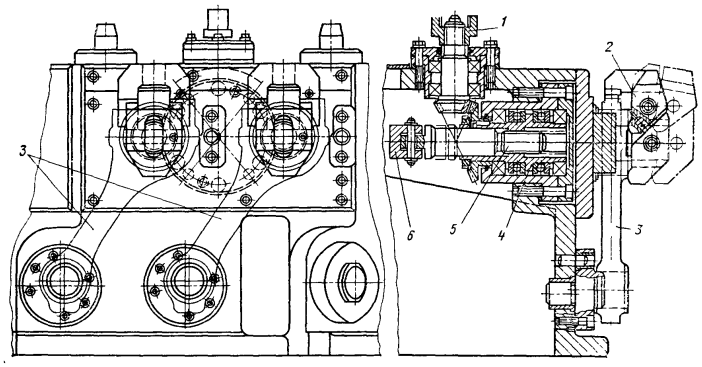


Рис. 24. Позиция поворотного приспособления для обработки шатунов:
1 — полумуфта; *2* — прихват; *3* — шатун; *4* — гайка; *5* — винт; *6* — качалка

приспособление. Обрабатываемую деталь устанавливают на прижимную плиту *2*, находящуюся при загрузке в крайнем нижнем положении. Плита перемещается с помощью пневмоцилиндра *Ц1* (рис. 26) вверх по скалкам и прижимает заготовку к кондукторной плите *3* (рис. 25). Контроль перемещения плиты осуществляется конечным выключателем *5*. Под действием пневмоцилиндров, установленных на прижимной плите, заготовка зажимается окончательно, что контролируется реле давления *4* (рис. 26), от которого подается команда на включение силовой головки *4* (рис. 25).

Последовательность работы цилиндров и реле *4*: после выдвижения штока цилиндра *Ц1* выдвигаются влево штоки цилиндров *Ц2—Ц4* (см. рис. 26); затем подается давление на реле *4*, и штоки цилиндров *Ц2—Ц4* выдвигаются вправо; снимается давление с реле *4* и втягивается шток цилиндра *Ц1*.

Пневмосхема работает следующим образом. В начале цикла поршень цилиндра *Ц1* находится в нижнем, а поршни цилиндров *Ц2*, *Ц3* и *Ц4* в правом положениях. При нажатии на кнопку «Пуск» (на пульте управления станка) включается электромагнит двухлинейного распределителя *5*, конструктивно выполненного как узел, входящий в четырехлинейный распределитель. При этом сбрасывается давление в правой управляющей полости золотника двухпозиционного распределителя *6*, и его золотник перемещается вправо.

Сжатый воздух из пневмосети через узел подготовки воздуха, в который входят влагоотделитель *1* (рис. 26), регулятор давления *2*, манометр, реле давления *14*, маслораспылитель *3* и четырехлинейный распределитель, обратный клапан *13*, и дроссель *12* по трубопроводу (через ось стола), поступает в левую управляющую полость двухпозиционного распределителя *8* и к трехлинейному клапану *К1*, который в это время закрыт. При перемещении золотника распределителя *8* вправо сжатый воздух через обратный клапан *10*, распределитель *8* и дроссель *11* поступает в цилиндр *Ц1*.

Для автоматического переключения потока сжатого воздуха, поступающего из магистрали в зажимные приспособления многопозиционных агрегатных станков с поворотными делительными столами, во время поворота планшайбы стола применяются пневмораспределители. Они устанавливаются на столы типа СД500,

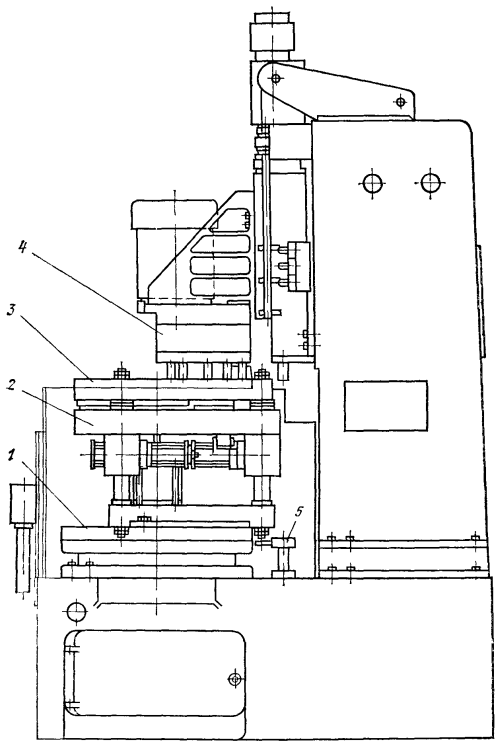
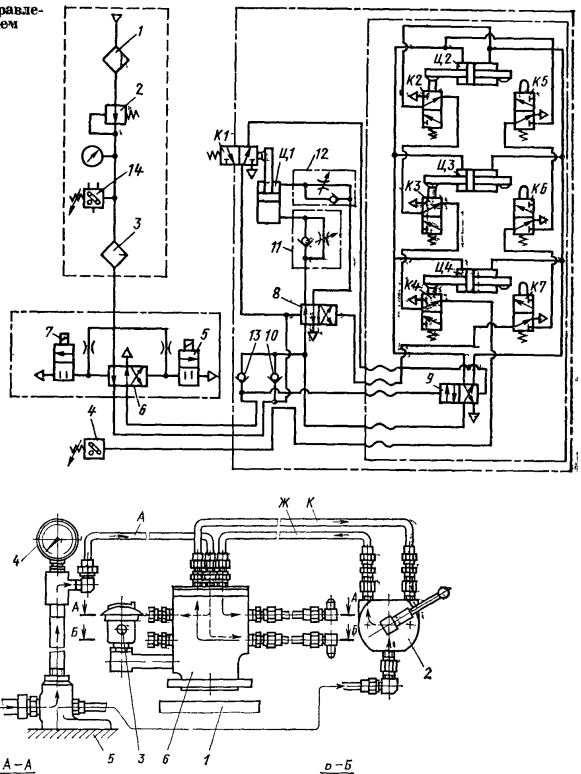


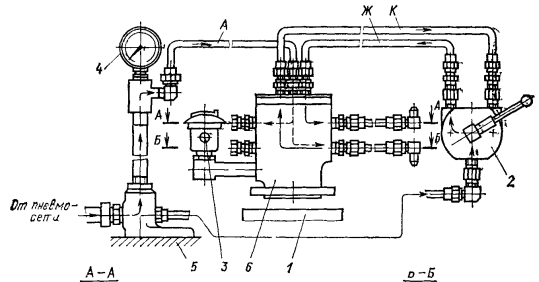
Рис. 25. Размещение приспособления с пневмоприводом на агрегатном станке

СДП630, СДП800 и могут быть двух исполнений с дополнительным ручным переключением и без него Для закрепления пневмораспределителей *6* (рис 27) на столе *1* служит горловина планшайбы Для смазывания деталей пневмораспределителя служит масленка *3*. Пневмораспределитель с дополнительным ручным переключением применяется в тех случаях, когда необходимо зажать обрабатываемую деталь до ее перехода из загрузочно-разгрузочной позиции в рабочую. Для зажима детали рукоятка крана *2* переводится в положение, при котором сжатый воздух по трубопроводу *Ж* направляется в канал *Г* золотника (разрез *А—А*), а оттуда в зажимную полость пневмоцилиндра приспособления, находящегося в загрузочно-разгрузочной позиции (приспособление на рисунке не показано). Полость отжима пневмоцилиндра этого приспособления сообщается в это время с атмосферой через канал *Б* (разрез *Б—Б*).

После перехода приспособления из загрузочной позиции в рабочую сжатый воздух, идущий по трубопроводу *А*, от стойки, установленной на

Рис. 26 Схема управления приспособлением





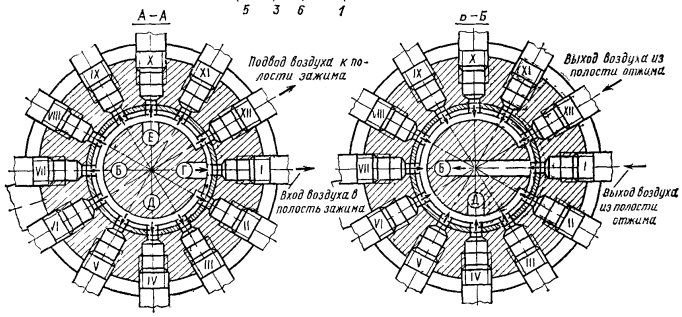
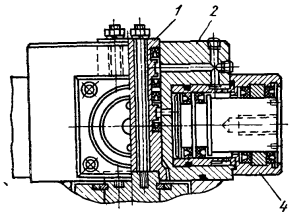
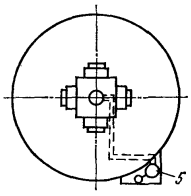
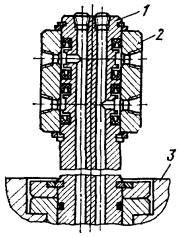
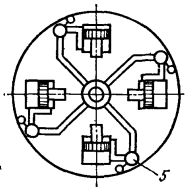
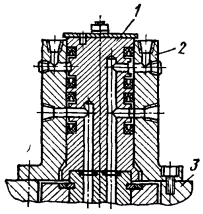
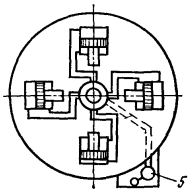


Рис. 27. Пневмораспределитель с дополнительным ручным переключением

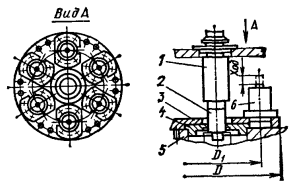
17. Варианты использования гидрораспределителей для многопозиционных приспособлений, устанавливаемых на поворотных столах

Конструкция гидрораспределителя	Схема разводки трубопроводов для четырехпозиционного поворотного стола	Характеристика схемы гидроразводки
		Гидропривод со встроенными в корпус распределителя дифференциальными цилиндрами с краном управления на загрузочной позиции
		Гидропривод с цилиндрами и кранами управления, расположенными на каждой фиксированной позиции поворотного стола
		Гидропривод с краном управления цилиндром, расположенным на загрузочной позиции

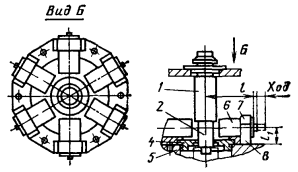
Обозначения. *1* — золотник; *2* — корпус гидрораспределителя; *3* — планшайба поворотного стола; *4* — гидроцилиндр; *5* — кран управления.

18. Схемы центрального гидропривода приспособлений (размеры, мм)

С вертикальным расположением гидроцилиндров



С горизонтальным расположением гидроцилиндров



1 — маслораспределитель; *2* — муфта; *3* — плита; *4* — фланец; *5* — кольцо резиновое; *6* — гидроцилиндр; *7* — хомут; *8* — корпус

Диаметр поршня гидроцилиндра	Число гидроцилиндров	D	D_1	l	l_1
60	4 5 6	380 420 480	240 280 320	206 221 246	60
80	4 5 6	415 460 515	240 290 340	217 237 272	80

станине *5*, попадает в канал *Е* золотника и таким образом на всех рабочих позициях в зажимных полостях пневмоцилиндров поддерживается необходимое давление.

Одновременно сжатый воздух поступает в полость отжима приспособления, находящегося в загрузочно-разгрузочной позиции, однако обрабатываемая деталь остается зажатой до тех пор, пока рукоятка крана *2* не будет переведена в положение отжима. После ручного переключения сжатый воздух по трубопроводу *К* устремляется в канал *Б*, а оттуда в полость отжима, а зажимная полость через канал *Г* связывается с атмосферой.

Для закрепления обрабатываемых деталей в многопозиционных приспособлениях, смонтированных на поворотных делительных столах, широкое применение получил гидропривод. В табл. 17 приведены три варианта использования гидрораспределителей, применение каждого из которых определяется конструктором в зависимости от компоновки приспособления.

В варианте гидропривода горизонтального исполнения с дифференциальными гидроцилиндрами имеется

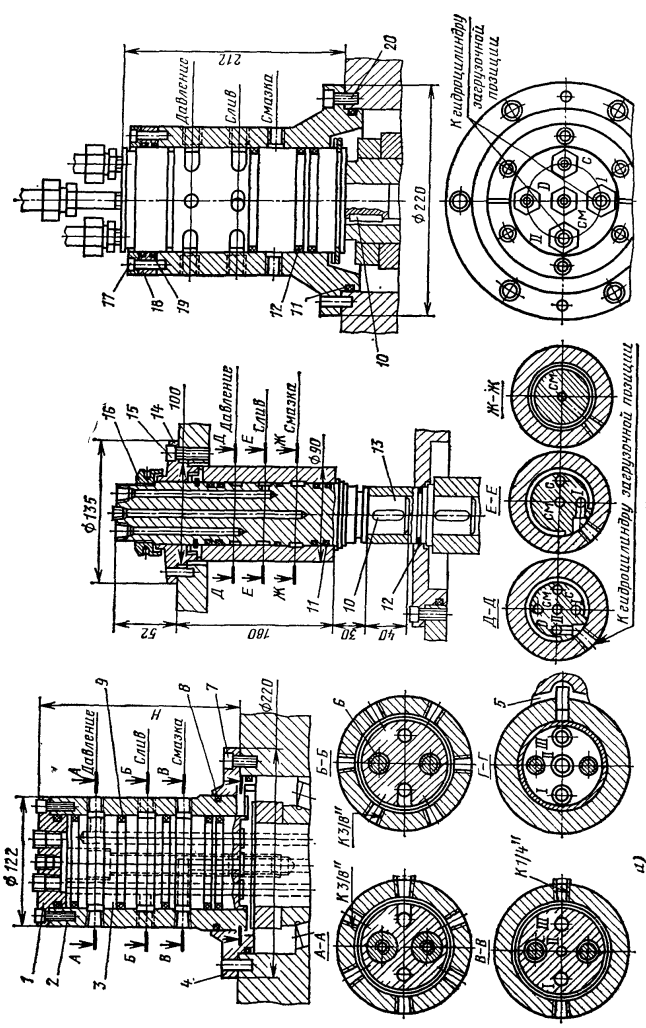


Рис. 28. Установка маслораспределителей центрального гидропривода приспособлений:
1, 4, 14 — фланцы; *2* — корпус; *3* — золотник; *5* — штифт; *6, 15, 20* — винты; *8, 9, 11, 12, 19* — кольца резиновые; *10* — шпонка; *13* — вал; *16* — гайка; *18* — кольца; *С* — слив; *Д* — давление; *СМ* — смазка

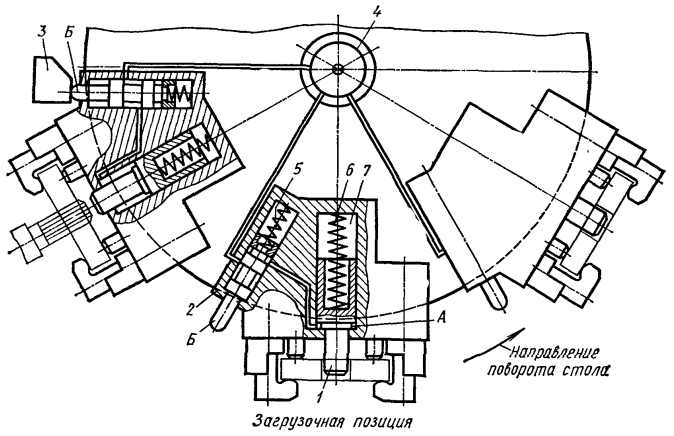


Рис. 29. Многопозиционное поворотное приспособление с автоматическим отводом фиксирующих пальцев

лишь общий трубопровод, а зажим детали в приспособлении осуществляется через систему рычагов.

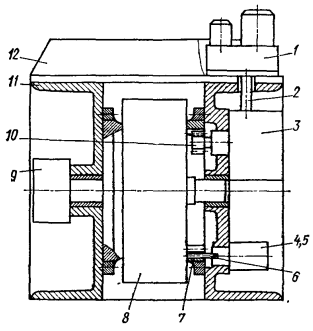


Рис. 30. Компоновка барабанного приспособления с зубчатым приводом поворота:
1 — привод; *2* — вал; *3* — червячный редуктор; *4* — узел фиксации барабана; *5* — узел подклинки; *6* — палец фиксации; *7* — зубчатый венец; *8* — барабан; *9* — механизм осевого поджима барабана; *10* — приводное зубчатое колесо; *11* — стойка; *12* — портал

Иногда для зажима детали необходимо устанавливать отдельно гидроцилиндр на каждой позиции поворотного стола. В этом случае неподвижная деталь — ось стола — выполняется удлиненной. Наличие гидроцилиндров и кранов управления на каждой позиции вызывает необходимость в разводке трубопроводов, увеличивает число концевых соединений труб и затрудняет обслуживание приспособления.

Третий вариант по гидросхеме аналогичен первому, но гидроцилиндры расположены на каждой позиции приспособления. Управление цилиндром, расположенным на позиции загрузки, осуществляется одним краном.

Схемы центрального гидропривода приспособлений и их основные параметры приведены в табл. 18. Варианты подключения и крепления маслораспределителей центрального гидропривода приведены на рис. 28.

На рис. 28, *а* показана схема маслораспределителя с нижним подводом масла. Маслораспределитель крепится к планшайбе поворотного стола.

На рис. 28 приведены маслорас-

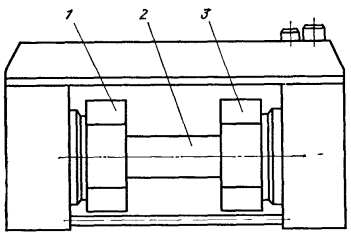


Рис. 31. Компоновка приспособления с двумя барабанами, сидящими на общей оси

пределители с верхним подводом масла и креплением непосредственно к приспособлению (рис. 28, *б*) и к планшайбе поворотного стола (рис. 28, *в*).

При базировании обрабатываемых деталей по предварительно изготовленным отверстиям после крепления детали в приспособлении установочные пальцы должны быть выведены из указанных отверстий для обеспечения возможности последующей их обработки, например для развертывания ранее просверленного отверстия.

При работе на АС с поворотным столом установка детали по отверстию производится на загрузочной позиции, а вывод пальца должен быть осуществлен автоматически на соответствующей позиции, непосредственно перед обработкой этого отверстия, что исключает возможность нарушения фиксирования положения детали. Это может быть выполнено по схеме, приведенной на рис. 29.

Установочный палец *1* ввернут в шток одностороннего пневмоцилиндра *7*, полость *А* которого соединена через переключающий кран *2* с пневмораспределителем *4*, получающим сжатый воздух от магистрали.

На позиции, где установочный палец должен быть выведен, имеется копир *3*, по которому скользит плунжер *Б* самовозвратного золотника переключающего крана *2*. На всем остальном участке стола (в том числе и на разгрузочной позиции) плунжер под действием пружины *5* находится в выдвинутом положении,

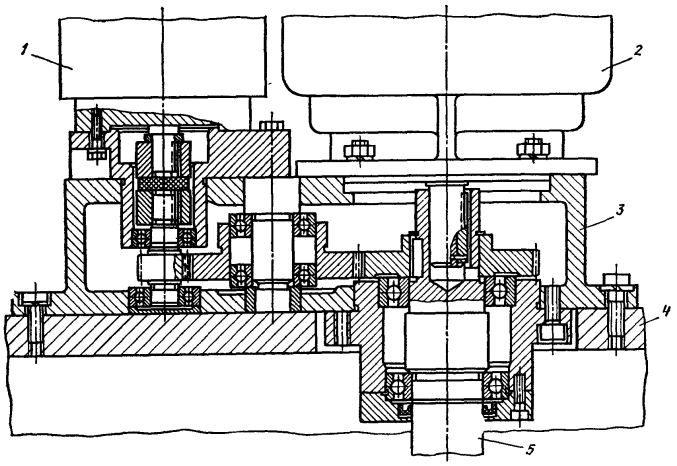


Рис. 32. Электромеханический привод поворота барабана:

1 — электродвигатель доворота барабана к жесткому упору-фиксатору; *2* — электродвигатель быстрого поворота барабана; *3* — редуктор; *4* — стойка барабанного приспособления; *5* — вал привода червячного редуктора

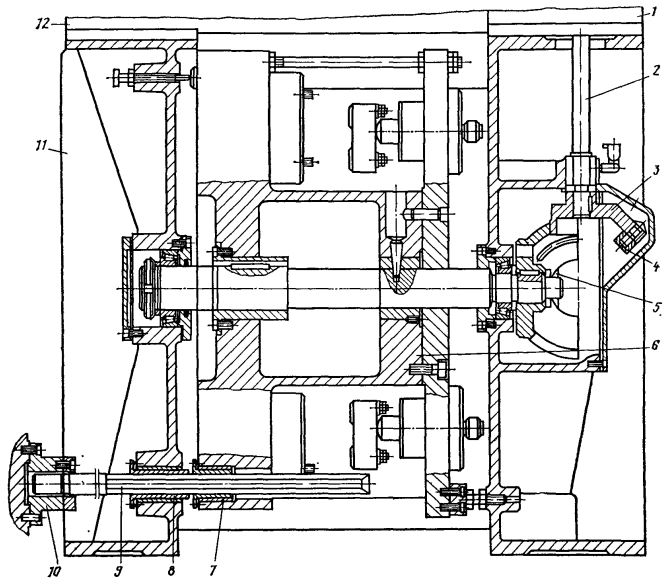


Рис. 33. Компоновка барабанного приспособления с мальтийским приводом поворота

перекрывающем подачу сжатого воздуха в полость *А*. Последняя соединена с атмосферой, и поэтому шток с установочным пальцем *1* под действием пружины *6* находится в выдвинутом положении и на него устанавливают обрабатываемую деталь. При подходе к соответствующей позиции, на которой должна быть произведена обработка базового отверстия, плунжер *Б* золотника под действием копира *3* утапливается в корпусе крана, происходит его переключение, и сжатый воздух из магистрали поступает в полость *А* пневматического цилиндра 7. Установочный палец *1* автоматически выходит из отверстия, и оно освобождается для последующей обработки.

Типовая компоновка барабанного приспособления приведена на рис. 30. На барабане *8* смонтированы элементы базирования и закрепления обрабатываемых деталей. Стойки *11* несут ось барабана, вращающуюся на опорах скольжения либо качения, а также (во многих конструкциях) элементы направления режущего инструмента.

Для обработки длинных деталей (валов, балок и др.) приспособление может компоноваться на двух барабанах: *1* и *3*, сидящих на общей оси *2* (рис. 31).

Периодически (в соответствии с циклограммой работы станка) осуществляются поворот, фиксация и зажим барабана в рабочем положении, а затем зажим обрабатываемой детали в приспособлениях, установленных на гранях барабана.

Применяются следующие механизмы поворота барабанов: с электромеханическим приводом и двойной индексацией (рис. 32); с мальтийским

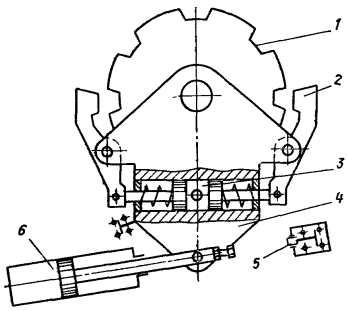


Рис. 34. Храповой механизм поворота барабана

приводом (рис. 33), с гидромеханическим приводом (рис 34).

Двухдвигательный привод поворота и фиксации (рис. 32), смонтированный на портале *12* (рис. 30), предназначен для периодического поворота барабана на одну позицию и доворота в обратном направлении к жесткому упору фиксатору. Фиксатор представляет собой цилиндрический упор *2* (рис. 35), скользящий во втулке *4*, закрепленной в стойке *8*. Во время быстрого поворота барабана *12* один из запрессованных в нем и зубчатом венце *11* фиксирующих пальцев *1* своим скосом нажимает на конусную поверхность упора *2*, отодвигает его и воздействует на выключатель *6*, установленный в корпусе *5*.

Поступает команда на остановку барабана и включение двигателя его реверса (доворота) на фиксацию. При этом барабан находится в положении, когда упор *2* под действием пружины *3* вернулся в исходное положение, а между упором и пальцем *1* имеется некоторый зазор. Двигатель реверса через червячный редуктор *3* (см. рис. 30) доворачивает барабан к упору и выключается посредством реле максимального тока. Контроль фиксации осуществляется выключателем *7* (рис. 35) через штырь *10* и палец *9*.

Для гарантированной жесткой фиксации положения барабана применяется механизм подклинки (рис. 36), смонтированный в стойке приспособления и управляемый гидроцилиндром.

После фиксации барабан поджимается в осевом направлении. Схема механизма поджима приведена на рис. 37. В корпусе *4*, закрепленном на стойке *10*, имеются два связанных между собой пневмоцилиндра *11* (штоковая полость одного из них связана с бесштоковой другого). Штоки цилиндров через рычаг *9* поворачивают втулку *3*, связанную резьбой с неподвижно закрепленной на корпусе гайкой *2*. Втулка, поворачиваясь, перемещается в осевом направлении, воздействуя через подшипник *5* и шайбу *6* на гайку *7* и связанную с ней ось барабана *1*. Работа механизма поджима фиксируется конечным выключателем *8*.

В конструкции с мальтийским приводом поворота барабана (рис. 33)

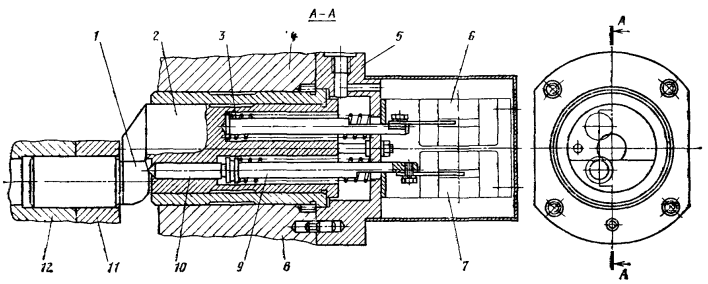


Рис. 35. Фиксатор барабана с двойной индексацией

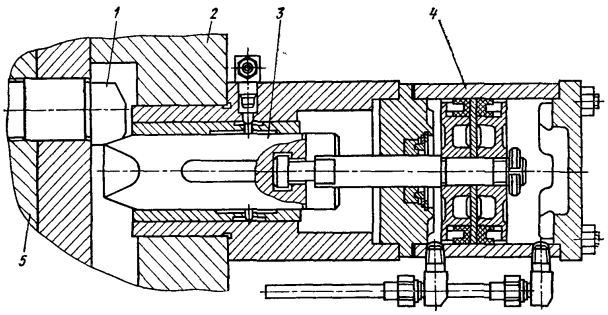


Рис. 36. Механизм подклинки барабана:
1 — фиксирующий палец; *2* — стойка барабанного приспособления; *3* — клин; *4* — пневмоцилиндр; *5* — барабан

вращение от электромеханического привода *1*, установленного на портале *12*, передается на вертикальный вал *2* и водило *3* сферического мальтийского креста *5*. При вращении ролик *4* водила входит в паз мальтийского креста и поворачивает барабан *6*. Инерционные нагрузки воспринимаются цилиндрической поверхностью водила, которое в конце поворота входит в цилиндрическую выточку мальтийского креста и останавливает барабан. Фиксация барабана осуществляется скалками *9*, закрепленными на шпиндельной коробке с помощью кронштейна *10*, и входящими во втулки фиксации барабана *7*. В стойке *11* установлена втулка *8* направления фиксирующей скалки. Недостатком этой схемы является перемещение фиксаторов вместе с инструментами, что приводит к их износу и потере точности фиксации.

Принцип работы храпового механизма поворота барабана (рис. 34) заключается в следующем. Перед началом поворота барабана рычаги *2* при помощи гидроцилиндра *3* заходят своими выступами в выемки делительного диска *1*, связанного с барабаном. Шток гидроцилиндра поворота *6* поворачивает серьгу *4*, в которой смонтированы рычаги *2*, что обеспечивает поворот делительного диска, связанного с серьгой, и, следовательно, барабана на одно деление.

В положении «Окончание поворота» шток воздействует на конечный выключатель *5*, подающий команду на фиксацию барабана. При фиксации барабана рычаги *2* при помощи возвратных пружин выходят из пазов делительного диска, а шток цилиндра вместе с серьгой возвращается в исходное положение.

Для фиксации барабанов помимо рассмотренных выше механизмов применяется ряд других конструкций. На рис. 38 показан фиксатор с пневмоцилиндром. Два цилиндрических фиксатора, размещенных на максимальном удалении друг от друга, обеспечивают точную фиксацию барабана и достаточную жесткость. Один из фиксаторов может быть выполнен срезанным.

На рис. 39 приведена конструкция цилиндрического фиксатора с выборкой зазоров. Фиксатор *6* перемещается в цилиндрической расточке кронштейна (корпуса) *7*, неподвижно закрепленного на станине станка. Фиксатор приводится в действие гидроцилиндром, шток которого связан с тягой *12* таким образом, что при перемещении вперед тяга действует на фиксатор, упираясь вставными полукольцами *10* в пружину *9*. Движение фиксатора ограничивается клиновой вставкой *8*, которая заставляет фиксатор остановиться; при этом выбираются зазоры за счет клиновой

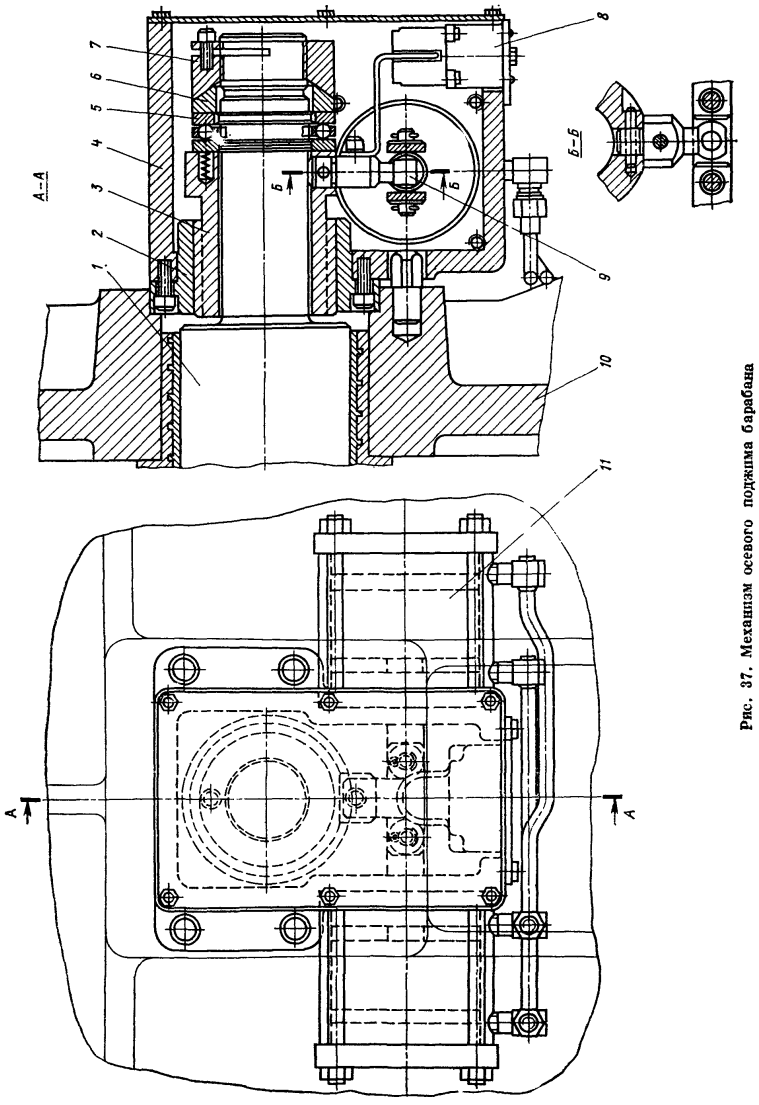


Рис. 37. Механизм осевого поджима барабана

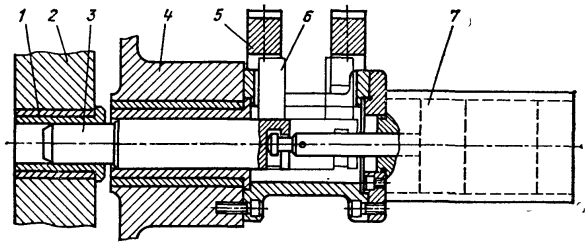


Рис. 38. Фиксатор с пневмоцилиндром:
1 — фиксирующая втулка; *2* — барабан; *3* — фиксатор; *4* — стойка барабанного приспособления; *5* — бесконтактный выключатель; *6* — экран (ленесток); *7* — пневмоцилиндр

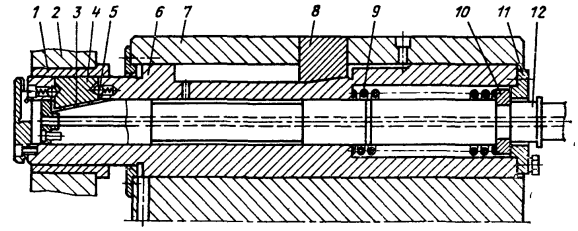


Рис. 39. Цилиндрический фиксатор с выборкой зазоров

поверхности вставки. Тяга *12* еще некоторое время перемещается, воздействуя своим скосом через цилиндрические ролики *3* на сухарь *4* и жестко расклинивая фиксатор во втулке *1* барабана *2*. При начале движения тяги в положении расфиксации подпружиненные шарики *5*, воздействуя на скосы в сухаре, отводят его, а затем тяга возвращает фиксатор в исходное положение, воздействуя на торец фланца *11*. Для компенсации износа корпус *7* выполнен разъемным.

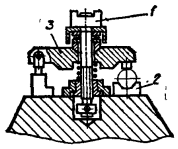
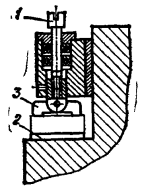
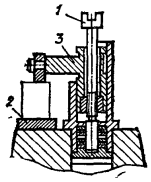
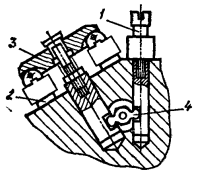
Для закрепления обрабатываемых деталей в барабанных приспособлениях используют преимущественно электромеханический ключ (см. рис. 15). Наиболее распространенные типы узлов зажима барабанных приспособлений приведены в табл. 19.

Конструкции узлов зажима барабанных приспособлений приведены на рис. 40—41.

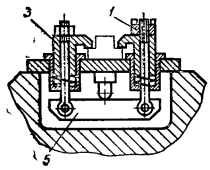
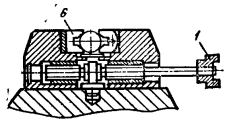
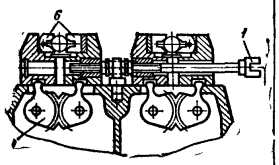
Точность и надежность функционирования агрегатного станка с барабанным приспособлением в значительной степени зависят от правильного выбора схемы устройства направления режущего инструмента. Кондукторные втулки размещаются в стойках приспособления, подвесных кондукторных плитах, фиксируемых на стойках барабанного приспособления или непосредственно на барабане. Направление может осуществляться по режущему либо вспомогательному инструменту. Схемы направления инструмента приведены в табл. 20.

Прямолинейно перемещающиеся приспособления монтируются на позиционирующих (имеющих фиксированные положения) либо перемещающихся со скоростью рабочей подачи столах.

19. Схемы узлов зажима барабанных приспособлений

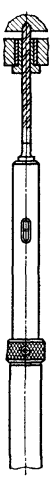
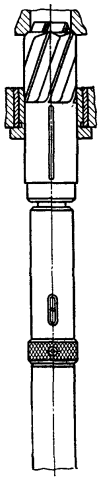
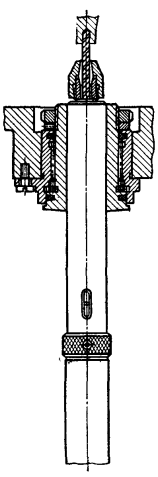
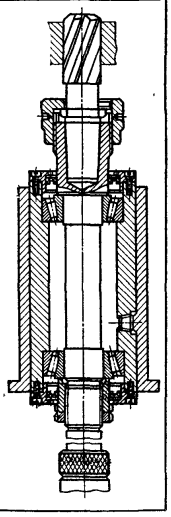
Схема	Наименование схемы, характеристика	Область применения
	Откидной прихват с приводом посередине. Недостаток схемы: малые усилия зажима из-за наличия опоры рычага	Закрепление относительно небольших деталей при наличии достаточного места на грани барабана
	Г-образный прихват	Крепление деталей при ограниченном пространстве на приспособлении
	Качающийся прихват с приводом посередине. Недостаток схемы: большие габариты узла зажима и нетехнологичная форма уступов в корпусе барабана	Для тяжелых работ, связанных с большими усилиями резания
	Зажим с рычажной передачей	Для крепления деталей с размещением выхода на механический ключ в месте, не мешающем загрузке-выгрузке деталей

Продолжение табл. 19

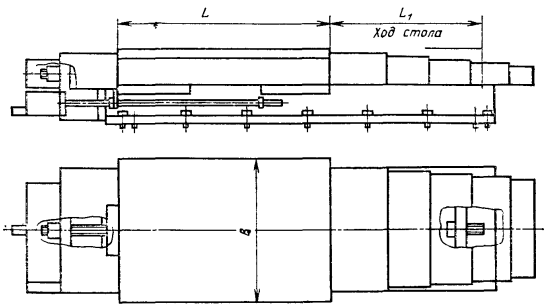
Схема	Наименование схемы, характеристика	Область применения
	Спаренные Г-образные прихваты. Достоинство конструкции: возможность монтажа на грань барабана самостоятельным узлом	Крепление деталей в двух точках (зонах)
	Самоцентрирующие тиски с жесткой и качающейся губками	Для самоцентрирующего закрепления деталей
	Спаренные самоцентрирующие тиски. Достоинство конструкции: высокая компактность	Для самоцентрирующего закрепления двух деталей на одной грани барабана

Обозначения. *1* — винт зажима; *2* — базовый элемент приспособления; *3* — прихват; *4* — рычаг; *5* — коромысло; *6* — губки призмы; *7* — зубчатый сектор.

20. Схемы направления режущего инструмента на АС с барабанными приспособлениями

Схема	Характеристика схемы	Область применения
	Направление по режущей части инструмента в неподвижной кондукторной втулке	Для стержневого инструмента (сверл, зенкеров и др.) при симметричном распределении нагрузки, при скоростях вращения инструмента во втулке до 0,34 м/с
	Направление по направляющей части инструмента в неподвижной кондукторной втулке	При использовании втулки для направления инструментов различных диаметров, при симметричном распределении нагрузки, при скорости вращения инструмента во втулке до 0,34 м/с
	Направление инструмента по вращающейся втулке	При несимметричном распределении нагрузки на инструменты (обработка пролитого отверстия и др.) при скорости вращения инструмента во втулке более 0,34 м/с
	Направление инструмента при помощи скользящей втулки	Аналогично при направлении инструмента по вращающейся втулке, а также при больших диаметрах расточки и малых расстояниях между центрами

21. Столы позиционирующиеся унифицированные



Исполнение	Размеры зеркала, мм		Ход стола, мм	Число фиксированных позиций
	L	B	L_1	
411	750	500	590	2
510	900	600	400	
611	1060	730	760	

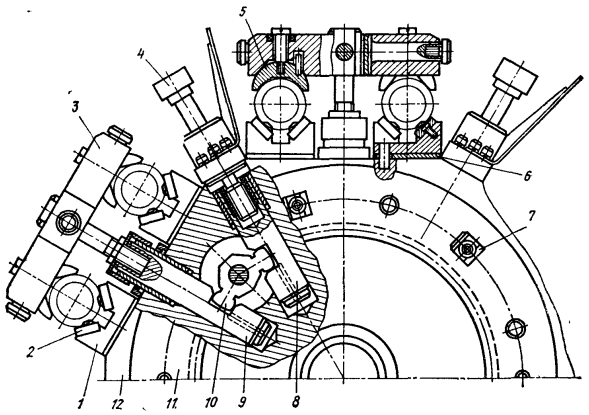
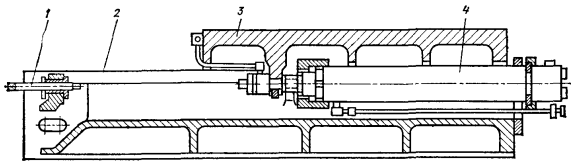


Рис. 40. Шестипозиционное барабанное приспособление для обработки втулки:
1 — базовая призма; *2* — базовая планка; *3* — прихват; *4* — винт зажима; *5* — прижимная «плавающая» призма; *6* — компенсатор; *7* — палец фиксаторный; *8*, *9* — тяги; *10* — рычаг; *11* — зубчатый венец; *12* — корпус барабана

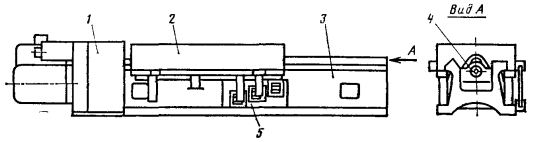
22. Столы силовые с гидроприводом (основные параметры некоторых моделей)



1 — винт упора; *2* — направляющая плита; *3* — стол (платформа); *4* — гидроцилиндр привода перемещения стола

Параметр	УН4511	УН4512	УН4513	УН4514	УН4515	УН4516	УН4517
Ход стола, мм	160 250 400	250, 400, 630		250, 400, 630, 1000		400, 630	1000, 1250
Размеры зеркала, мм	400×200	500×250	630×320	800×400	1000×500	1250×630	1400×800
Наибольшее усилие подачи, Н	6300	10 000	16 000	25 000	40 000	63 000	100 000

23. Столы силовые с электромеханическим приводом (основные параметры некоторых моделей)



1 — привод подачи; *2* — стол; *3* — направляющая плита; *4* — винт упора; *5* — блок упоров управления

Параметр	УЕ4532	УЕ4533	УЕ4534	УЕ4535	УЕ4536	УЕ4537
Ход стола, мм	250, 400	250, 400, 630		250, 400 630, 1000	400, 630, 1000, 1250	
Размеры зеркала, мм	500×250	630×320	800×400	1000×500	1250×630	1400×800
Наибольшее усилие подачи, Н	10 000	16 000	25 000	40 000	63 000	100 000

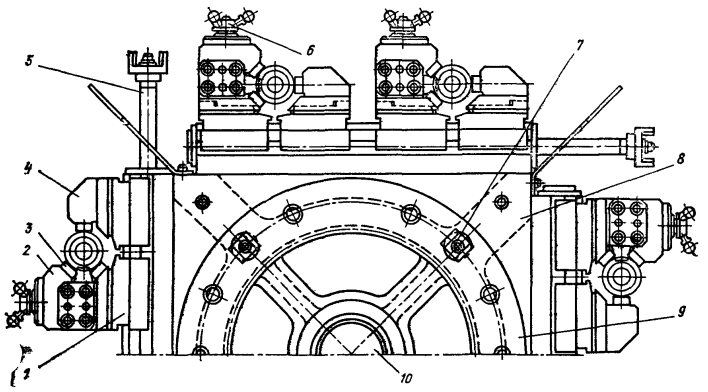


Рис. 41. Четырехпозиционное барабанное приспособление для обработки цапфы:
1 — спаренные самоцентрирующие тиски; *2* — базовая призма; *3* — базовая планка; *4* — прижимная колодка; *5* — винт зажима; *6* — рукоятка управления осевым поджимом обрабатываемой детали; *7* — палец фиксаторный; *8* — корпус барабана; *9* — зубчатый венец; *10* — ось барабана

В табл. 21 приведены основные параметры унифицированных позиционирующих (подкатных) столов модели УМ 2312 с гидравлическим приводом.

В табл. 22 и 23 приведены основные параметры силовых столов соответственно с гидравлическим и электромеханическим приводами подачи.

Приспособление компонуется на силовых столах, работающих, например, по схеме продольного фрезерования (рис. 42).

Элементы базирования, фиксации и зажима, используемые в прямолинейно перемещающихся приспособлениях, аналогичны применяемым в конструкциях стационарных приспособлений.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ-СПУТНИКИ

Приспособления-спутники в АЛ используются главным образом для обработки деталей сложной конфигурации, не имеющих базовых поверхностей для их ориентации и транспортирования непосредственно по направляющим транспортера либо выполненных из непрочного материала, когда в процессе перемещения возможен значительный износ базовых поверхностей.

Приспособление-спутник — узел, в котором скомпонованы элементы базирования, фиксации и зажима как обрабатываемых деталей, так и самого спутника в АЛ. Конструкция приспособления-спутника должна обеспечивать точность и жесткость базирования детали, ее надежный прижим, исключающий упругие деформации, хорошие условия отвода стружки. Спутники должны иметь форму, удобную для транспортирования вдоль АЛ, надежной фиксации и закрепления на технологических позициях.

Типовая компоновка АЛ с приспособлениями-спутниками приведена в табл. 2.

Приспособления-спутники подразделяются на следующие основные группы:

для базирования деталей (закрепление детали вместе со спутниками производится на рабочих позициях АЛ). Применяют для деталей, имеющих устойчивую базу (например, станин электродвигателей и др.);

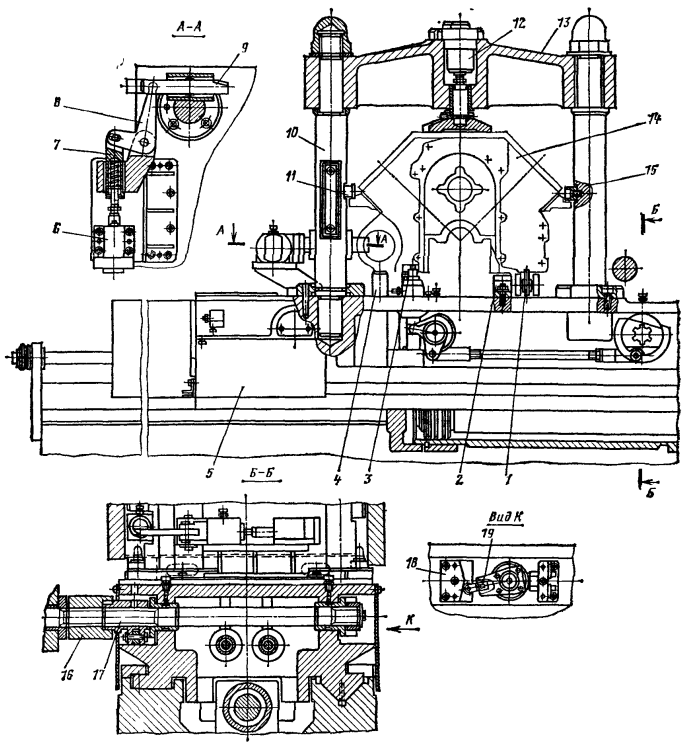


Рис. 42. Компоновка приспособления агрегатно-фрезерного станка с силовым столом рабочей подачи:

1 — транспортер загрузки детали; *2* и *4* — базовые платики; *3* — выдвижной фиксатор; *5* — силовой стол; *6* — гидроцилиндр; *7* — толкатель; *8* — рычаг; *9* — плунжер дополнительного поджима детали, *10*, *15* — стойка, *11* — планки ограничения подъема детали; *12* — гидроцилиндр зажима; *13* — портал; *14* — обрабатываемая деталь; *16* — муфта привода фиксации детали, *17* — валик; *18* — клин; *19* — упор

для установки деталей (на рабочих позициях АЛ закрепляют только спутники). Используют для деталей, имеющих неустойчивые или необработанные базовые поверхности (шатунов, рычагов и др.);

для базирования с помощью специальных фиксирующих устройств, расположенных вне спутника на отдельной позиции, и крепления заготовок устройством, установленным непосредственно на спутнике;

для транспортирования — транспортные плиты для переноса деталей между технологическими позициями. Базирование и закрепление деталей при обработке выполняются в приспособлениях станков, встроенных в АЛ.

Базирование деталей в приспособлениях-спутниках может выполняться по следующим элементам:

по плоскости и двум отверстиям (детали типа крышек, корпусов, балансиров и др.);

по плоскости и центральному отверстию либо по наружной цилиндрической поверхности с фиксацией (при необходимости) углового положения детали (диски, станины электродвигателей, ступицы колес и др.);

в самоцентрирующих патронах (тормозные барабаны, звездочки и др.);

в призмах (валы, крестовины кардана, поддерживающие ролики гусеницы трактора и др.);

по необработанной плоскости и двум конусным отверстиям (картер рулевого управления и др.);

комбинированная схема с использованием подводимых опор, самоцентрирующих устройств (рычаги, картеры ведущих мостов и др.);

по плоскости и трем отверстиям. Эта схема принципиально не отличается от схемы базирования по двум отверстиям. В этом случае все три пальца должны быть ромбическими (два из них ограничивают смещение заготовки по оси *X*, а третий — по оси *Y*).

Базирование по плоскости и двум отверстиям наиболее рационально при необходимости последующей (после АЛ) обработки (например, для базирования при финишних операциях, выполняемых вне АЛ). Установка деталей производится преимущественно на неподвижные фикси-

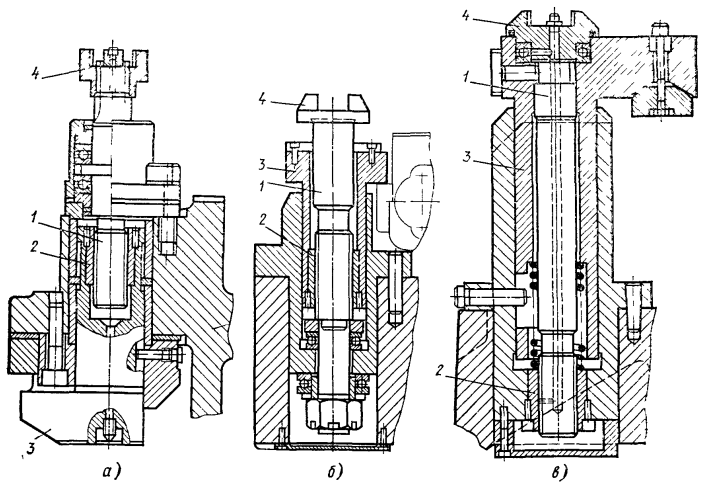


Рис. 43. Конструкции прихватов на приспособлениях-спутниках:
1 — винт; *2* — гайка; *3* — прихват; *4* — полумуфта

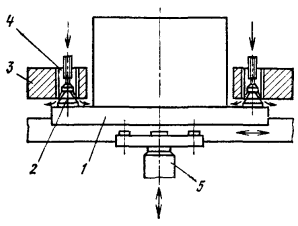


Рис. 44. Схема пневматического контроля фиксации приспособления-спутника на рабочей позиции

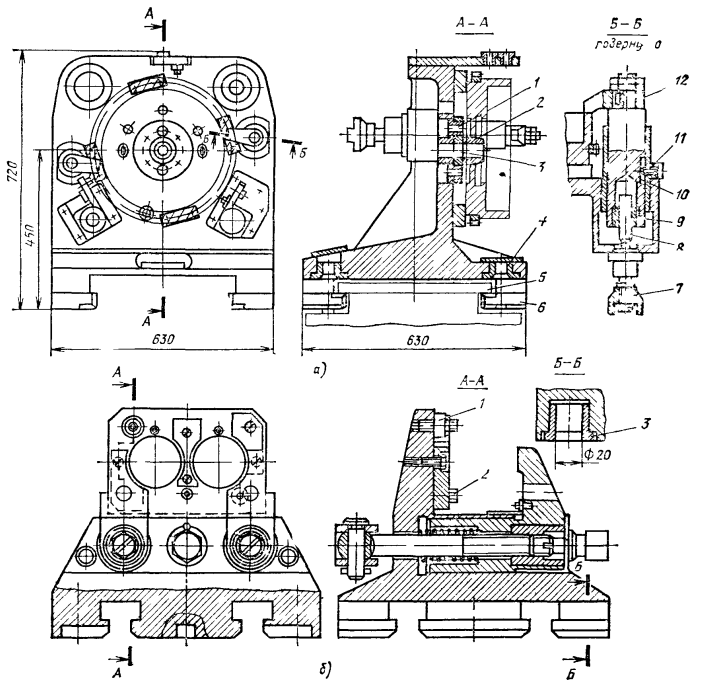


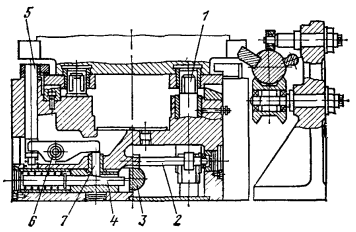
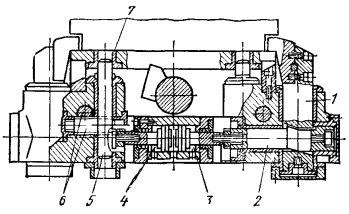
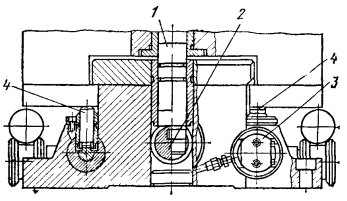
Рис. 45. Приспособления-спутники одноместные:
а — для обработки маховика с базированием детали по плоскости и центральному отверстию *1* — кондукторные втулки, *2* — базовая втулка, *3* — фланец, *4* — втулки фиксации приспособления-спутника, *5* — базовая планка станции фиксации и зажима приспособления-спутника, *6* — прижимные планки спутника, *7* — полумуфта, *8* — винт зажима, *9* — гайка, *10* — тяга, *11* — штифт, *12* — прихват, *б* — для обработки корпуса камеры карбюратора с базированием детали по плоскости и двум отверстиям. *1* и *2* — базовые пальцы, *3* — втулка фиксации спутника

рующие пальцы. Последние должны быть легко демонтируемы для удобства замены при ремонте, для чего отверстия под фиксаторы в корпусе спутника выполняют сквозными либо в торце фиксаторов предусматривают резьбовые демонтажные отверстия.

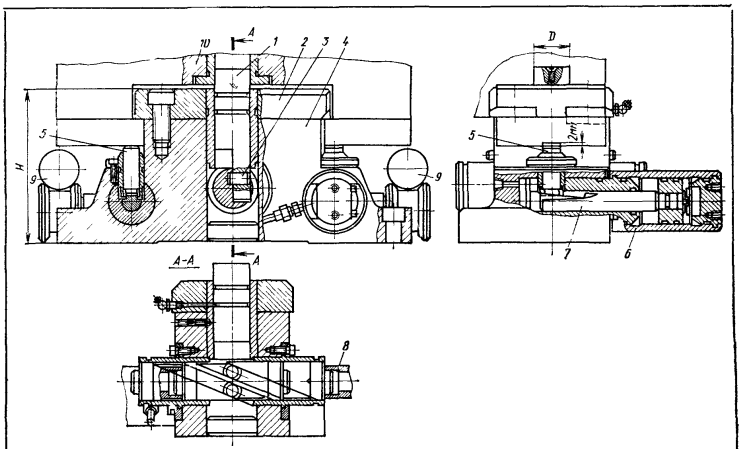
Крепление деталей в приспособлениях-спутниках выполняется преимущественно различными прихватами (рис. 43, *а—в*) через винтовые самотормозящие пары. Прихваты отличаются простотой, надежностью конструкции, а также компактностью.

Фиксация спутников на рабочих позициях АЛ осуществляется в основном по двум точным отверстиям двумя пальцами — цилиндрическим и срезанным либо двумя цилиндрическими (в последнем случае одна из фиксирующих втулок спутника имеет по внутреннему диаметру овал). Применение овальной втулки в сочетании с цилиндрическим фиксатором позволяет повысить жесткость системы и снизить интенсивность износа элементов фиксации. Кроме того, при утапливании срезан-

24. Базирование, фиксация и зажим приспособлений-спутников на рабочих позициях АЛ

Схемы	Характеристика схемы		
	Базирование	Фиксация	Зажим
	По плоскости и двум отверстиям Прижим книзу	Два выдвижных фиксатора *1* круглый и срезанный Фиксация от гидроцилиндра через штангу *3*, вал *2* и фиксаторы *1*	Зажим через клин *4*, толкатель *7*, рычаг *6* и прихват *5* Усилие прижима $P = 4000$ Н в четырех точках Контроль усилия зажима отсутствует. Разжим от штанги *3*
		Два выдвижных фиксатора *5* оба круглые (одна втулка *7* имеет вырез на внутренней поверхности) Фиксация от гидроцилиндра (на схеме не виден) через штангу *6* реечную передачу и фиксаторы *5*	Зажим через гидроцилиндр *3* (*4*), клин *2* и прихват *1* Усилие прижима $P = 6000$ Н в четырех точках Контроль усилия — по реле давления в гидросистеме
	По плоскости и двум отверстиям. Прижим кверху	Два выдвижных фиксатора Фиксация от штанги *2* на фиксаторы *1*	Зажим через гидроцилиндр *3*, плунжер *4*. Усилие прижима $P = 20\,000$ Н в четырех точках Контроль усилия — по реле давления

25. Основные параметры унифицированных станций фиксации и зажима (размеры, мм)



1 — фиксатор; *2* — базовая плита; *3* — сухарь; *4* — корпус; *5* — плунжер; *6* — гидроцилиндр прижима спутника; *7* — шток-клин; *8* — штанга привода фиксатора; *9* — штанга транспортера спутников *10*

Диаметр фиксатора D	Ход фиксатора	Ход плунжера	H
50	25 50	2	175

Примечание. Возможно исполнение станции фиксации с плитой *2*, отлитой заодно с корпусом *4*.

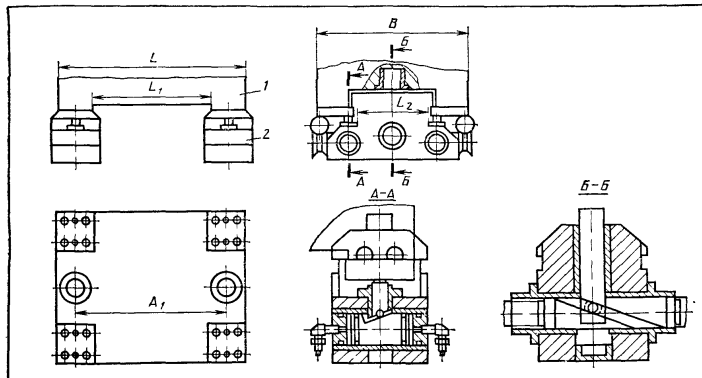
ного пальца возможно попадание стружки и металлической пыли внутрь направляющей втулки, в которой перемещается палец, поэтому применение схемы с двумя цилиндрическими пальцами предпочтительней. При этом следует учесть, что приемная фаска выполняется на фиксирующей втулке спутника, а не на пальце, что предотвращает затягивание стружки при опускании фиксатора. Закрепление приспособлений-спутников на рабочих позициях осуществляется от гидроцилиндров либо через клиновую передачу.

Схемы базирования, фиксации и зажима приспособлений-спутников на рабочих позициях АЛ приведены в табл. 24. Применение схемы базирования прижимом спутника книзу обеспечивает достаточную жесткость конструкций, позволяет уменьшить усилия прижима. Недостаток этой схемы — возможность попадания стружки на базовые поверхности и износ опорных поверхностей приспособления-спутника и рабочей позиции АЛ, снижающий точность базирования.

При базировании спутника прижимом кверху базирующие поверхности станций фиксации и зажима практически закрыты от попадания стружки и эмульсии.

В табл. 25 приведены основные параметры унифицированной станции фиксации и зажима конструкции Минского СКБ АЛ.

26. Размерный ряд приспособлений-спутников, мм



1 — приспособление-спутник; *2* — станция фиксации и зажима

Основные размеры	Ширина спутника B			
	400	500	630	800
L	500; 630; 800	500; 630; 800; 1000	630; 800; 1000	800; 1000
A_1	380; 510; 680	380; 510; 680; 880	510; 680. 880	680; 880
L_1	260; 390; 560	260; 390; 560; 560	390; 560; 560	560; 560
L_2	200	260	390	560

Контроль фиксации приспособлений-спутников на рабочих позициях может выполняться при помощи конечных выключателей контактного или бесконтактного типа, взаимодействующих с упорами управления, размещенными на штанге привода перемещения фиксаторов.

На рис. 44 приведена схема контроля правильности фиксации приспособлений-спутников на рабочих позициях АЛ. Спутник *1* базируется прижимом кверху при помощи подъемника *5*. В отверстия фиксирующих втулок *4*, установленных в прижимные планки *3*, подается сжатый воздух, очищающий фиксаторы *2* и отверстия от стружки и металлической пыли. В момент фиксации подвод воздуха перекрывается, вызывая срабатывание струйного логического элемента (число элементов соответствует числу фиксаторов). При полностью зафиксированном спутнике подается команда, разрешающая выполнение очередного элемента цикла работы АЛ.

Примеры конструкции одноместных приспособлений-спутников приведены на рис. 45 и 46, многоместных — на рис. 47.

Нормализованные и унифицированные элементы в спутниках достигают 70 % от общего числа деталей.

Разработан размерный ряд, регламентирующий основные размеры приспособлений-спутников (табл. 26).

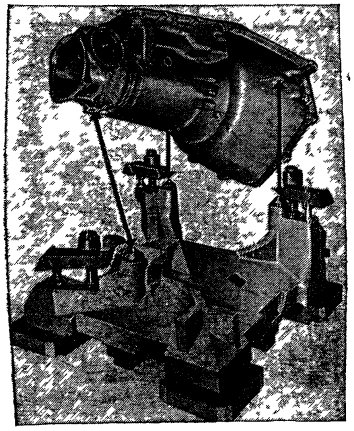


Рис. 46 Приспособление-спутник одноместный с базированием на плоскость и три отверстия

Для транспортирования в ориентированном положении заготовок, не имеющих соответствующих устойчивых баз могут применяться транспортные спутники (эти спутники не оказывают влияния на точность установки детали в приспособление станка) Платформа *4* (рис 48) транспортного приспособления-спутника, установленного на цепном роликовом транспортере *5*, может оснащаться сменными базовыми элементами *1* для установки детали *2*. Выдвижные упоры *6*, установленные вне боковых планок *3* и взаимодействующие с платформой, управляют потоком, останавливая его у мест перегрузки.

Транспортные спутники не требуют большой точности изготовления, поэтому они дешевле технологических в производстве и эксплуатации В качестве транспортных спутников могут использоваться тележки, гибко соединенные с непрерывно движущейся тяговой цепью.

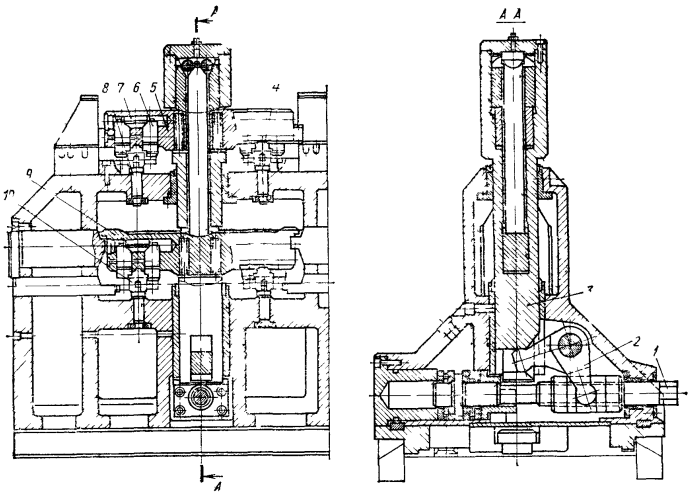


Рис. 47. Приспособление-спутник многоместное для обработки крестовины кардана с базированием деталей в призмах:

1 — винт зажима детали *2* — рычаг *3* — тяга *4* и *10* — обрабатываемая деталь *5* и *9* — прихват, *6* — пружинер призма, *7* — клин, *8* — базовый палец

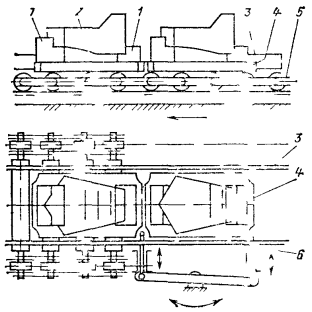


Рис 48 Транспортные приспособления-спутники на цепном роликовом транспортере

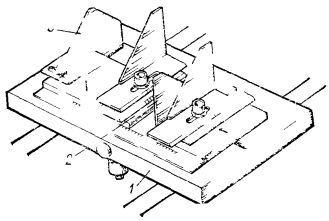


Рис. 49. Транспортная плита для деталей типа валов

Пример транспортного приспособления-спутника (транспортной плиты) приведен также на рис 49. На основании *1* плиты закреплены две пары клинообразных пластин *2* (создающих две базовые призмы) и регулируемый ограничитель (осевой упор) *3*. Раствор призм (V-образный паз) регулируется, что позволяет транспортировать детали различных диаметров и длин после переналадки.

Передача детали со спутника в рабочую зону станка выполняется при помощи загрузочно разгрузочного устройства Перемещение приспособлений спутников между технологическими позициями осуществляется транспортерами

В табл 27 приведены схемы рабочих и вспомогательных (возвратных) транспортеров, перемещающих приспособления спутники по транспортной системе АЛ.

В отдельных случаях для перемещения спутников могут использоваться гравитационные транспортеры. Несущие элементы *1* (рис 50) гравитационных систем изготовляют из профильного проката. Подъем спутников *3* на большую высоту осуществляется при помощи специальных подъемников или цепных элеваторов, опускание — при качении роликов *2* по несущим элементам

Для перемещения и накопления особо тяжелых приспособлений-спутников применяют конвейеры с цепями, входящие в соприкосновение с деталью посредством пневматических надувных шлангов (рис. 51) Секция *6* конвейера включает воздушный шланг *5* и гибкую опорную пластину *4*, по которой скользит цепь *2* При подаче воздуха в шланг происходит подъем пластины, изготовленной из гибкой закаленной стальной ленты.

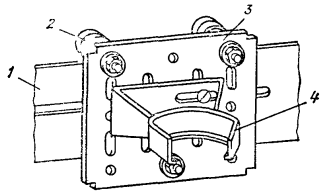


Рис 50 Принцип работы гравитационного транспортера с качением спутников по планкам

1 — несущие элементы транспортера, *2* — ролики, *3* — спутник *4* — захват для установки детали

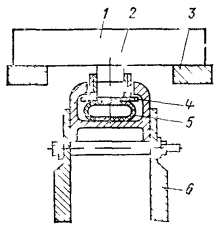
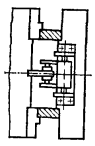
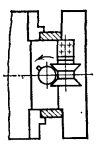
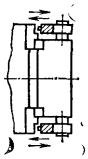
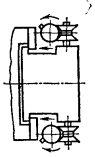


Рис. 51 Транспортер с надувным шлангом для приспособлений спутников

27. Схемы транспортеров, перемещающих приспособления-спутники

Схема	Тип транспортера	Расположение транспортных штанг относительно приспособления-спутника	Перемещение	Базирование
	Штанговый с утапливающимися подпружиненными собачками	По оси (между базовыми планками)	По опорно-направляющим планкам	По плоскостям базовых планок (платиков) прижимом книзу
	С поворотной штангой, оснащенной упорами	По оси или сбоку		
	С двумя прямоугольными штангами, оснащенными жесткими упорами	По краям	На штангах	—
	С двумя круглыми поворотными штангами, оснащенными жесткими упорами			К плоскостям (опорным планкам) станции фиксации и зажима прижимом кверху

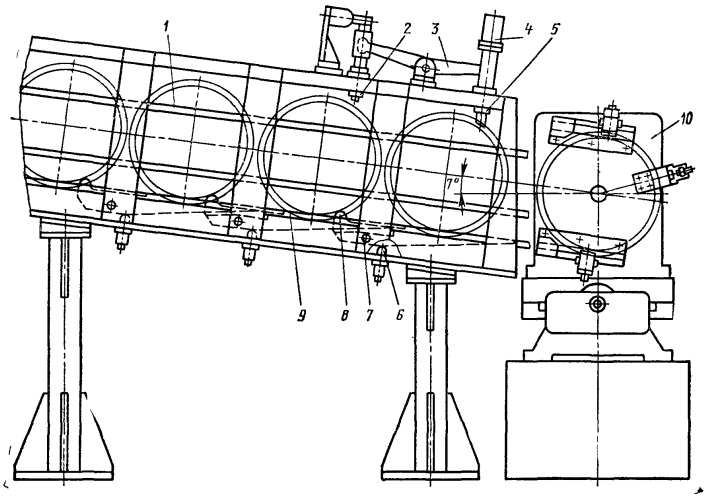


Рис. 52. Устройство для автоматической загрузки маховиков в приспособления-спутники:
1 — направляющие планки; *2*, *5* — отсекатели; *3*, *8* — рычаги; *4* — гидроцилиндр; *6* — подпружиненный плунжер; *7* — ось; *9* — опорная планка; *10* — приспособление-спутник

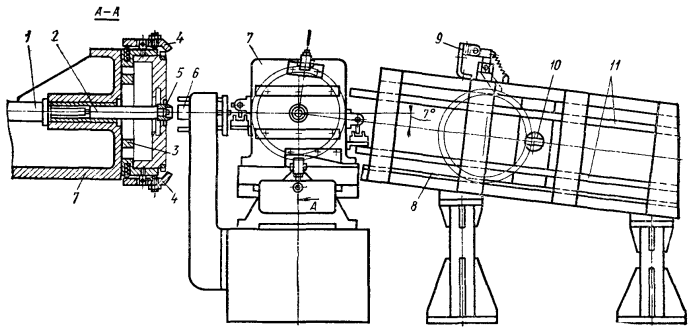


Рис. 53. Устройство для автоматической разгрузки маховиков:
1, *6* — гидроцилиндры; *2* — скалка; *3* — упорная планка; *4* — подпружиненная собачка; *5* — втулка; *7* — приспособление-спутник; *8* — планка; *9* — путевой переключатель; *10* — отсекатель; *11* — направляющие планки

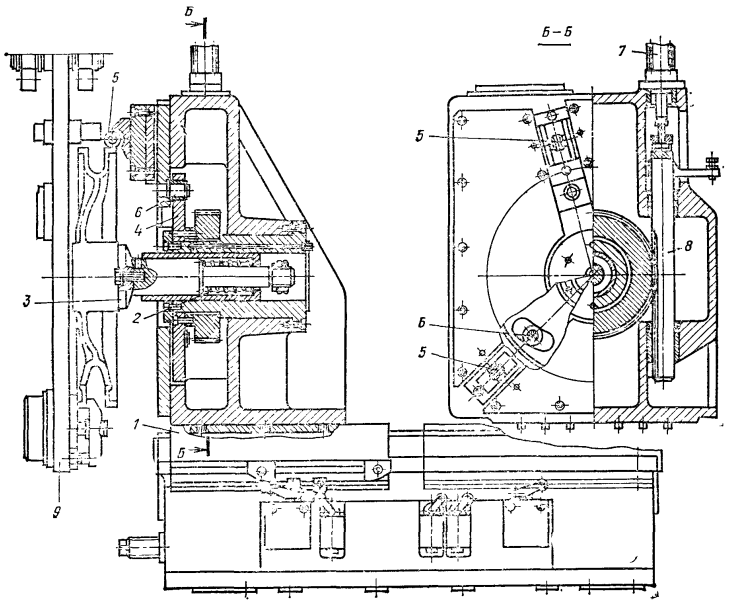


Рис. 54. Механизм центрирования детали в приспособлении-спутнике:
1 — каретка; *2* — пружина; *3* — прижимной фланец; *4* — поворотный диск; *5* — кулачки; *6* — ролики; *7* — гидроцилиндр поворота; *8* — зубчато-реечная передача; *9* — приспособление-спутник

При этом скользящая на пластине цепь входит в контакт с транспортируемым спутником *1* и за счет сил трения перемещает его по планкам *3*, в которые могут быть встроены подпружиненные ролики. При накоплении спутники воздействуют на датчик, по сигналу которого в соответствующие отрезки шланга прекращается подача сжатого воздуха, и спутники останавливаются на некотором расстоянии друг от друга.

Конструкции приспособлений-спутников должны обеспечивать при необходимости возможность автоматической загрузки-выгрузки. На рис. 52 показано устройство для автоматической загрузки деталей типа фланец на загрузочной позиции АЛ в приспособление-спутник. Загрузочное устройство выполнено в виде лотка с системой отсекателей для пропуска на позицию загрузки по одной детали. Аналогичные устройства (рис. 53) могут использоваться для выгрузки деталей после их обработки в АЛ.

Для центрирования деталей в приспособлениях-спутниках могут применяться специальные механизмы (рис. 54), установленные вне спутника. Центрирование детали осуществляется кулачками *5*, связанными с роликами *6*. Ролики перемещаются в пазах поворотного диска *4*, приводимого в действие от гидроцилиндра *7* через зубчато-реечную передачу 8.

Приспособления-спутники могут оснащаться кондукторными втулками *1*, направляющими режущий инструмент (рис. 55, *а*). Это в определенной степени обеспечивает точность взаимного расположения обработанных и базовых поверхностей детали. Влияние погрешности позиционирования спутника *2* на станке проявляется в смещении осей кондукторных втулок относительно шпинделей, несущих инструмент, в деформациях и повышенном износе инструмента и втулок.

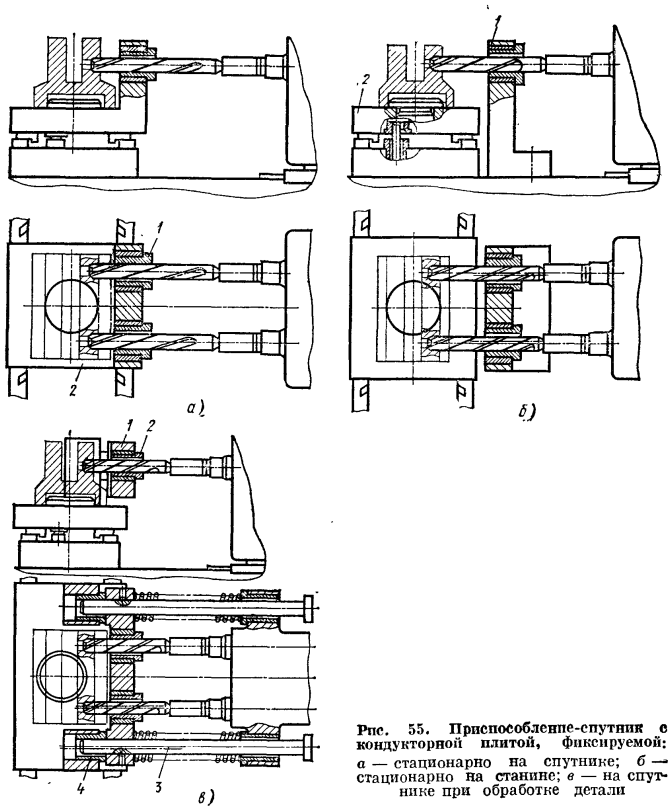


Рис. 55. Приспособление-спутник с кондукторной плитой, фиксируемой: *а* — стационарно на спутнике; *б* — стационарно на станине; *в* — на спутнике при обработке детали

При использовании стационарных кондукторных плит *1* (стоек, кронштейнов) на рабочих позициях АЛ (рис. 55, *б*) погрешности позиционирования спутника *2* оказывают непосредственное влияние на точность обработки.

В конструкциях с подвижной кондукторной плитой *1*, фиксируемой на приспособлении-спутнике (рис. 55, *в*), дополнительные погрешности обработки обусловлены взаимным расположением кондукторных втулок *2* и фиксаторов *3*, а также зазорами между последними и втулками фиксации *4*.

Расчет погрешностей базирования заготовок в приспособлениях-спутни-

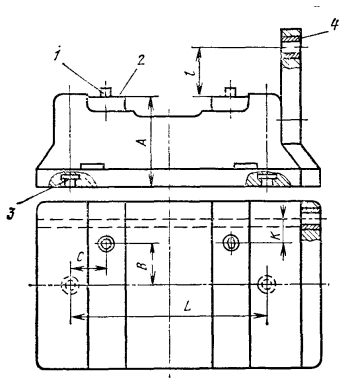


Рис. 56. Основные размеры и схема базирования заготовки в спутнике по плоскости и двум отверстиям:

1 — установочный (базовый) палец; *2* — базовые планки; *3* — втулка фиксации спутника; *4* — кондукторная втулка; *A*, *B*, *L*, *K*, *C*, *l* — размерные параметры

каx. Суммарная погрешность установки заготовки в приспособлениях-спутниках

$$\varepsilon_{у}=\sqrt{\varepsilon^2_{сп}+\varepsilon^2_{у.\,з}},$$

где $\varepsilon_{сп}$ и $\varepsilon_{у.з}$ — погрешности соответственно спутника и установки заготовки в спутнике;

$$\varepsilon_{сп}=\sqrt{\varepsilon^2_{и}+\varepsilon^2_{у.\,сп}+\varepsilon^2_{и.\,сп}+\varepsilon^2_{и.\,з}},$$

где $\varepsilon_{и}$ — погрешность изготовления спутника по соответствующим параметрам; $\varepsilon_{у.сп}$ — погрешность установки (фиксации) спутника в рабочей позиции; $\varepsilon_{и.сп}$ — погрешность, обусловленная износом втулок фиксации спутника; $\varepsilon_{из}$ — погрешность, обусловленная изнашиванием пальцев базирования заготовок;

$$\varepsilon_{у.\,з}=\sqrt{\varepsilon^2_{б.\,з}+\varepsilon^2_{з.\,з}},$$

где $\varepsilon_{б.з}$ — погрешность базирования заготовки; $\varepsilon_{з.з}$ — погрешность закрепления заготовки.

Погрешность изготовления спутника $\varepsilon_{и}$ характеризуется размерными параметрами расположения элементов базирования обрабатываемых деталей (заготовок) — взаимным и относительно элементов фиксации спутника (рис. 56).

Значения полей рассеяния погрешностей изготовления приспособлений-спутников приведены в табл. 28.

В ряде АЛ приспособление-спутник поворачивается (переустанавли-

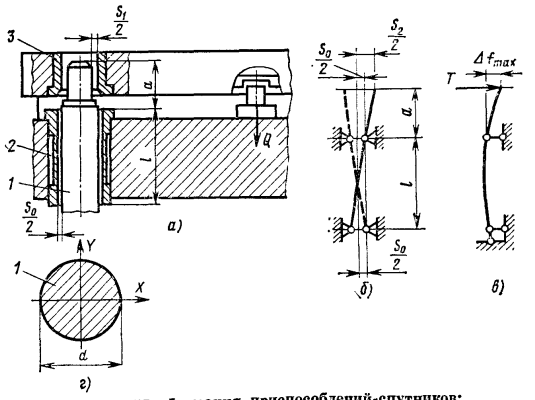
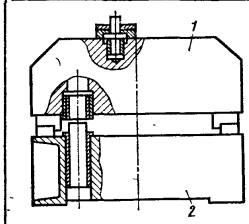
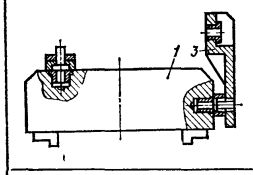
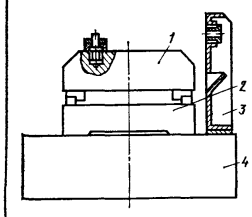
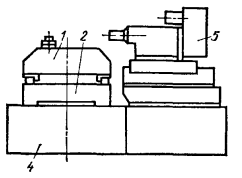


Рис. 57. Фиксация приспособлений-спутников:

а — конструктивная схема; *1* — фиксатор; *2* — направляющая втулка; *3* — втулка фиксации; *б* — схема смещения фиксатора за счет зазора посадки во втулке; *в* — схема упругой деформации фиксатора; *г* — расположение осей координат

28. Значения полей рассеяния погрешностей изготовления приспособлений-спутников

Схема компоновки	Параметр	Взаимное положение рассматриваемых элементов	Поле рассеяния, мм	
			в направлении вдоль оси линии	в направлении, перпендикулярном к базовой плоскости спутника
	Отклонения от номинального положения: базовой плоскости спутника; оси базового пальца	Номинальное положение спутника *1* на станции фиксации и зажима *2*	— ± 0,033*	± 0,021 —
	Расстояния: между базовой плоскостью спутника и осью кондукторной втулки; между осями базового пальца спутника и кондукторной втулки	Кондукторная плита *3* фиксируется по спутнику *1*	— ± 0,032	± 0,034 —
	Расстояния: между базовой плоскостью спутника и осью кондукторной втулки; между осями базового пальца и кондукторной втулки	Кондукторная плита *3* не связана со спутником, установлена на основании *4*	— ± 0,063	± 0,051 —
	Расстояния: между базовой плоскостью спутника и осью шпинделя; между осями базового пальца и шпинделя	Схема обработки силовым агрегатом *5* без направления инструмента по кондукторным втулкам	— ± 0,063	± 0,051 —

* Относится к отклонению оси базового пальца спутника в любом направлении в плоскости, параллельной базовой поверхности спутника.

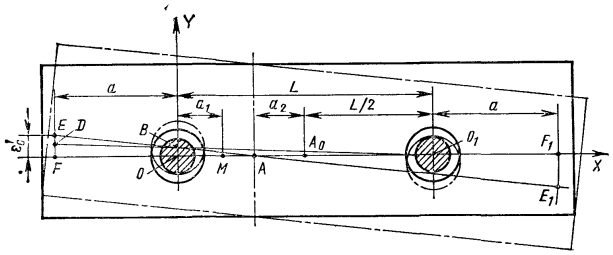


Рис. 58. Схема определения погрешностей от поворота спутника на фиксаторах; a, a_1, a_2, L — размерные параметры; F, E, D, B, O, M, A, A_0, O_1, E_1, F_1 — точки отсчета

вается) вокруг вертикальной оси на 90°. При этом необходимо также учесть взаимное расположение фиксирующих втулок.

При анализе составляющих $\varepsilon_{у.сп}$ необходимо учесть погрешности установки спутников в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Погрешность в вертикальной плоскости зависит от разновысотности опорных платиков спутника и предусмотренных для него баз в станции фиксации и зажима. В схеме прижима спутника книзу дополнительно проявляется влияние износа опорных поверхностей.

В горизонтальной плоскости точность установки спутника определяют следующие параметры:

погрешность, обусловленная противобом консольной части пальцев фиксации (рис. 57),

$$\Delta f = \frac{T(l+d)a^2}{3 \cdot 0{,}05 d^4}$$

(рассматривается наиболее распространенная схема фиксации на два цилиндрических пальца), где $T = Qf(Q$ — масса спутника с заготовкой; f — коэффициент трения спутника о базовые элементы); J — момент инерции;

погрешность, обусловленная зазорами между фиксирующими пальцами и направляющими их втулками,

$$\frac{S_2}{2} = \frac{S_0}{2}\left(1+\frac{2a}{l}\right),$$

где S_0 — радиальный зазор в упомянутом сопряжении;

погрешность, обусловленная зазорами S_1 между фиксирующими пальцами и втулками приспособления-спутника.

Суммарная погрешность в зоне сопряжения фиксирующего пальца:

с цилиндрической втулкой

$$\Delta_ц = \frac{S_{\Sigma ц}}{2} + \Delta f;$$

с овальной втулкой

$$\Delta_{о.в} = \frac{S_{\Sigma о.в}}{2} + \Delta f,$$

где $S_{\Sigma i}$ — суммарный зазор от S_{1i} и S_{2i}.

Максимальная погрешность возникает при повороте спутника на фиксаторах (рис. 58). В этом случае на погрешность оказывают суммарное влияние зазоры в цилиндрической и овальной втулках.

Если, например, рассматриваемая точка F находится за пределами межосевого расстояния L, то ее смещение от среднего положения спутника

$$\varepsilon_c = \pm\left[\Delta_ц\left(1+\frac{a}{L}\right)+\Delta_{о.в}\frac{a}{L}\right].$$

Для точки F_1, симметрично расположенной со стороны овальной втулки,

$$\varepsilon_{c1} = \pm\left[\Delta_{о.в}\left(\frac{2a}{L}+\frac{\Delta_{о.в}-\Delta_ц}{\Delta_{о.в}+\Delta_ц}+1\right)\right].$$

Для точек, расположенных в зоне, вписанной между пальцами фиксации

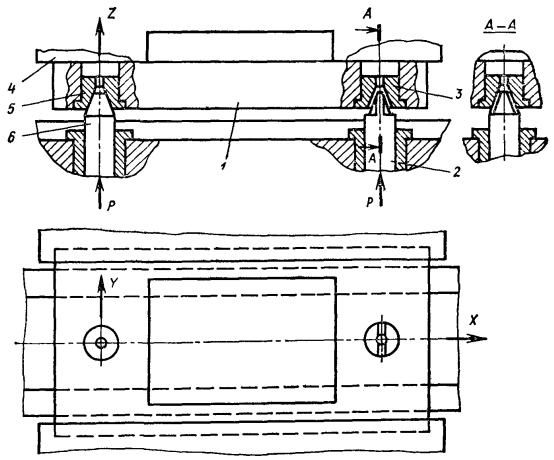


Рис. 59. Фиксация и поджим приспособления-спутника кверху выдвижными конусными фиксаторами:

1 — приспособление-спутник; *2*, *6* — фиксаторы; *3*, *5* — фиксирующие втулки; *4* — платик базирования спутника

окружности (точка M),

$$\varepsilon'_c = \pm\left[\Delta_ц\left(1-\frac{a_1}{L}\right)-\Delta_{о.в}\frac{a_1}{L}\right].$$

При проектировании приспособлений-спутников расположение элементов базирования заготовки необходимо задавать таким образом, чтобы наиболее точные обрабатываемые поверхности располагались ближе к центру поворота спутника. При невозможности реализации указанного условия рекомендуется на рабочей позиции выбирать зазор в одну сторону боковым поджимом спутника. Возникающая при этом погрешность может быть устранена коррекцией настройки системы СПИД.

Расчет погрешностей из условий выбора максимальных зазоров приводит к завышенным значениям, поэтому вводятся коэффициенты, учитывающие это обстоятельство (соответственно для цилиндрической и овальной втулки):

$$K_{\Sigma ц} = \frac{6\sigma_ц}{S_{\Sigma ц}}; \quad K_{\Sigma о.в} = \frac{6\sigma_{о.в}}{S_{\Sigma о.в}},$$

где $6\sigma_i$ — действительное поле рассеяния погрешностей установки спутника на позиции.

Тогда ε_c; ε_{c1} и ε'_c определяются из соотношений

$$\varepsilon_c = \pm\left[K_{\Sigma ц}\Delta_ц\left(1+\frac{a}{L}\right)+K_{\Sigma о.в}\Delta_{о.в}\frac{a}{l}\right];$$

$$\varepsilon_{c1} = \pm\left[K_{\Sigma о.в}\Delta_{о.в}\left(\frac{2a}{L}+\frac{K_{\Sigma о.в}\Delta_{о.в}-K_{\Sigma ц}\Delta_ц}{K_{\Sigma о.в}\Delta_{о.в}+K_{\Sigma ц}\Delta_ц}+1\right)\right];$$

$$\varepsilon'_c = \pm\left[K_{\Sigma ц}\Delta_ц\left(1-\frac{a_1}{L}\right)-K_{\Sigma о.в}\Delta_{о.в}\frac{a_1}{L}\right].$$

Значения коэффициентов $K_{\Sigma ц}$ и $K_{\Sigma о.в}$ зависят от фактических зазоров в узлах фиксации. Эти же коэффициенты могут быть использованы при расчете

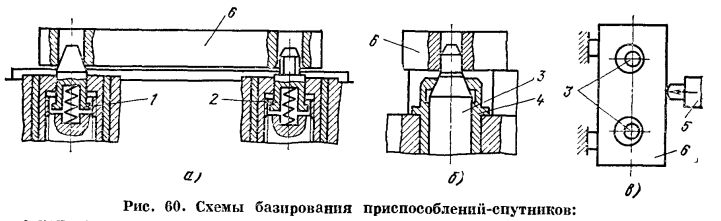


Рис. 60. Схемы базирования приспособлений-спутников:
а — с коническими подпружиненными пальцами; *б* — с сопряжением нижней части фиксатора с направляющей втулкой по конусным поверхностям; *в* — с досылателем, *1*, *2* — установочные пальцы (фиксаторы), *3* — фиксатор; *4* — направляющая втулка; *5* — досылатель; *6* — приспособление-спутник

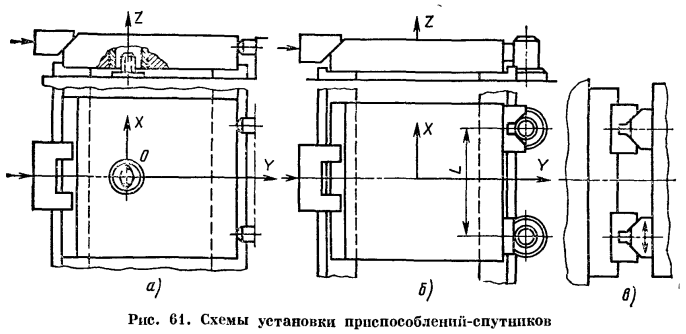


Рис. 61. Схемы установки приспособлений-спутников

погрешности установки спутников вдоль координатных осей (без поворота).

В целях уменьшения погрешности позиционирования (установки) спутников применяют фиксаторы с конусными верхними участками. Фиксаторы поджимают спутник к верхней базе (рис. 59). Причем для самоустановки фиксатор должен иметь возможность смещаться в направляющей его втулке.

Схемы базирования спутников, обеспечивающие уменьшение погрешностей обработки, приведены на рис. 60.

Помимо рассмотренной схемы установки спутника на плоскость и два фиксатора применяются в приспособлениях-спутниках схемы базирования на две плоскости и отверстие (рис. 61, *а*), две плоскости и призму (рис. 61, *б*), две призмы (рис. 61, *в*).

В первом варианте ромбический палец определяет положение приспособления-спутника в направлении оси OX. Погрешность установки зависит от зазоров при фиксации. В направлении OY погрешность зависит от контактных деформаций прижимных платиков спутника и опор станции зажима, износа и погрешности расположения опорных платиков.

При установке на две плоскости и призму погрешность базирования в направлении оси OX практически равна нулю. В направлении OY: в области призмы

$$\varepsilon' = \frac{\delta}{2\sin\frac{\alpha_п}{2}};$$

в области плоской базы

$$\varepsilon'' = \frac{\delta}{2},$$

где δ — допуск на диаметральный размер опорных стоек; $\alpha_п$ — угол раствора призмы.

Поворот спутника в горизонтальной плоскости

$$\alpha \cong \sin\alpha = \frac{\varepsilon' + \varepsilon''}{2L} = \frac{\delta}{4L}\left(1 + \frac{1}{\sin\frac{\alpha_п}{2}}\right).$$

Погрешность, вызванная последовательной установкой спутника в рабочих позициях, составит $\pm\alpha$ (суммарная 2α).

При установке спутника на две призмы один из базовых элементов станции фиксации и зажима должен быть самоустанавливающимся (что является источником дополнительных погрешностей, обусловленных зазорами и износом в сопряжении «плавающей» призмы с ее направляющей).

Влияние составляющих погрешностей $\varepsilon_{и.сп}$ и $\varepsilon_{и.з}$ проявляется в изменении зазора между пальцем фиксации спутника и расположенной в последнем втулкой, а также между пальцем базирования заготовки и отверстием в ней.

Для определения погрешности установки заготовки $\varepsilon_{у.з}$ в спутнике необходимо учесть следующее. Элементы базирования могут быть размещены на горизонтальной, вертикальной и наклонной поверхностях приспособления. При базировании на горизонтальную плоскость и два отверстия смещение заготовки при повороте возможно в пределах половины зазора S_{max} на величину $\varepsilon_г = \pm\frac{S_{max}}{2}$; на вертикальной плоскости на $\varepsilon_в = \frac{S_{max}}{2}$ (вниз от номинального положения); на наклонной плоскости, при значительном угле наклона, $\varepsilon_н = \frac{S_{max}}{2}$ (вниз от номинального положения), причем составляющие погрешности по осям координат:

$$\varepsilon_{н.г} = \frac{S_{max}}{2}\cos\alpha;\ \varepsilon_{н.в} = \frac{S_{max}}{2}\sin\alpha,$$

где α — угол наклона базовой поверхности к горизонту.

Для деталей, установленных в выверенных самоцентрирующих базах, погрешность установки определяется положением оси центрирования относительно шпинделей станков, положением других участков деталей сложной конфигурации относительно оси центрирования и т. д. Суммарная погрешность установки заготовки зависит от типа приспособления-спутника. В случае базирования и крепления заготовки в исходной позиции АЛ (наиболее распространенный вариант) погрешность установки постоянна для всего технологического процесса (всех рабочих позиций линии).

Если спутник используется только для базирования заготовки, а крепление заготовки осуществляется вместе со спутником на рабочей позиции, то погрешности установки для каждой позиции могут иметь свое значение. Причем при транспортировании и фиксации приспособления-спутника заготовка может смещаться.

При ориентации заготовки перед закреплением при помощи специального устройства, расположенного вне спутника (см. рис. 54), погрешность установки зависит от ориентирующего устройства.

Точность взаимного расположения поверхностей, обработанных на одной технологической позиции, не зависит от погрешности установки заготовки. При последовательной обработке поверхностей в разных технологических позициях погрешность их взаимного расположения (во взаимосвязи с погрешностями установки) зависит от типа приспособления-спутника: при закреплении детали в исходной позиции влияют погрешности позиционирования спутника, износ элементов базирования и фиксации; при закреплении детали на каждой рабочей позиции — соответствующие погрешности установки и т. д.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Элементы направления режущего инструмента в АЛ и АС могут размещаться либо непосредственно на приспособлении, либо в специальных кондукторных плитах. Последние могут быть подвижными (сидящими на скалках, закрепленных в шпиндельных узлах станков) или стационарными (неподвижно закрепленными на станинах).

Для правильной ориентации подвижных кондукторных плит относительно элементов базирования обрабатываемых деталей в приспособлении предусматриваются фиксирующие пальцы (табл. 29). Их число в приспособлениях стационарного типа обычно равно двум; в приспособлениях многопозиционных, монтируемых на поворотные делительные столы, с общей кондукторной плитой, направляющей вертикальный инструмент и охватывающей все рабочие позиции, число фиксирующих пальцев обычно равно числу позиций; в приспособлениях этого же типа с кондукторной плитой, направляющей горизонтально или наклонно расположенный инструмент и обслуживающей одну позицию, — не менее двух на каждой грани (позиции) приспособления (кондукторные плиты, направляющие инструмент в остальных технологических позициях станка могут ориентироваться по другим пальцам). На прямолинейно перемещающихся позиционирующих приспособлениях количество фиксирующих пальцев обычно равно $2n$ (где n — число позиций).

Установка подвижных кондукторных плит, главным образом на цилиндрические фиксирующие пальцы, применяется для обеспечения достаточной жесткости системы, необходимой при многоинструментальной обработке.

Пальцы фиксации должны быть максимально удалены друг от друга и от зон образования стружки.

Для обеспечения требуемого (вдоль направления рабочей подачи) фиксированного положения кондукторной плиты относительно обрабатываемой детали и достаточного удаления опорных шайб от зон стружкообразования в конструкциях приспособлений предусматриваются опорные стойки, несущие фиксирующие пальцы. Конструкции и размеры нормализованных стоек приведены в табл. 30.

В стационарных приспособлениях АС и АЛ устройства для направления режущего инструмента могут крепиться при помощи стоек, приведенных в табл. 31. При установке стационарной кондукторной плиты на трех-четырех опорных стойках посадочные шейки двух из них обеспечивают посадку типа $\frac{H7}{h6}$ (по диаметру d_1) для ориентации плиты относительно приспособления; остальные шейки выполняются по диаметру d_2 и сопрягаются с отверстием плиты с зазором.

Для направления стержневого инструмента, воспринимающего симметричные нагрузки (сверл, зенкеров, разверток и др.) в кондукторных плитах используются неподвижные втулки. При необходимости ввода-вывода инструмента в процессе работы из кондукторной втулки в последней предусматривается заборный конус. Для дробления стальной сливной стружки применяют кондукторные втулки со специальным устройством — стружколомом (табл. 32) — двумя или большим числом зубьев, выполненных на одной из торцовых поверхностей втулки.

Кондукторные втулки относятся к разряду быстроизнашиваемых деталей, заменяемых в процессе эксплуатации станочного оборудования. Для сохранения при этом точности координатного расположения отверстий в кондукторную плиту устанавливают промежуточные закаленные втулки («рубашки»). Монтируемые в них кондукторные втулки крепят планками. Винты используют для крепления втулок с $D \leqslant 10$ мм и в тех случаях, когда места для установки планок недостаточно.

Точность внутреннего диаметра d кондукторной втулки назначается в зависимости от характера выполняемой технологической операции и точности обработки: для сверл и зенкеров — поле допуска $F8$, для черновых разверток — $G7$, чистовых разверток — $G6$. Внутренний диаметр промежуточной втулки выполняется соответственно для сверл и зенкеров с полем допуска $H7$, для разверток — $H6$.

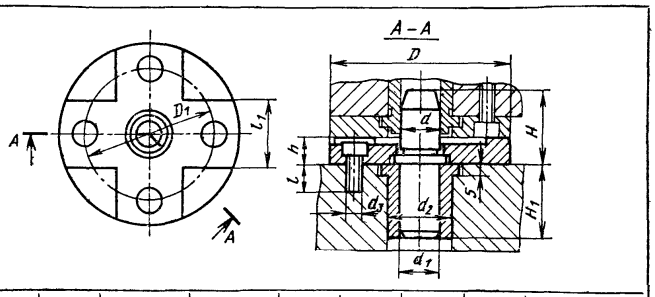
Для уменьшения износа направляющих поверхностей при выполнении черновых операций с эксцентричной нагрузкой, при большой частоте вращения инструмента, а также для повышения точности чистовой расточки применяют вращающиеся кондукторные втулки. При значительных нагрузках (при черновой обработке) — на радиально-упорных роликоподшипниках, при малом расстоянии между осями обрабатываемых отверстий и невозможности установки роликоподшипников вращающиеся втулки монтируются на шарикоподшипниках сверхлегкой серии (табл. 33), игольчатых подшипниках и опорах скольжения.

На рис. 22, *б* приведена компоновка стационарного приспособления, оснащенного вращающимися втулками для направления расточной оправки.

Для поддержки и направления подвижной кондукторной плиты, смонтированной на шпиндельном узле, применяют скалки (табл. 34). Пружина, сидящая на скалке, обеспечивает надежный прижим плиты к опорным шайбам приспособления (пружины устанавливаются на скалках при горизонтальной компоновке станка, а также при вертикальной, если масса плиты до 60 кг).

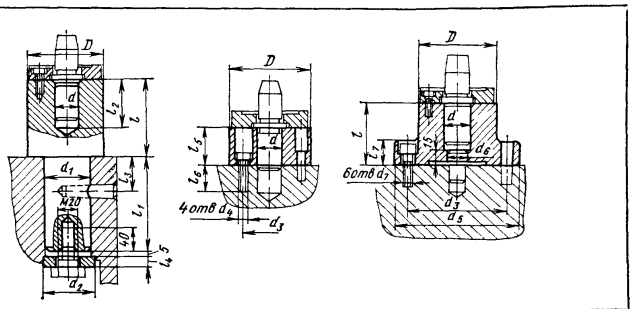
Для направления части инструмента, закрепленного в многошпиндельной коробке, используют кондукторные плиты ограниченных размеров. В этом случае крепление плиты на скалках, разнесенных по краям шпиндельной коробки, нецелесообразно (в ряде случаев невозможно). Для поддержки и направления кондукторной плиты используют специальные направляющие (табл. 35). На схеме направляющие изображены в конце рабочего хода силового агрегата. При отводе шпиндельного узла под действием пружины *1* скалка *2* и кондукторная плита остаются на месте (плита сидит на фиксирующих пальцах приспособле-

29. Фиксирующие пальцы (размеры, мм)



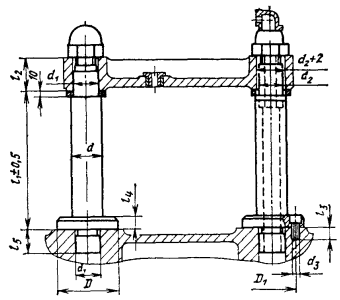
d	d_1	d_2	d_3	D	D_1	H	H_1	h	l	l_1
20	20	30	M6	65	50	37	35	10	13	30
25	25	35	M8	80	60	50	45	15	14	40
35	35	45	M10	100	75	60	60	20	20	45

30. Опорные стойки (размеры, мм)



d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	D	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
25	50	58	55	M10	130	20	M12	81	65; 85; 100; 145	100	50	33	10	25; 45	32	25
35	60	68	70	M16	165	25	M16	101	80; 105; 140; 180	120	70	45	12	40; 60	38	30

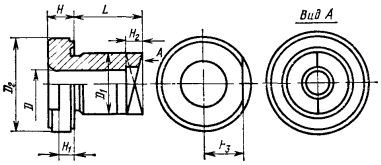
31. Стойки для крепления кондукторных плит (размеры, мм)



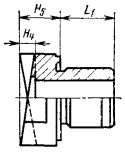
d	d_1	d_2	d_3	D	D_1	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
62	50	50	M16	140	105	Выбираются конструктивно		30	30	55
75	60	60	M16	160	120			30	30	65
85	65	65	M20	175	135			35	35	70

32. Кондукторные втулки со стружколомами (размеры, мм)

Исполнение *1*



Исполнение *2*

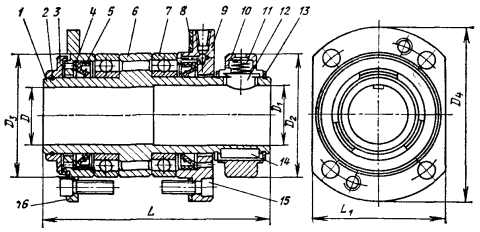


(остальные параметры см. исполнение *1*)

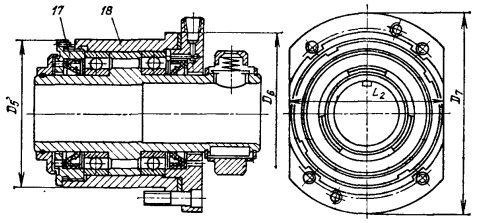
D	D_1	D_2	H	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L	L_1
4,1—7,10	16	26	7 10	3	4,2	10,5	4,7	12	17 21	9 12
7,1—10,1	20	30	10	3 5	5,3	12,5	5,5	13 16	22 28	12 16
10.1—13,1	25	38	10		6,7	16	6.4	17		16 22
13,1—17,25	32	46	14		6,8	20	8	18 22	29 35	22 28
17.25—23,25	36	51	14		7,6	22,5	7,3		30; 36; 44	22
23,25—27,25	40	56	14		8,4	25	8	18; 22	37; 45; 54	28; 36
27,25 -30,25	45	63	14	5	7,2	28,5	8,8	23	36; 44; 53	28 36 45
30,25—34,5	50	70	14 18		8	32	10	24	44; 53; 63	
34,5—38,25	55	76			8,7	35	11	25; 29	45; 54; 64	36 45
38,25—42,5	60	82	14 18		9,5	38	12	26; 30	46; 55; 65	36 45
42,5—46,5	70	94			11	44	13	27; 31	56; 66; 81	

33. Вращающиеся кондукторные втулки на шариковых подшипниках (размеры, мм)

Исполнение *1*



Исполнение *2* (остальные обозначения и размеры см. исполнение *1*)

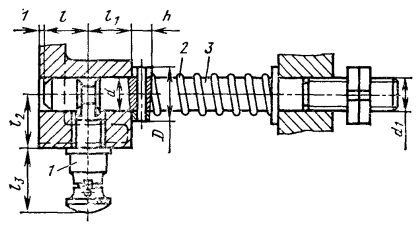


1, 6 — втулки; *2, 10, 13*—кольца; *3* — отражатель; *4* — шайба; *5* — манжета; *7* — подшипник; *8* — компенсатор; *9, 16* — фланцы; *11* — пружина; *12, 14* — шпонки; *15* — винт; *17* — крышка; *18* — стакан

Исполнения: *1* — монтаж опор качения в кондукторную плиту; *2* — монтаж опор качения в промежуточный стакан

D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	L	L_1	L_2
30	30,2	68	68	105	80	92	112	152	70	82
38	38,2	80	80	115	95	105	126	145; 165	82	96
48	48,2	95	95	130	110	123	146	161; 186	98	112
65	65,3	124	125	164	140	150	176	184; 219	128	142
80	80,3	138	150	190	170	180	208	198; 238	152	172

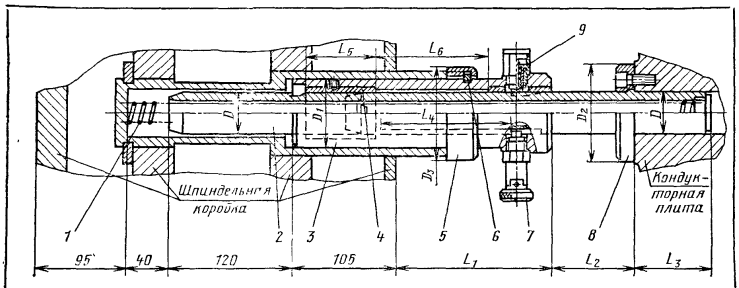
34. Скалки для поддержки кондукторных плит (размеры, мм)



1 — фиксатор; *2* — пружина; *3* — скалка

d	d_1	D	h	l	l_1	l_2	l_3
30	М30×1,5	48	14	39	50,70	48	48
40	М39×1,5	60	16	49	80,100	55	69

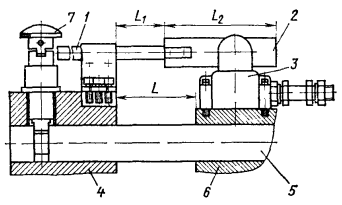
35. Направляющие для поддержки кондукторной плиты (размеры, мм)



1 — пружина; *2* — скалка; *3* — труба; *4* — втулка; *5* — гайка; *6* — полукольцо; *7* — фиксатор; *8* — фланец; *9* — ловитель

Типоразмер	D	D_1	D_2	D_3	L_1, не менее	L_2, не менее	L_3	L_4	L_5	L_6
1	30	55	80	78	130	58	Выбирается конструктивно		65	Выбирается конструктивно
2	40	65	90	85	155				70	

36 Механизм контроля положения кондукторной плиты (размеры, мм)



1 — стержень, *2* — экран (лепесток), *3* — конечный выключатель *4* — кондукторная плита, *5* — скалка, *6* — шпиндельная коробка, *7* — фиксатор

Рабочий ход силового агрегата	L	L_1	L_2
До 40	40—110	0—70	121, 156, 186
41—75	111—210	71—170	
76—105	211—310	171—270	

ния). После прохождения силовым агрегатом пути L_4, равного рабочему ходу, палец фиксатора *7*, расположенный в пазе скалки, отведет последнюю влево, сняв кондукторную плиту с приспособления.

Для осмотра либо смены инструмента кондукторную плиту необходимо отвести от шпиндельной коробки на большее расстояние Для этого палец фиксатора выводят из паза скалки, при перемещении силового агрегата в исходное положение скалка *2* под действием пружины *1* выходит из трубы *3* до момента ее фиксации подпружиненным ловителем *9* (это исключает полный выход скалки из трубы).

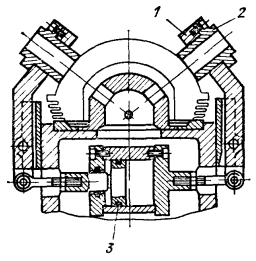


Рис. 62. Приспособление с отводящимися кондукторными втулками

Для блокировки включения цикла станка или АЛ при снятой со скалок (сидящей на фиксирующих пальцах приспособления) либо удаленной от шпиндельной коробки (при смене инструмента) кондукторной плите применяется механизм контроля (табл 36). При фиксации и удалении плиты относительно шпиндельного узла на расстояние, превышающее рабочее, срабатывает конечный выключатель *3*

В ряде случаев, обусловленных, например, загрузкой детали в приспособление, в конструкциях АС применяют автоматически отводящиеся кондукторные втулки (рис. 62). Кронштейны *1* со втулками *2* отводятся с помощью пневмоцилиндра *3*.

В конструкциях барабанных приспособлении кондукторные втулки могут размещаться в стойках, несущих ось барабана, либо непосредственно на барабане Последнии вариант применяется при необходи-

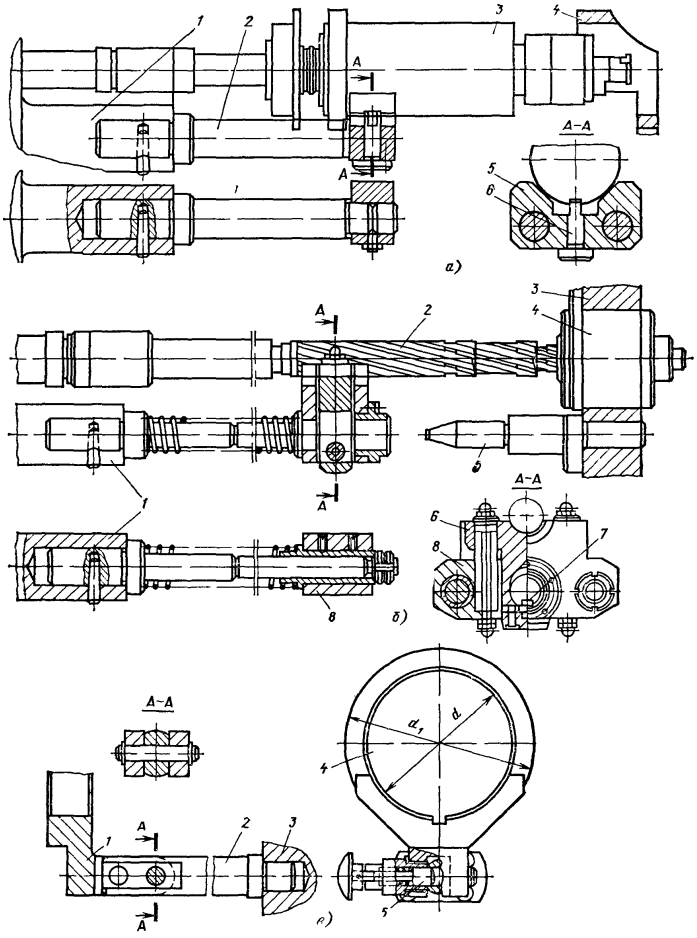


Рис. 63. Инструментальные поддержки:
а — жестко связанная со шпиндельной коробкой *б* — отжимающегося типа, *в* — откидывающегося типа

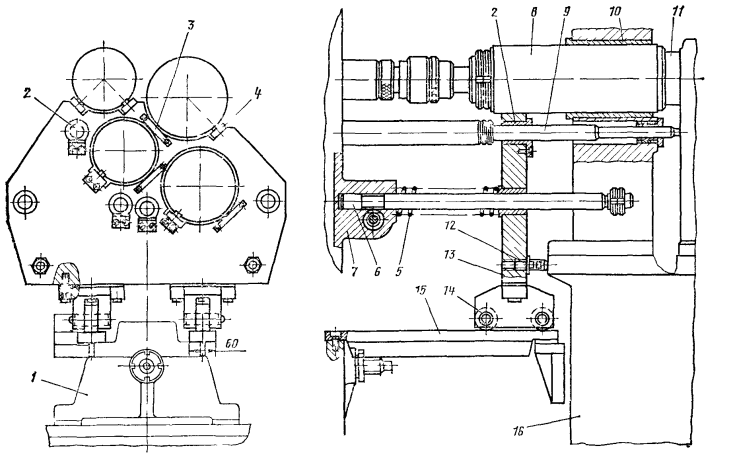


Рис. 64. Типовая конструкция люнета сверлильно-расточного агрегатного станка:
1 — направляющая плита силового агрегата, *2* — кондукторная втулка, *3*, *4* — планки; *5* — пружина *6* — скалка *7* — передняя плита шпиндельной коробки, *8* — скользящая втулка (пиноль), *9* — уд пнитель *10* — направляющая втулка (гильза), *11* — борштанга, *12* — упорный винт, *13* — кондукторная плита, *14* — ролик, *15* — мостик, *16* — корпус приспособления

мости обеспечения точного расположения обрабатываемых поверхностей относительно поверхностей базирования детали.

Подвижные кондукторные плиты, связанные со шпиндельным узлом, применяются в комплексе с барабанным приспособлением преимущественно в позициях резьбонарезания и в случаях, когда необходимо завести кондукторную втулку в глубь обработанной детали или приспособления. Эти плиты фиксируются главным образом пальцами, размещенными в неподвижных стойках барабанного приспособления (реже — пальцами, размещенными в барабане).

В отдельных случаях для обеспечения требований повышенной точности расположения обработанных поверхностей детали фиксацию кондукторной плиты можно выполнять непосредственно по отверстиям, имеющимся в ее конструкции (эта схема имеет ограниченное применение, так как посадочное отверстие в детали может иметь задиры, засоряться стружкой, что приводит к перекосам при центрировании кондукторной плиты).

При обработке некоторых деталей инструмент имеет значительный вылет (например, расточные оправки и др.), а связь его со шпинделем осуществляется посредством плавающих патронов. В этом случае для исключения провисания инструментальных наладок применяют специальные поддержки (люнеты), закрепленные на приспособлении либо шпиндельном узле (силовом агрегате).

На рис 63, *а* приведена конструкция инструментальной поддержки неподвижной, связанной со шпиндельным узлом *1* и сидящей на скалках *2*. Подрезная головка *3* в рабочем положении направляется втулкой *4*. В корпусе *5* поддержки установлен ориентирующий штырь *6*, исключающий проворот пиноли подрезной головки.

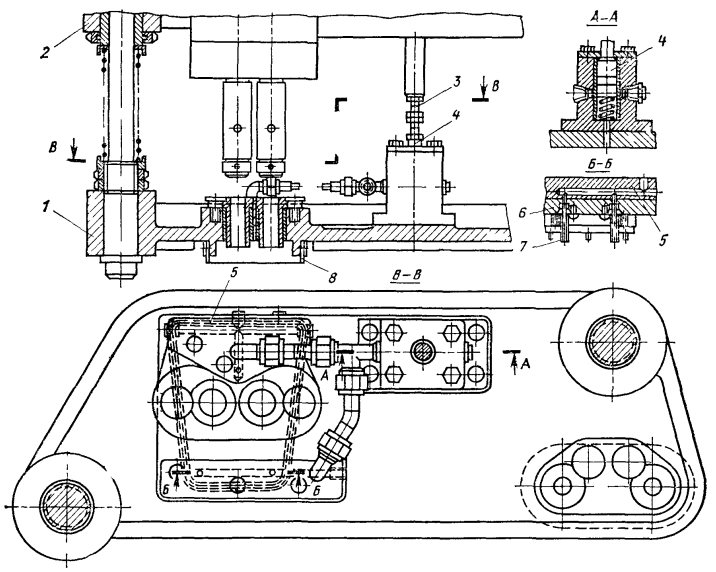


Рис. 65. Кондукторная плита с устройством для удаления стружки

На рис. 63, *б* показана конструкция инструментальной поддержки отжимающегося типа. При подходе силового агрегата *1*, несущего поддержку *8*, к приспособлению *3*, конусный штырь *5*, взаимодействуя с роликом *7*, отжимает корпус *6* поддержки вниз, что позволяет пропустить на рабочем цикле утолщенный удлинитель, несущий развертку *2*, входящую в кондукторную втулку 4.

Поддержка *1*, изображенная на рис. 63, *в*, откидывающегося типа. Она закреплена на штанге *2*, установленной в приспособлении *3*, и предназначена для скользящей втулки (пиноли) *4*, отводящейся от приспособления (при отводе силового агрегата для осмотра либо смены инструмента). В этом положении поддержку удерживает фиксатор *5*. В рабочем положении (силовой агрегат впереди) поддержка откидывается.

В конструкции, приведенной на рис. 64, плита люнета поджимается к корпусу приспособления и опирается роликами на мостики, связывающие направляющую плиту силового агрегата с корпусом приспособления.

Поддержки (люнеты) могут охватывать инструментальную наладку по всей окружности (с диаметральным зазором порядка 0,1—0,2 мм) либо сектору (в виде ложемента или призмы, поддерживающих невращающуюся часть наладки — пиноль).

На кондукторных плитах (стойках) могут монтироваться устройства для подвода охлаждения к режущему инструменту, удаления стружки из обработанных отверстий (например, перед нарезанием резьбы).

Кондукторная плита с устройством для удаления стружки приведена на рис. 65. После базирования и

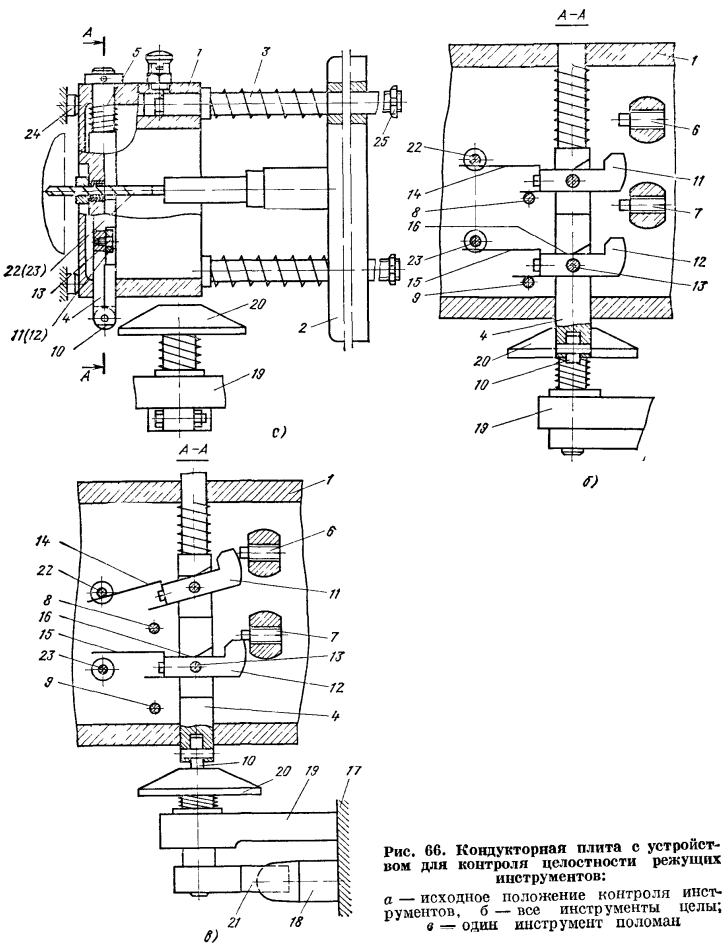


Рис. 66. Кондукторная плита с устройством для контроля целостности режущих инструментов:

а — исходное положение контроля инструментов, *б* — все инструменты целы; *в* — один инструмент поломан

фиксации кондукторной плиты *1* на приспособлении станка шпиндельная коробка *2*, продолжая перемещаться вниз, своим упором *3* нажимает на плунжер *4*. В результате сжатый воздух из магистрали поступает через коллектор *5* и втулки в плите *6* по трубкам *7* в отверстия обрабатываемой детали, из которых удаляется стружка. Зона продувки защищается резиновым щитком *8*.

Кондукторные плиты могут оснащаться устройствами для контроля целостности режущих инструментов (рис. 66). Плита *1* связана со шпиндельной коробкой *2* подпружиненными скалками *3*. В корпусе плиты смонтирована скалка *4*, находящаяся под воздействием пружины *5*, упорные винты *6* и *7* и штифты-упоры *8* и *9*. Скалка *4* снабжена роликом *10* и неуравновешенными рычагами *11* и *12*, сидящими на осях *13* и несущими щупы *14* и *15*. На скалке выполнены упорные лыски *16*. На станине *17* станка закреплены путевой выключатель *18* и кронштейн *19*, несущий подпружиненный копир *20* с лепестком *21*.

По окончании обработки шпиндельная коробка *2* со сверлами *22* и *23* возвращается в исходное положение, а кондукторная плита *1* остается поджатой пружинами, сидящими на скалках, к упорам *24* до тех пор, пока не выберется зазор между коробкой и гайками *25*. Сверла при этом выходят из кондукторных втулок. Скалка *4* под воздействием скоса копира *20* на ролик *10* перемещается вверх (пружина *5* слабее сидящей на копире). Если сверла целы, щупы *14* и *15*, коснувшись их, заставят рычаги *11* и *12* повернуться на осях *13*. Скалка *4*, не встречая сопротивления со стороны винтов *6* и *7*, поднимется. При этом положение лепестка *21* остается неизменным. Если одно из сверл (*23*) сломано, рычаг *12* с щупом *15* при движении скалки *4* вверх не повернется, упираясь в винт *7*. Движение скалки *4* прекращается, а копир *20* с лепестком *21*, преодолевая сопротивление пружины, переместится вниз. Путевой выключатель *18* дает сигнал о поломке сверла.

Штифты-упоры *8* и *9* предназначены для принудительного возврата рычагов *11* и *12* в исходное положение при их случайном зависании (например, заедания на осях *13*).

Устройства для направления режущего инструмента оказывают значительное (в ряде случаев доминирующее) влияние на точность обработки.

При проектировании кондукторных плит, стоек и других устройств направления инструментов основные требования к точности расположения осей кондукторных втулок: взаимного и относительно элементов ориентации на приспособлении станка — ±0,02 мм; отклонение от перпендикулярности осей втулок к опорным (базовым) платикам плиты — не более 0,01/100 мм.

СИСТЕМЫ СМАЗКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И УСТРОЙСТВ НАПРАВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Для смазывания пар трения в приспособлениях применяют дозирующие устройства, подключающиеся к станции смазки. Гидросистема типовой станции смазки модели УМ7747-025 для АС и АЛ приведена на рис. 67. Вместимость гидробака — 20 л, производительность насоса при 910 об/мин — 5 л/мин; номинальное

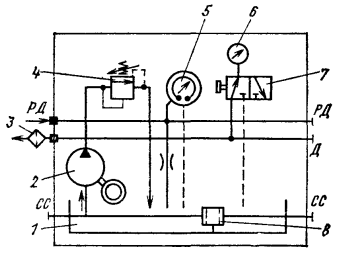


Рис. 67. Гидросхема станции смазки УМ7747-025:

1 — гидробак; *2* — насос, *3*, *8* — фильтры; *4* — предохранительный клапан, *5* — реле давления; *6* — манометр, *7* — кран; *Д* — отвод в систему смазки; *РД* — подвод к реле давления; *СС* — слив из системы

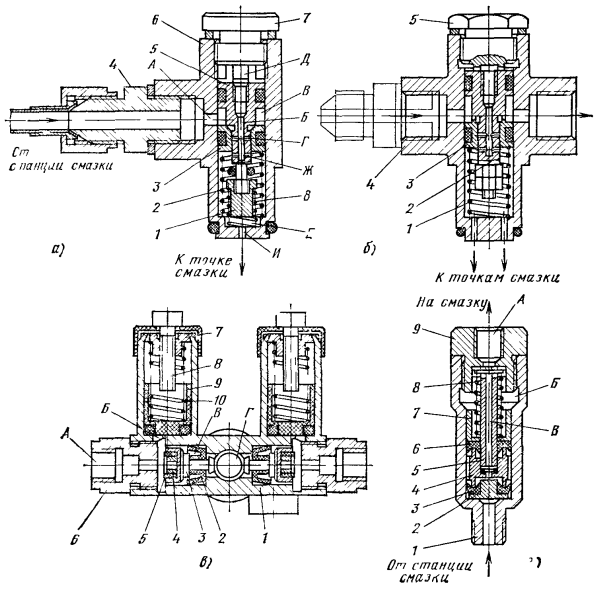


Рис. 68. Дозаторы:
а — одноточечный, конструкции Минского СКБ АЛ, *б* — поршневой проходного типа: *1* — пружина, *2* — поршень, *3* — золотник, *4* — корпус, *5* — заглушка, *в* — групповой, *г* — одноточечный, конструкции Московского СКБ АЛ и АС

давление 3 МПа. Предохранительный клапан — типа ПГ 52-12; реле давления — ВГ 62-21. Масло, используемое для смазки, — «Турбинное-22» или «Турбинное-22П». Станция смазки, периодически включаемая в работу, подает масло к дозаторам, которые крепятся на приспособлении.

Конструкция одноточечного дозатора приведена на рис. 68, *а*. Масло от станции смазки по штуцеру *4* через отверстие *А* поступает в полость *В*, поршень *5* остается поджатым к торцу пробки *7*, а золотник *3*, преодолевая сопротивление пружины *2*, перемещается до упора в гайку *1*. При этом перекрывается отверстие *Ж*, разъединяются полости *Д* и *Е*, открывается отверстие *Г*, через которое магистраль подвода масла соединяется через отверстие *Б* с полостью *Д*. Поршень *5* вместе с золотником *3* сжимает пружины *2* и *8* и перемещается до упора в торец корпуса *6*. Полость *Д* между торцами пробки *7* и поршня *5* заполняется маслом, а доза масла из полости *Е* через отверстие *И* подается в зону смазки.

После подачи масла к смазываемым точкам давление в магистрали повышается, срабатывает реле давления станции смазки, отключая насос. При падении давления в магистрали подвода масла золотник *3* под действием пружины *2* перемещается до упора, перекрывает отверстие *Г*, разъединяет подводящую магистраль и полость *Д*, открывает отверстие *Ж*, после чего поршень *5* с золотником *3* под действием пружин возвращается в исходное положение; масло

из полости *Д* через отверстия *Б* и *Ж* вытесняется в полость *Е*, заряжая дозатор.

Принцип работы поршневого дозатора проходного типа, приведенного на рис. 68, *б*, аналогичен.

В ряде конструкций АЛ применяют групповые дозаторы. В четырехточечном дозаторе (рис. 68, *в*) масло под давлением подается в центральный канал *Г*, сообщающийся с полостями *В*, число которых соответствует числу отводов к точкам смазки. Под давлением масла золотник *3* смещается до упора втулки *5*, установленной на кольце *4*, в пробку *6*; при этом полость *А* отделяется от полости *В*. Масло под давлением сжимает манжету *2* и по зазору между золотником *3* и корпусом *1* поступает в полость *Б*. Поршень *9* перемещается вверх до упора в винт *8* или втулку *7*. Дозатор заряжается маслом. При падении давления в полости *Г* золотник *3* под давлением в полости *Б*, создаваемым пружиной *10*, перемещается вправо, соединяя полости *Б* и *А*. Манжета не допускает утечки масла в канал *Г*. Поршень *9* под действием пружины *10* вытесняет масло из полости *Б* в полость *А*, подавая его к точке смазывания

Схема дозатора модели Н0820 приведена на рис. 68, *г*. Под давлением масла клапан *2* вместе с манжетой *3* и втулкой *4* перемещается вверх до упора втулки в нижний торец трубки *5*. Затем масло, отжимая

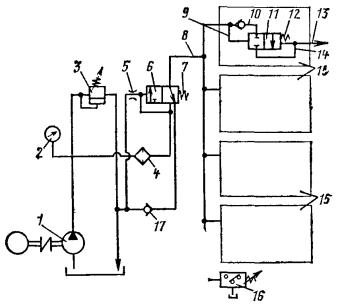


Рис. 69. Гидросхема централизованной системы смазки

упоры манжеты *3*, поступает под манжету *6* и перемещает ее вместе со втулкой *7* вверх до упора в торец ниппеля *9*, сжимая при этом пружину *8* и вытесняя масло из камеры *Б* к отверстию *А* на смазку. После снятия давления под клапаном *2* пружина *8* перемещает втулку *7* вместе с манжетой *6* вниз. Масло, находящееся под манжетой *6*, прижимает манжету *3* и клапан *2* к нижнему торцу расточки корпуса *1*. При дальнейшем опускании манжеты *6* масло проходит между манжетой *3* и втулкой *4* и по каналу *В* поступает в камеру *Б*, заряжая дозатор.

Дозатор выпускается в трех исполнениях: с подачей 0,2; 0,4 и 0,6 см³ масла за один импульс. Доза подаваемого масла определяется длиной ниппеля *9*. Стабильность дозирования ±0,05 см³. Одна станция смазки может обслуживать не более 120 точек; длина первичного трубопровода *8* (рис. 69) не должна превышать 18 м. Расстояние от дозатора до точки смазки — не более 1 м.

На рис. 69 показана гидросхема централизованной системы смазки. Масло, нагнетаемое насосом *1*, проходит через фильтр *4* и поступает под торец золотника *6*. Контроль давления масла осуществляется манометром *2*. Золотник *6*, смещаясь вправо, открывает проход маслу в трубопровод *8*. Часть масла при этом сливается через диафрагму *5* в бак. По трубопроводу *8* масло поступает к дозаторам *15*. После подъема давления до величины настройки предохранительного клапана *3* масло через канал сливается в бак. При этом под давлением масла, поступающего по каналу *9*, золотник *11* смещается вправо. Из-под торца золотника *11* масло вытесняется к смазываемой точке по трубопроводу *13* (каналы *10* и *14* разъединяют в самом начале перемещения золотника *11*). Реле давления *16* управляет реле времени, которое после выдержки в течение 8—10 с выключает электродвигатель насоса *1*. После выключения насоса пружина *7* смещает золотник *6* влево, вытесняя находящееся под его торцом масло в бак через диафрагму *5* и соединяя первичный трубопровод *8* с баком

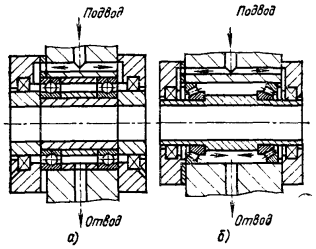


Рис. 70. Схемы подвода и отвода масла к вращающимся кондукторным втулкам под борштанги:

а — с радиально-упорными шарикоподшипниками; *б* — с коническими роликовыми подшипниками

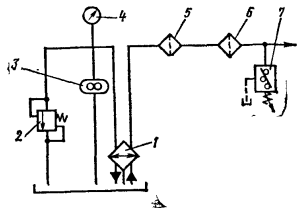


Рис. 71. Схема станции для циркуляционной смазки подшипников:

1 — теплообменник; *2* — предохранительный клапан; *3* — насос; *4* — манометр; *5* — пластинчатый фильтр; *6* — магнитосетчатый фильтр; *7* — реле давления

через обратный клапан *17*. Давление, создаваемое обратным клапаном, не должно препятствовать зарядке дозаторов, которая происходит при падении давления в первичном трубопроводе. При этом под действием пружины *12* золотник *11* дозатора перемещается влево; каналы *10* и *14* соединяются, и полость под правым торцом золотника *11* заполняется маслом.

Смазка приспособлений может выполняться также плунжерными насосами с гидравлическим приводом и другими устройствами.

Для уменьшения трения в сопрягающихся парах приспособлений широко применяются консистентные смазки. Для смазывания опор вращающихся кондукторных втулок применяют два способа: циркуляционное и масляным туманом. При этом конструкция подшипникового узла должна обеспечить прохождение всего подаваемого масла через подшипник без образования застойной зоны и использование насосного эффекта, получаемого при применении шариковых и роликовых радиально-упорных подшипников. На рис. 70 приведена схема подвода-отвода масла к вращающимся кондукторным втулкам под борштанги.

Схема станции для циркуляционного смазывания подшипников приведена на рис. 71. Шестеренный насос *3* непрерывно подает масло через пластинчатый *5* и магнитосетчатый *6* фильтры в систему смазки, поддерживая постоянный уровень масла в подшипниковом узле. Реле давления *7* контролирует подачу масла, отключая оборудование при его отсутствии либо недостаточном давлении.

При смазке масляным туманом масло подается непрерывно из маслораспылителя на трущиеся поверхности в виде аэрозолей. Масляный туман необходимо подводить через сопла, удаленные от поверхностей трения на 5—8 мм, что обеспечивает конденсацию масляных капель непосредственно на этих поверхностях. Схема подвода масляного тумана к опорам вращающейся втулки приведена на рис. 72. Подвод осуществляется по каналу *а* через сопло *1*,

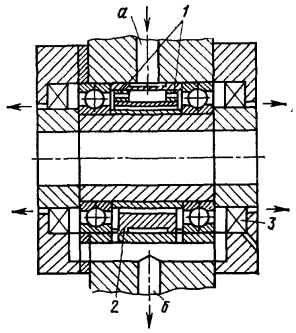


Рис. 72. Схема подвода масляного тумана к подшипникам опоры борштанги

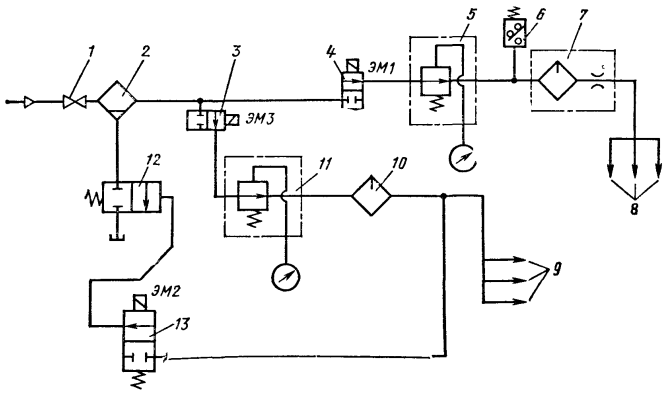


Рис. 73. Пневмосхема централизованной смазки расточных борштанг масляным туманом с воздушной отсечкой

установленные в отверстии втулки *2*. Сжатый воздух частично выходит через уплотнение *3*, а частично вместе с конденсатом масла — через дренажный канал *б*.

В ряде конструкций устройств для направления инструментальных наладок необходимо предотвратить попадание СОЖ в подшипниковый узел. В этом случае применяют систему смазки масляным туманом с отсечкой сжатым воздухом (рис. 73). Сжатый воздух проходит через ручной вентиль *1*, влагоотделитель *2*, направляющий пневмораспределитель *4*, пневмоклапан давления *5* и масленку *7* к точкам *8* смазки. Настройка пневмоклапана, давления 0,17—0,22 МПа. Через пневмораспределитель *3*, пневмоклапан давления *11* и масленку *10* сжатый воздух подается в систему отсечки к фланцам *9* подшипниковых узлов. Клапан *12* сброса конденсата управляется пневмораспределителем *13*. Электромагнит *ЭМ3* воздушной отсечки включается с пуском станочного оборудования и остается в рабочем состоянии на время действия системы подачи СОЖ. Электромагнит *ЭМ1* подачи масляного тумана включается до начала вращения инструмента, причем команду на начало вращения дает реле давления *6*. Электромагнит *ЭМ2* сброса конденсата включается каждый цикл на 5 с.

ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Точность обработки деталей в значительной степени зависит от правильного назначения требований к точности изготовления приспособлений. Приведенные на рис. 74 и 75 и в табл. 37 и 38 требования и рекомендации относятся к многопозиционным многоместным конструкциям приспособлений АС, обобщающим все другие конструктивные варианты.

Точность приспособления характеризуется следующими основными параметрами:

взаимным расположением элементов базирования обрабатываемых деталей (призм, штырей, пальцев, отверстий, платиков и др.) на различных технологических позициях;

расположением элементов базирования обрабатываемых деталей относительно осей кондукторных втулок, направляющих режущий инструмент, или штырей (пальцев) ориентации

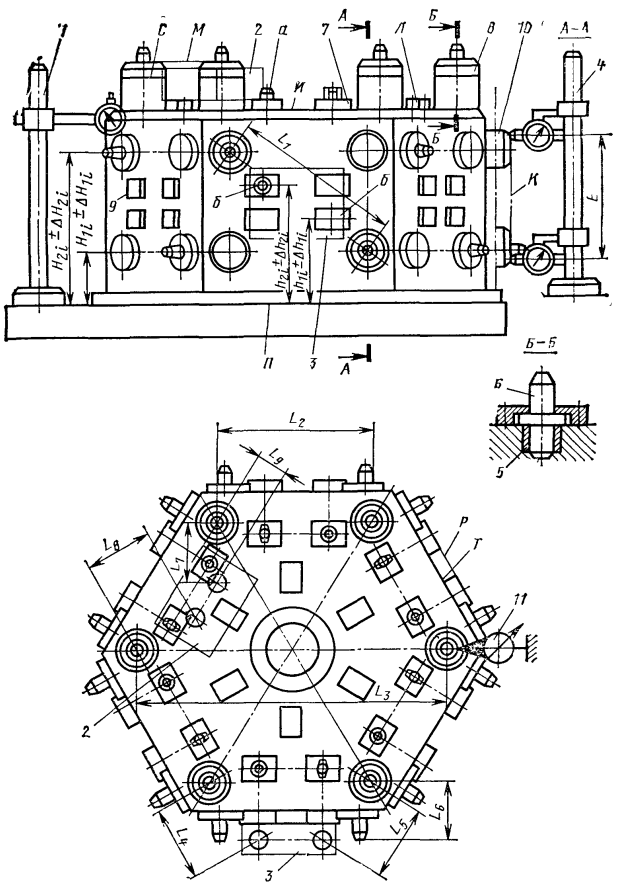


Рис. 74. Контролируемые параметры геометрической точности многопозиционных много местных приспособлений АС (*а* и *б* — пальцы базирования обрабатываемой детали на верх ней или боковой поверхности приспособления), позиции см. табл. 37

37. Контролируемые размеры геометрической точности многопозиционных приспособлений АС (см. рис. 74)

Параметр	Пред. откл., мкм	Источник погрешностей	Способы устранения погрешностей
Размеры между осями штырей (пальцев) *6* фиксации кондукторной плиты L_1, L_2, L_3. Расположение осей горизонтальных штырей ориентации кондукторной плиты в одной плоскости, параллельной основанию *П* приспособления: $H_{1i} \pm \Delta H_{1i}$; $H_{2i} \pm \Delta H_{2i}$	±20	1. Неточная координатная расточка приспособления 2. Эксцентричность промежуточных втулок *5* 3. Эксцентричность посадочных и центрирующих поверхностей штырей (пальцев) *6*	1. Перерасточить корпус 2. Заменить втулки 3. Заменить штыри (пальцы)
Размеры между осями контрольных отверстий эталона *2* (*3*), установленного на элементы приспособления, служащие для базирования обрабатываемых деталей или штырей (пальцев) *6* фиксации кондукторной плиты: L_4, L_5, L_6, L_7, L_8, L_9	±30	То же и неточность изготовления элементов базирования деталей (призм, пальцев, платиков, ложементов)	То же и исправить или заменить базовые детали
Расположение элементов базирования обрабатываемых деталей (призм, платиков пальцев и др.) относительно основания *П* приспособления: $h_{1i} \pm \Delta h_{1i}$; $h_{2i} \pm \pm \Delta h_{2i}$	±20	1. Неточная координатная расточка корпуса приспособления 2. Неточное изготовление элементов базирования деталей	1. Перерасточить корпус 2. Исправить или заменить базовые призмы, пальцы
Расположение базовых платиков *7* в одной плоскости *Л*, параллельной основанию *П* приспособления	±20	1. Поверхности *И* корпуса непараллельны основанию *П* 2. Платики *7* разноразмерны	1. Шабрить или обработать другим способом поверхность *П* 2. Шлифовать платики *7* комплектно в один размер
Расположение опорных платиков *8* (определяющих положение кондукторной плиты) в одной плоскости *М*, параллельной основанию *П* приспособления	±20	1. Поверхности *С* корпуса расположены в плоскости, не параллельной основанию *П* 2. Платики *8* разноразмерны	1. Шабрить или обработать другим способом поверхности *С* 2. Шлифовать платики *8* комплектно в один размер
Расположение базовых платиков *9* на каждой из позиций приспособления в одной плоскости *Р*, перпендикулярной к основанию *П* приспособления	±20	1. Поверхность *Т* корпуса не перпендикулярна к основанию *П* приспособления 2. Платики *9* разноразмерны	1. Шабрить или обработать другим способом поверхность *Т* 2. Шлифовать платики *9* комплектно в один размер
Расположение упорных платиков *10* (базирование кондукторной плиты) в одной плоскости *К*, перпендикулярной к основанию *П* приспособления	±20	1. Поверхность *Т* корпуса перпендикулярна к основанию *П* приспособления 2. Платики *10* разноразмерны	1. Шабрить или обработать другим способом поверхности *Т* 2. Шлифовать платики *10* комплектно в один размер

Примечание. Контроль параметров точности приспособления проводится с помощью индикаторных стоек *1* и *4*.

38. Контролируемые параметры геометрической точности барабанных приспособлений (см. рис. 75)

Параметр	Пред. откл., мкм	Источник погрешностей	Способ устранения погрешностей
Размер между осями калибров *1* и *2*, закрепленных в самоцентрирующих тисках *3* $L_б$ (рис. 75, *а*)	±30	1. Неправильно отрегулированы тиски 2. Неточно подогнаны компенсаторы под призмы тисков	1. Отрегулировать тиски 2. Прошлифовать или заменить компенсатор
Точность расположения осей калибров относительно оси поворота барабана *4*; $K_б$ $H_б$			
Точность углового деления (поворота) барабана	±20 (на радиусе фиксации)	1. Неточное расположение отверстий в барабане, предназначенных для установки фиксирующих пальцев *6* (или втулок) 2. Неточное изготовление фиксирующих пальцев (втулок) 3. Некачественный монтаж фиксирующих пальцев (втулок) в корпус барабана	1. Перерасточить отверстия в барабане 2. Заменить пальцы (втулки) 3. При последующем монтаже применить метод векторной взаимной компенсации погрешностей

Примечания 1. При контроле барабан в сборе с осью поворота устанавливают в технологическую призму *5*, фиксирующий палец *6* поджимается приспособлением (домкратом) *7* к упору *8* (H_0 — установочный размер, соответствующий номинальному положению барабана при фиксации).

2. Точность углового деления барабана может быть определена, например, с помощью уровня (с ценой деления 0,01 : 1000 мм), последовательно установленного на грани аттестованного многогранника, закрепленного на оси поворота барабана.

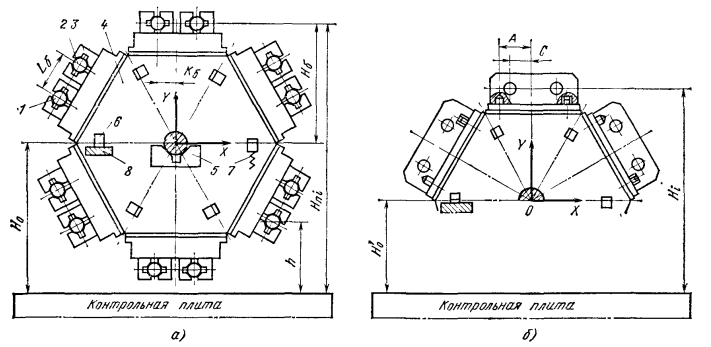
3. При базировании обрабатываемой детали на пальцы (рис. 75, *б*) точность их расположения контролируется с использованием эталона. Источники погрешностей, а также способы их устранения аналогичны приведенным в табл. 37.

кондукторной плиты в рабочем положении;

ориентацией оси или плоскости симметрии приспособления относительно траектории его перемещения при последовательном позиционировании (например, для поворотных приспособлений — совмещение оси симметрии с осью вращения стола или барабана; для прямолинейно перемещающихся — ориентация элементов базирования деталей относительно направления перемещения и т. д.).

Контроль точности совмещения оси симметрии многопозиционного приспособления с осью поворота стола может быть выполнен с помощью индикатора *11* (см. рис. 74), измерительный наконечник которого устанавливается радиально и вводится в контакт с периодически (после углового деления) приходящими в зону контроля штырями ориентации кондукторной плиты. В ряде случаев, обусловленных конструкцией приспособления, в его корпусе предусматриваются специальные технологические отверстия, число и расположение которых соответствует числу фиксированных позиций делительной системы.

При компоновке барабанных приспособлений кондукторные втулки, направляющие инструментальную наладку, могут размещаться непосредственно в барабане либо в стойках, несущих ось его поворота. В первом варианте точность пространственного расположения обработанных отверстий в основном определяется взаимным расположением элементов базирования детали и кондукторных втулок и в значительно



а) б)

Рис. 75. Контролируемые параметры геометрической точности барабанных приспособлений АС:

A — размер от оси пальца базирования обрабатываемой детали до оси поворота барабана; *C* — размер от оси контрольного отверстия эталона, установленного на базовые пальцы, до оси поворота барабана; *h*, H_{ni} — размеры от осей калибров, зажатых в самоцентрирующих тисках, до контрольной плиты; H_1 — размер от оси контрольного отверстия эталона, установленного на базовые пальцы, до контрольной плиты (позиции см. табл. 38)

меньшей степени зависит от точности углового деления (позиционирования) барабана. Применение этого конструктивного варианта часто ограничивается технологической схемой и условиями обработки, и кондукторные втулки, направляющие режущий и вспомогательный инструмент, монтируют в стойках барабанного приспособления. Точность пространственного расположения обработанных отверстий при этом определяется ориентацией элементов базирования деталей на всех гранях

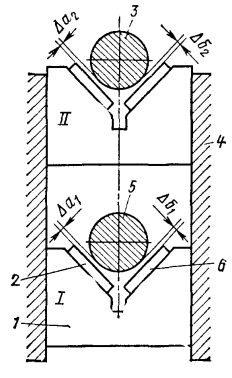
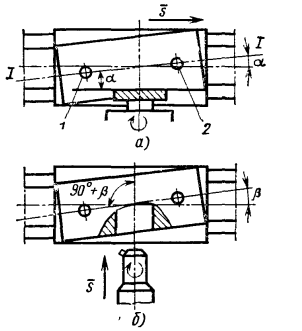


Рис. 76. Контроль точности установки регулируемой базовой призмы



а) б)

Рис. 77. Погрешности обработки, вызванные неточностью ориентации элементов базирования детали относительно направления рабочего перемещения приспособления:

а — при фрезеровании; *б* — при сверлении и растачивании

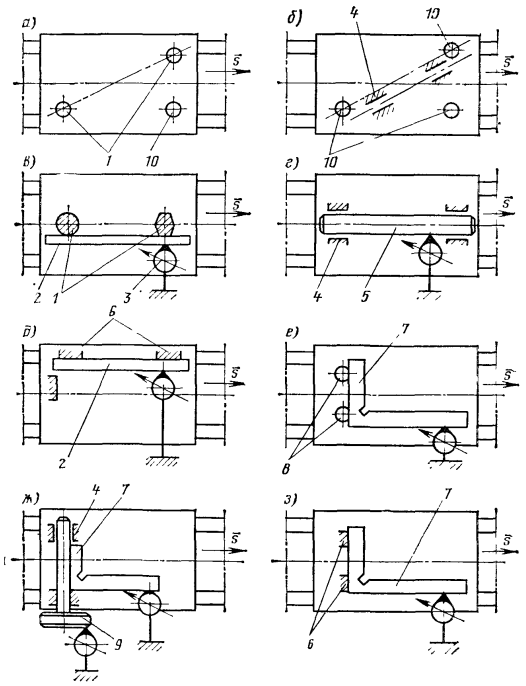


Рис. 78. Типовые схемы контроля точности компоновок приспособлений с узлами прямолинейного перемещения:

1 — базовые пальцы; *2* — поверочная линейка; *3* — индикатор; *4* — базовые призмы (ложементы); *5* — контрольная оправка; *6* — базовые платики; *7* — поверочный угольник; *8*, *10* — технологические отверстия, *9* — специальная оправка

барабана относительно оси его поворота и ориентацией кондукторной плиты, а также точностью и стабильностью углового позиционирования.

В конструкциях приспособлений АС для дополнительной ориентации обрабатываемых деталей (с целью ограничений от поворота, компенсации колебаний припуска в различных партиях заготовок) предусматриваются регулируемые (переустанавливаемые) элементы: призмы, упоры. Эти элементы должны быть ориентированы вдоль определенной теоретической оси, что обеспечивает распределение припуска. Положение оси ориентации координатно задано относительно штырей (пальцев) фиксации кондукторной плиты и других элементов направления инструмента или базирования детали. Контроль положения регулируемых элементов (например, базовой призмы) выполняется как показано на рис. 76. Призму *1* перемещают из позиции *I* в позицию *II*, проверяя разность размеров Δa_i и Δb_i от ее граней до контрольных оправок *3* и *5*, установленных в специальные (координированные) технологические отверстия

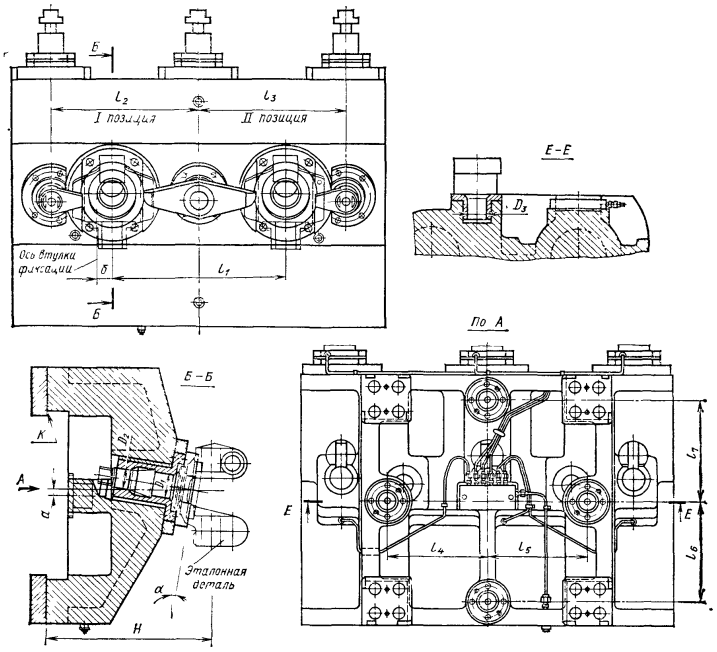


Рис. 79. Приспособление-спутник для обработки поворотного кулака автомобиля

корпуса приспособления. По результатам измерений вносят необходимые коррективы в положение направляющих *4*, а также подгоняют соответствующие компенсаторы (либо платики) *2* и *6*. Оси технологических отверстий должны быть расположены в плоскости, симметричной ориентации призмы в рабочей зоне.

К компоновкам приспособлений АС с узлами прямолинейного движения (силовыми столами рабочей подачи или подкатными позиционирующими столами) в качестве одного из основных предъявляется требование точной ориентации элементов базирования обрабатываемых деталей относительно направления перемещения. Игнорирование этого требования приводит к погрешностям обработки, показанным на рис. 77. При фрезеровании детали (рис. 77, *а*), установленной в приспособлении, базы которого (например, пальцы *1* и *2*) неточно ориентированы относительно вектора подачи *s* (плоскость *1—1* расположения осей пальцев не параллельна направлению перемещения), возникают линейная Δl и угловая α погрешности обработки. При сверлении или растачивании (рис. 77, *б*) такая установка приспособления приводит к перекосу оси обработанного отверстия относительно базовой поверхности.

Точность приспособлений и их компоновок с силовыми либо подкатными столами прямолинейного перемещения оценивается типовыми схемами контроля, приведенными на

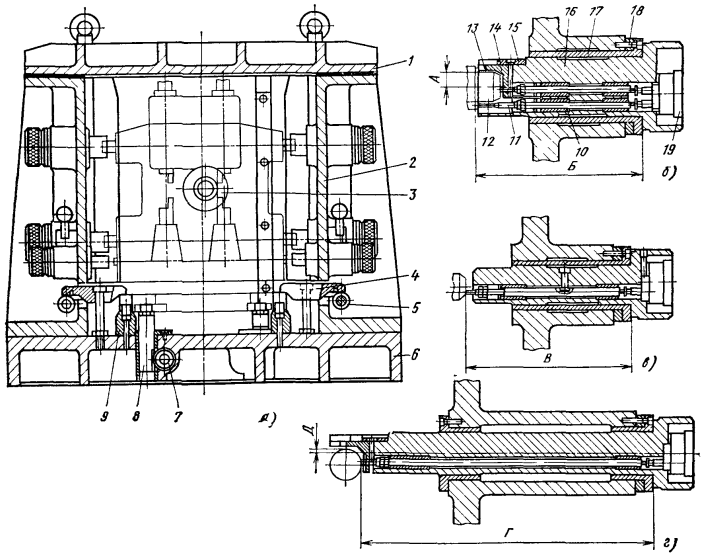


Рис. 80. Измерительный стенд для контроля приспособлений-спутников:
а — общий вид стенда; *б* — проверка смещения (*А*) оси пальца *12* и положения его торца (размер *Б*); *в* — проверка смещения торца одного из базовых элементов спутника (размер *В*); *г* — проверка положения базового элемента спутника (размеры *Г* и *Д*); *1* — съемная плита; *2* — боковая стойка, *3* — контролируемое приспособление-спутник; *4* — прихват; *5* — эксцентрик; *6* — основание, *7* — зубчато-реечная передача; *8* — выдвижные фиксаторы; *9* — базовая планка; *10* — шток; *11*, *13* — измерительные наконечники, *12* — палец спутника; *14* — рычаг, *15* — плоская пружина; *16* — корпус измерительной головки, *17* — рубашка (втулка); *18* — компенсатор, *19* — индикатор

рис. 78. Если элементы базирования детали в приспособлении расположены под углом к вектору подачи (рис. 78, *а*, *б*), необходимо предусмотреть дополнительные координатные технологические отверстия (если они не предусмотрены конструкцией), относительно которых ведется контроль по одной из приведенных на рис. 78, *в*—*е* схем.

Контроль приспособлений-спутников имеет свои особенности. На рис. 79 приведен пример схемы измерения основных параметров приспособлений-спутников для обработки поворотного кулака, а в табл. 39 карта его контроля с основными параметрами, подлежащими проверке.

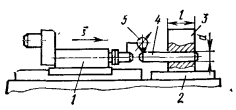
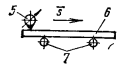
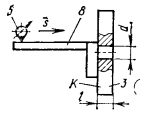
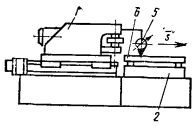
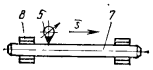
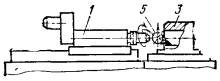
Точность спутников может контролироваться универсальными измерительными средствами либо с использованием специальных стендов (рис. 80).

Для качественной обработки детали на АС и АЛ необходима точная ориентация шпинделя, несущего режущий инструмент, относительно элементов базирования детали в приспособлении. В табл. 40 приведены схемы проверки (выверки) расположения силовых агрегатов относительно зажимных приспособлений и дополнительные требования, предъявляемые к конструкции либо оснащению приспособлении.

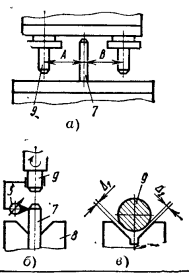
39. Карта контроля приспособлений-спутников (см. рис. 79)

Параметр	Обозначение	Пред. откл., мм	№ поз.	Действительные отклонения в приспособлениях-спутниках, мм								
				1	2	3	...					*n*
Диаметр отверстий базирования деталей	D_1	+0,02	I									
			II									
	D_2	+0,03	I									
			II									
Расположение базовых платиков (шайб)	α	±30″	I									
			II									
Размер от оси отверстия в эталонной детали до опорной поверхности спутника *К*	H	±0.05	I									
			II									
Отклонение от параллельности оси отверстия в эталонной детали относительно опорной поверхности А спутника		0,02/150	I									
			II									
Размер между точкой пересечения оси базового отверстия с плоскостью базирования детали и осью втулки фиксации спутника	a	+0.05	I									
			II									
Размер между осями контрольных отверстий эталонных деталей	l_1	±0,05										
Размеры между осями винтов зажима деталей в спутнике	l_2	±0 1										
	l_3											
Размер между осью контрольного отверстия в эталонной детали и осью втулки фиксации спутника	δ	±0,05										
Диамегры втулок фиксации приспособления-спутника	D_3	Поле допуска *Н6*										
Размеры между осями отверстий втулок фиксации спутника	l_4	±0,03										
	l_5											
	l_6											
	l_7											

40. Взаимная установка силового агрегата и зажимного приспособления в АС и АЛ

Установка силовых агрегатов относительно приспособлений		Дополнительные требования к конструкции приспособления
Схема	Назначение и условия выполнения установки	
	Ориентация вектора $\bar{s}$ рабочей подачи сверлильно-расточного агрегата параллельно оси контрольного отверстия приспособления или эталонной детали; $l \geqslant 2d$	Предусмотреть в приспособлении либо эталонной детали технологическое отверстие длиной $l \geqslant 2d$
	Ориентация вектора $\bar{s}$: параллельно плоскости, проходящей через оси технологических отверстий;	Ввести в корпусе приспособления технологические отверстия
	перпендикулярно к поверхности K приспособления, эталона или кондукторной плиты; $l \leqslant 2d$	Ввести в корпусе приспособления (эталонной детали, кондукторной плите) технологические поверхности, перпендикулярные к вектору $\bar{s}$
	Ориентация вектора $\bar{s}$ рабочей подачи фрезерного агрегата относительно базовой поверхности приспособления	—
	То же, относительно базовых призм приспособления, служащих для установки обрабатываемых деталей	—
	Координатная выверка (на соосность) шпинделя относительно отверстия в эталонной детали	Ввести в эталонной детали (эталонном приспособлении-спутнике) отверстия для выверки всех шпинделей

Продолжение табл. 40

Установка силовых агрегатов относительно приспособлений		Дополнительные требования к конструкции приспособления
Схема	Назначение и условия выполнения установки	
	Координатная ориентация фрезерных шпинделей: *а, б* — относительно оси технологического отверстия в приспособлении А, Б; *в* — относительно базовой призмы	Ввести в корпусе приспособления (или призме) технологические отверстия

Обозначения: *1* — силовой агрегат (сверлильно-расточная или фрезерная бабка, установленная на силовом столе); *2* — приспособление; *3* — эталонная деталь; *4* — контрольная оправка; *5* — индикатор; *6* — поверочная линейка; *7* — контрольные оправки, установленные в технологические отверстия приспособления либо базовые призмы; *8* — базовая призма; *9* — контрольная оправка, установленная в шпиндель головки.

ОСОБЕННОСТИ НАЛАДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Общие требования. Работоспособность приспособлений в значительной степени зависит от их правильной регулировки и наладки. Усилие, развиваемое приспособлением, может контролироваться динамометрическими приборами разных типов. В качестве примера на рис. 81 приведены гидравлические динамометры для контроля усилия зажима деталей, закрепляемых прихватами (рис. 81, *а*) либо трехкулачковыми патронами (рис. 81, *б*). Нагрузка воспринимается поршнями-плунжерами, передающими усилие маслу, заполняющему полость A. Давление контролируется манометрами. Для исключения погрешностей, обусловленных потерями в парах трения, гидравлические динамометры подвергаются контрольному тарированию с последующим построением графика зависимости $P = f(F)$, где P — показания манометра (МПа); F — усилие, воспринимаемое поршнем (Н).

По результатам контроля усилия закрепления выполняют необходимые наладочные работы.

Характерные неполадки в работе приспособлений и способы их устранения приведены в табл. 41.

При эксплуатации приспособлений необходимо регулярно контролировать следующие параметры:

состояние элементов базирования деталей, своевременно заменяя их (при повышенном износе, разрушении) либо устраняя обнаруженные дефекты;

состояние устройств и элементов зажима, устраняя дефекты и заменяя вышедшие из строя детали;

защиту и очистку направляющих, винтовых и клиновых пар и других поверхностей базирования и механизмов закрепления от металлической пыли, стружки и грязи; исправность предусмотренных конструкций ограждений и уплотнений;

надежный подвод охлаждающей

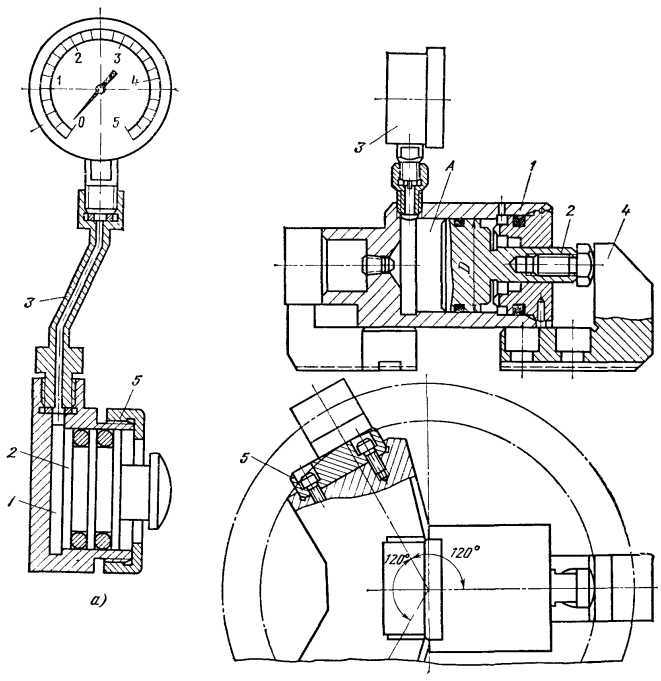


Рис. 81. Гидравлический динамометр для контроля усилия зажима в приспособлении:
а — прихватами (*1* — корпус; *2* — плунжер; *3* — трубка; *4* — манометр; *5* — гайка); *б* — трехкулачковым патроном (*1* — гидроцилиндр; *2* — плунжер; *3* — манометр; *4* — кулачок; *5* — опорный планшайб)

жидкости по трубопроводам, закрепленным на приспособлении;

надежность смазки пар трения в приспособлении;

состояние элементов, направляющих режущий и вспомогательный инструмент (кондукторных втулок, поддержек для борштанг и пинолей, гильз, пальцев для фиксации кондукторной плиты и др.); своевременно заменять вышедшие из строя элементы. В табл. 42 приведены размеры предельно изношенных кондукторных втулок.

Для оценки точностных параметров каждое приспособление имеет паспорт, в котором приводятся расчетные и действительные размеры. Контроль приспособлений должен производиться не реже одного раза в месяц.

Особенности наладки электромеханических ключей зажима деталей. При наладке электромеханических ключей проверяют направление вращения двигателя, правильность функционирования золотников системы накидывания; осуществляют регулирование положения упоров, воздей-

41. Типовые неполадки приспособлений

Неполадки	Причины	Способы устранения
Усилие закрепления детали не соответствует расчетному	1. Неправильно настроена контрольно-регулирующая аппаратура	1. Настроить аппаратуру
	2. Перетечки масла (воздуха) в гидро- (пневмо-) узлах зажима	2. Заменить уплотнения в гидро- (пневмо-) цилиндрах зажима
	3. Неправильно настроено реле максимального тока (в узлах электромеханического зажима детали)	3. Отрегулировать реле максимального тока
	4. Разрегулировалась фрикционная предохранительная муфта в приводе зажима	4. Отрегулировать предохранительную муфту
Скорость перемещения элементов зажима (прихватов, призм и др.) не соответствует расчетной	1. Перетечки масла (воздуха) в узлах зажима (гидродвигателе, цилиндрах и др.)	1. Заменить уплотнения; отрегулировать их затяжку
	2. Неправильная настройка контрольно-регулирующей аппаратуры	2. Настроить аппаратуру
Элементы зажима детали (прихваты, призмы и др.) перемещаются туго	1. Заедание в кинематических парах трения привода зажима (байонетных, рычажно-винтовых, клиновых и других соединениях)	1. Выполнить необходимые пригоночные работы
	2. Пережаты уплотнения в цилиндрах привода	2. Отрегулировать затяжку уплотнения
Перемещение исполнительных органов не соответствует положению командоаппаратов (задаваемой команде)	Неправильно выполнены разводка трубопроводов и подсоединение приводных цилиндров	Выполнить разводку согласно чертежу
Нестабильное базирование обрабатываемых деталей, вызывающее повышенные погрешности обработки	1. Повышенный износ элементов базирования деталей	1. Заменить элементы базирования (пальцы, втулки и др.)
	2. Ослаблено крепление элементов базирования деталей; нарушена регулировка упоров, определяющих положение детали	2. Закрепить элементы базирования (призмы, ложементы, пальцы и др.), отрегулировать положение упоров
Нестабильное базирование подвижной кондукторной плиты на пальцах фиксации в приспособлении	Повышенный зазор между пальцами и втулками фиксации кондукторной плиты (неточное изготовление деталей, повышенный износ)	Заменить элементы фиксации

42. Размеры предельно изношенных кондукторных втулок, мм

Номинальный Ф отверстия	Пред. откл. инструмента	Длина втулки	Размеры отверстий предельно изношенных втулок при допустимой величине смещения оси отверстия			
			0.050	0.075	0.125	0.250
6	—0,033	22	6,019	6,047	6,092	6,181
		18	6,015	6,043	6,082	6,173
		15	6,010	6,036	6,077	6,160
10	—0,033	30	10,014	10,045	10,094	10,195
		22	10,007	10,031	10,079	10,170
		18	—	10,023	10,067	10,159
15	—0,043	45	15,006	15,031	15,077	15,181
		40	—	15,025	15,072	15,174
		35	—	15,019	15,060	15,164
25	—0,052	75	—	25,024	25,080	25,196
		60	—	25,015	25,068	25,181
		45	—	—	25,051	25,162

ствующих на конечные выключатели, а также настройку реле максимального тока на срабатывание при заданном крутящем моменте зажима. Если отжим ключом контролируется по времени, то дополнительно выполняют настройку реле, ограничивающего длительность работы двигателя при отжиме. В отдельных случаях отжим выполняется до жесткого упора, при этом контроль окончания отжима осуществляется посредством реле максимального тока, настраиваемого на меньшую уставку, чем реле зажима.

В нежестких системах зажима можно регулировать его усилие соответствующей настройкой реле: чем меньше жесткость системы, тем шире диапазон регулирования. В системах с большей жесткостью этот диапазон практически равен нулю, так как останов привода происходит до фактического его отключения. Таким образом, в жестких системах изменение положения уставки реле максимального тока не влияет на усилие зажима. Поэтому в подобных случаях при необходимости изменения усилия зажима следует заменить электродвигатель и соответствующую пускозащитную и регулирующую аппаратуру.

В некоторых конструкциях электромеханических ключей усилия зажима ограничиваются механическими средствами (например, встройкой в редуктор ключа фрикционной муфты). Управление этими ключами осуществляется и при помощи реле максимального тока и реле времени. Реле максимального тока, катушка которого включена в цепь питания двигателя, дает команду на включе-

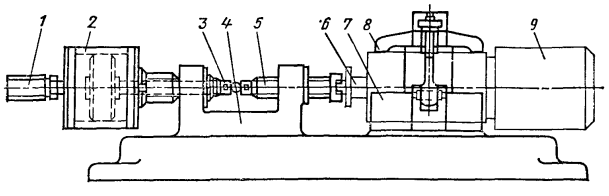


Рис. 82. Приспособление для проверки крутящего момента, развиваемого зажимным устройством:

1 — манометр; *2* — гидродинамометр; *3* — шток; *4* — плита; *5* — винт; *6* — шпиндель ключа зажима, *7* — базовая призма (либо платики); *8* — прихваты; *9* — электро-(гидро)-механический ключ зажима

43. Показатели надежности приспособлений автоматических линий Минского СКБ АЛ

Наименование узла	Параметр потока отказов $\omega \cdot 10^3$, 1/цикл	Удельная длительность восстановления $B \cdot 10^3$, мин/цикл
Механизм фиксации и зажима:		
заготовок средней сложности	0,139	1,000
заготовок повышенной сложности	0,278	2,000
приспособлений-спутников (типовые)	1,000	0,500
Приспособление-спутник:		
без встроенного зажимного устройства	0,010	0,100
с встроенным зажимным устройством	0,100	0,500
Станция зажима (отжима) заготовок в приспособлениях-спутниках (механический ключ)	0,286	1,429

44. Показатели * надежности приспособлений автоматических линий Московского СКБ АЛ и АС

Наименование узла	B_j	B'_j	$t_{ср\,j}$
	на 100 мин работы, мин		
Механизм фиксации заготовки в приспособлении	0,03	0,07	8,0
Механизм зажима заготовки в приспособлении:			
прихватом напрямую	0,01	0,02	15,0
прихватом через рычажную систему или клиновой механизм	0,02	0,03	18,0
Приспособление-спутник:			
без встроенного зажимного устройства	0,01	0,01	10,0
со встроенным простым зажимным устройством	0,02	0,02	12,0
со встроенным сложным зажимным устройством	0,04	0,04	15,0
Простои приспособления из-за попадания стружки на базовые плоскости в зависимости от материала обрабатываемой детали:			
чугун	0,05	0,05	2,0
сталь	0,12	0,12	4,0
алюминий:			
без смыва стружки	0,10	0,10	3,5
со смывом стружки	0,04	0,04	2,5
Кондукторные втулки	$0{,}005a$ **	—	10,0
Поворотный стол	0,03	0,06	10,0
Поворотный барабан	0,01	0,02	10,0

* $B_j : B'_j$ — удельная длительность восстановления элементов соответственно длительного и циклического действия j-го механизма: $t_{ср\,j}$ — среднее время восстановления j-го механизма.

** a — число втулок.

45. Ремонтосложность стационарных приспособлений (с. р. с.)

Технологическое назначение	Без портала			С порталом		
	Габаритные размеры обрабатываемой детали, мм, не более					
	400×400	700×700	1000×1000	400×400	700×700	1000×1000
Резьбонарезание	1,0	1,4	2,0	1,3	2,1	2,6
Сверление	1,3	2,1	3,0	2,0	2,6	3,7
Предварительное растачивание	1,6	2,6	3,4	2,4	3,3	4,2
Фрезерование	1,8	2,7	3,7	2,6	3,5	4,6
Чистовое растачивание	2,0	3,0	4,1	2,9	3,8	5,0

Примечание. См. примечание табл. 47.

46. Ремонтопригодность многопозиционных приспособлений (е. р. с.)

Тип приспособления	Число позиций	Габаритные размеры обрабатываемой детали, мм				
		Не более				Св. 1000×500
		200×200	300×300	500×500	1000×500	
На поворотном делительном столе	3	5,0	6,0	7,2	8,0	8,7
	4	5,4	6,3	7,7	8,5	9,3
	5	5,7	7,0	8,2	9,0	10,0
	6	6,0	7,5	8,9	10,0	11,0
	8	6,3	8,0	9,5	10,7	12,0
Барабанное	4	4,0	4,6	5,2	6,7	8,0
	5	4,4	5,1	6,2	7,5	9,0
	6	4,8	5,4	6,8	8,2	10,0
	8	5,3	6,3	7,3	9,0	11,0

Примечание. См. примечание табл. 47.

47. Ремонтопригодность приспособлений-спутников (е. р. с.)

Характеристика приспособления	Категория сложности ремонта
Без зажимного устройства	1,0
С зажимным устройством	3,0

Примечания: 1. Категория сложности ремонта многопозиционных приспособлений определяется по габариту одной обрабатываемой детали и умножается на число деталей, одновременно обрабатываемых в технологической позиции.

2. Коэффициенты, зависящие от способа зажима детали, на которые должны быть умножены показатели ремонтной сложности, взятые по табл. 45—47, приведены в табл. 48.

3. Для приспособлений со сложной рычажной системой категория сложности ремонта увеличивается на 20 %.

4. Приспособления, смонтированные на силовых и подкатных столах и других устройствах прямолинейного перемещения, при определении категории сложности ремонта условно отнесены к типу стационарных.

48. Коэффициенты сложности приспособлений

Способ зажима	Тип приспособления		
	Стационарное	Установленное на поворотном делительном столе	Установленное на поворотном барабане
Электромеханический	0,7	0,6	1,0
Пневматический	1,0	—	—
Гидравлический	1,2	1,0	—

ние реле времени в начале нарастания момента зажима. Двигатель отключается через выдержку реле времени, достаточную для завершения операции зажима. Наладка этих ключей состоит в подборе уставки реле

максимального тока (1,5 $I_н$ двигателя) и реле времени (0,5—1 с).

Для проверки крутящего момента, развиваемого электро-(гидро)механическими ключами может быть рекомендовано приспособление, приведенное на рис. 82. Винт *5*, приводимый во вращение ключом, перемещается в осевом направлении, нагружая шток *3* гидродинамометра *2*. Усилие зажима (развиваемый момент) контролируется предварительно тарируемым манометром *1*.

Показатели надежности и ремонтопригодности приспособлений АС и АЛ. Надежность функционирования приспособлений оказывает значительное влияние на работоспособность АС и АЛ.

Одной из важнейших предпосылок высокой надежности приспособлений является максимальное использование при их проектировании унифицированных и нормализованных элементов в сочетании с предельным упрощением конструкции, выбор рациональных схем базирования и закрепления обрабатываемых деталей, применение подводимых опор при обработке нежестких деталей и деталей сложной конфигурации, введение базирования по трем точкам вместо базовых планок, защита баз от стружки, металлической пыли и грязи, термообработка элементов конструкции с целью повышения их износостойкости и работоспособности, оснащение приспособлений требуемыми элементами диагностики состояния и контроля срабатывания механизмов (контроля надежности базирования, фиксации, усилия закрепления обрабатываемых деталей и др.).

При проектировании приспособлений необходимо выполнять элементарное требование, оказывающее существенное влияние на их надежность — все зажимные элементы необходимо изолировать от стоек с кондукторными втулками, что позволяет избежать деформации стоек и способствует повышению точности обработки.

В целях повышения надежности устройств направления режущего инструмента разработаны и нашли применение твердосплавные кондукторные втулки.

Для оценки надежности приспособлений АЛ могут быть использованы данные, приведенные в табл. 43 и 44.

Одним из показателей надежности приспособлений является их ремонтопригодность. Последняя характеризуется категорией сложности ремонта, измеряется в единицах ремонтной сложности (е. р. с.). При проектировании приспособлений могут быть использованы данные по ремонтопригодности типовых конструкций, приведенные в табл. 45—47.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К СТАНОЧНЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ

Общие требования безопасности к СП. 1. Наружные элементы конструкций СП не должны иметь поверхностей с неровностями (острые кромки, углы и др.), представляющими источник опасности, если их наличие не вызывается функциональным назначением. Радиусы скруглений, размеры фасок наружных поверхностей должны быть не менее 1 мм (если они не оговорены особо).

2. Конструктивные элементы СП, выходящие за габариты стола станка, не должны препятствовать работе станка и доступу к органам управления.

3. Параметры шероховатости наружных поверхностей вращения патронов, оправок, планшайб и других приспособлений не должны превышать Ra 1,25 по ГОСТ 2789—73* (СТ СЭВ 638—77).

4. Способ соединения СП со станком и со сменными наладками должен исключать возможность самопроизвольного ослабления крепления, а также смещения СП и сменных наладок в процессе эксплуатации.

5. Вращающиеся СП подвергаются обязательной статической и динамической балансировкам.

6. Установку в СП пружин сжатия с отношением высоты пружины к ее наружному диаметру более 2,5 следует осуществлять с применением специальных гильз, оправок и т. п.

7. Конструкция СП должна обеспечивать свободное или принудительное удаление СОЖ и стружки, а также отсос загрязненного воздуха из зоны обработки, если в рабочей зоне возможно появление вредных аэрозолей, газов, концентрация которых превышает нормы, установленные ГОСТ 12.1.005—76.

8. Должна обеспечиваться безопасность установки и снятия заготовок, устраняющая возможность их самопроизвольного падения на опоры. Если масса заготовки превышает 12 кг, следует предусмотреть свободную закладку и съем стропов, клещей и других захватных устройств грузоподъемных механизмов.

9. СП массой до 16 кг должны иметь конструктивные элементы для безопасной и удобной их установки и снятия вручную. СП массой более 16 кг должны иметь цапфы, рымболты, такие СП устанавливаются и снимаются грузоподъемными механизмами.

10. В СП с механизированными зажимными устройствами максимальный гарантированный зазор для установки заготовок не должен превышать 5 мм, чтобы исключить защемления рук рабочего.

11. В конструкции СП должна предусматриваться возможность периодического смазывания всех трущихся поверхностей с помощью смазочных каналов, отверстий, масленок и др. Масленки должны быть легко доступными, надежно закрепленными и окрашенными в отличный от приспособления цвет (см. ГОСТ 12.4.026—76*). Указатели уровня и потока масла должны быть удобными для обозрения. Предельная высота от уровня пола (рабочей площадки) до места для ручной заливки масла — не более 1800 мм для масленок и 1500 мм — для резервуаров.

12. Не допускается уплотнение краской, лаком и подобными средствами устройств, которые периодически вскрываются при регулировке и наладке (крышки, лючки и др.).

Требования к зажимным механизмам приспособлений. 1. Усилия закрепления заготовок (если они не установлены стандартами) берутся с коэффициентом запаса $K = 2{,}5$ (см. т. 1, с. 382). Усилия закрепления в тисках устанавливаются в зависимости от размеров губок по ГОСТ 14904—80.

2. Зажимные рукоятки не должны создавать опасности при работе станка, в противном случае они должны быть съемными или откидными. Перемещения рукояток немеханизированных зажимных механизмов не должны быть направлены в зону обработки.

3. В винтовых зажимных механизмах предпочтительны высокие гайки, как более удобные для захвата ключом, самоустанавливающиеся шайбы, предупреждающие изгиб болтов или шпилек.

4. Гайки в виде барашков и звездочек допускается применять при усилии закрепления до 100 Н. Самотормозящие быстродействующие эксцентриковые зажимные механизмы допускается применять при усилии закрепления до 2200 Н.

Требования к органам управления. При использовании немеханизированного и механизированного приводов органы управления перемещающимися частями СП должны иметь блокирующее устройство для автоматического отключения немеханизированного привода при включении механизированного привода.

2. Высота от уровня пола (рабочей площадки) до органов управления СП должна быть 1000—1600 мм при обслуживании стоя и 600—1200 мм при обслуживании сидя.

3. К органам управления, использование которых недопустимо при работе оборудования, следует крепить указатели с предупредительными надписями, хорошо читаемыми на расстоянии не менее 500 мм.

4. Требования к контрольным и сигнальным устройствам, предупредительным надписям, таблицам и т. п. см. ГОСТ 21829—76 и ГОСТ 12.4.026—76*; к направлению движения рукояток органов управления — ГОСТ 9146—79; к формам и размерам органов управления, зажимным рукояткам, а также к усилиям, к ним прикладываемым, — ГОСТ 21752—76, ГОСТ 21753—76, ГОСТ 22129—76 и ГОСТ 12.2.009—80.

5. Подробнее требования к органам управления оснасткой см. ГОСТ 12.2.003—74* (СТ СЭВ 1085—78) и ГОСТ 12.2.009—80*.

Требования к пневмо- и гидроприводам. 1. Требования к пневмо- и гидроприводам см. ГОСТ 12.3.001—73*, ГОСТ 12.2.040—79, ГОСТ 12.2.009—80*.

2. Пневматические и гидравлические системы зажимных механизмов СП должны обеспечивать надежное закрепление и раскрепление заготовок, а также их надежное удержание до полной остановки подвижных частей станка и приспособления при внезапном прекращении подачи сжатых воздуха или жидкости.

3. Пневмо- и гидроприводы должны быть оборудованы устройствами для защиты рабочей среды от загрязнений; от возбуждения давления, превышающего максимально допустимое значение, и от падения давления в рабочей полости цилиндра при прекращении подачи или мгновенном падении давления рабочей среды.

4. Пневмо- и гидроприводы должны быть оборудованы устройствами для контроля давления рабочей среды. Отбор воздуха или масла из трубопроводов к измерительной аппаратуре не допускается.

5. Следует предусматривать ограждения или теплоизоляцию устройств, нагревающихся в процессе эксплуатации свыше 45 °С.

6. После окончательной наладки СП следует опломбировать элементы пневмо- и гидроприводов, разрегулирование которых ведет к аварийной ситуации.

7. Головки выводных устройств, сливные пробки окрашивают в красный цвет. Корпусы кранов управления пневмо- и гидроприводом должны иметь отличительную окраску. Устройства пневмо- и гидроприводов должны иметь обозначение направления потока рабочей среды и маркировку по ГОСТ 15108—82. При наличии нескольких трубопроводов с различным давлением каждый из них должен иметь отличительную окраску по ГОСТ 22133—76 и маркировку

присоединительных элементов по ГОСТ 15108—82.

8. Не допускается гибка трубопровода в зоне сварки. Минимальные допустимые радиусы по оси изгиба для стальных труб — три, а для медных, алюминиевых и латунных — два наружных диаметра трубы.

9. Не допускаются отброс на рабочего стружки и пыли струей отработанного воздуха, а также загрязнение рабочей зоны (пространство высотой до 2000 мм от уровня пола).

10. Испытания пневмо- и гидроприводов и их устройств нужно проводить в отдельном помещении или в бронированном шкафу, строго соблюдая требования безопасности. Не допускается использование устройств и элементов, не имеющих сертификата на соответствие эксплуатационным требованиям.

Требования к магнитным станочным приспособлениям. 1. Удельная сила притяжения на полюсе: для магнитных патронов должна соответствовать требованиям ГОСТ 24568—81, для магнитных плит—ГОСТ 16528—81, для электромагнитных плит—ГОСТ 17519—81.

2. Максимальная допустимая окружная скорость магнитных патронов на холостом ходу — не более 500 м/мин.

3. Магнитные приспособления должны быть полностью водонепроницаемыми.

4. Требования к защитному заземлению электромагнитных приспособлений см. ГОСТ 12.2.009—80*.

5. При работе без СОЖ температура рабочей поверхности электромагнитных приспособлений не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 25 °С для нормального класса точности; 15 °С — для высокого класса точности; 7 °С — для особо высокого класса точности.

Требования к электроприводу и электрооборудованию. 1. Требования к электроприводу СП см. ГОСТ 12.2.007.0—75*, ГОСТ 12.2.007.1—75, ГОСТ 12.2.007.2—75, ГОСТ 12.2.007.6—75*, ГОСТ 12.2.007.14—75, ГОСТ 12.2.009—80*.

2. Электропривод СП, используемых во взрывоопасных устройствах и помещениях, должен соответствовать «Правилам изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» (ПИВРЭ) и «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ).

3. Электропривод и электрооборудование СП должны отвечать следующим основным требованиям:

электрическая схема должна исключать самопроизвольное включение устройств;

токоведущие части должны быть надежно изолированы или закрыты защитными кожухами, изоляция проводов в каналах должна быть рассчитана по высшему напряжению;

монтажные провода должны иметь маркировку или цветную изоляцию по ГОСТ 12.2.007.0—75*;

необходим вводной выключатель немеханизированного действия с двумя фиксированными состояниями контактов (включенное и отключенное), предназначенный для подключения к питающей сети и для отключения от сети на время перерыва в работе или в аварийных ситуациях;

необходимы кнопки, рычаги и другие органы управления, а также средства аварийного отключения, устанавливаемые по ГОСТ 12.2.009—80* и ГОСТ 9146—79;

необходима световая предупредительная сигнализация и поясняющие таблички к органам управления, выполненные по ГОСТ 12.2.007.0—75* и ГОСТ 12.2.009—80*; знаки предупредительных табличек и сигнализации — по ГОСТ 12.4.026—76*, ГОСТ 12.4.027—76.

5. Степень защиты электрооборудования (электродвигатели, кнопки управления, путевые выключатели и т. п.), шкафов, металлических ящиков в зависимости от опасности производственных факторов следует выполнять по ГОСТ 14254—80 (СТ СЭВ 778—77).

6. Электропривод СП должен обеспечивать надежное закрепление и раскрепление заготовок, а также их надежное удержание до полной остановки подвижных частей станка и СП при внезапном прекращении подачи электроэнергии.

7. Проверку электрической изоляции электрооборудования СП выполнять по ГОСТ 12.2.009—80* и ГОСТ 21657—76.

Требования к защите от поражения электрическим током. 1. Металлические части (корпус, пульт управления и др.) электрифицированного СП, которые могут оказаться под напряжением, регламентированным ГОСТ 12.2.007.0—75*, должны быть оснащены устройством защитного заземления или подсоединены к нулевому проводу. Заземление должно быть надежным и не размыкаться в процессе эксплуатации. Требования к защитному заземлению см. ГОСТ 21130—75* и ГОСТ 12.2.007.0—75*.

2. Электрооборудование СП должно быть защищено от самопроизвольного включения устройств и механизмов при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения в питающей сети.

3. Требования к блокировке электрооборудования СП см. ГОСТ 12.2.007.0—75*. Для закрепления шкафов и блоков с аппаратурой управления допускается использование замков, закрывающихся специальным ключом, или винтов, заворачиваемых специальным инструментом. При наличии таких устройств блокировка между вводным выключателем и дверцами (крышками) не обязательна.

4. Остальные требования к электроприводу и электрооборудованию СП соответствуют «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ и ПТБ).

Требования к местному освещению. 1. Должна обеспечиваться освещенность рабочих поверхностей СП в соответствии с требованиями СНиП 11—А5—71.

2. Напряжения для питания устройств и светильников местного освещения, требования к устройствам, штепсельным разъемам, выключателям, цепям местного освещения приспособлений см. ГОСТ 12.2.009—80*.

3. Требования к светотехническим изделиям устройств местного освещения СП см. ГОСТ 22758—77Е и ГОСТ 12.2.007.13—75*.

Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию приспособления. 1. Открытые элементы СП, перемещающиеся со скоростью более 0,15 м/с, должны иметь ограждение (ГОСТ 12.2.009—80) или предупредительную окраску (ГОСТ 12.4.026—76*), а вращающиеся СП, являющиеся источником опасности, — предохранительные кожухи.

2. Если представляющие опасность исполнительные органы СП не могут быть надежно ограждены, должны использоваться световая (звуковая) сигнализации (ГОСТ 16028—70**, ГОСТ 12.3.001—73*, ГОСТ 12.4.026—76*) или блокировка (ГОСТ 12.2.009—80*).

3. Для надежной защиты от стружки и брызг целесообразно предусматривать дополнительные щитки.

4. Уровень вибрации СП с силовым приводом к нему на рабочем месте см. ГОСТ 12.2.009—80*. Шумовые характеристики СП должны соответствовать санитарным нормам. Установка СП не должна повышать октановых уровней звуковой мощности станка.

Требования безопасности к транспортированию, сборке, ремонту, хранению. 1. Конструкция СП должна быть безопасной при складировании и транспортировке.

2. Не допускается выступание штифтов над поверхностью соединяемых деталей, а также концов винтов и шпилек над гайкой на размер, бо́льшей половины диаметра резьбы. Для предупреждения самоотвинчивания винтов и гаек должны использоваться контргайки, шплинты и др.

3. Не допускаются ремонт и техническое обслуживание СП во время работы станков. Приспособления должны храниться на стеллажах в шкафах, обеспечивающих соблюде-

ние всех требований безопасности складирования и хранения грузов.

Контроль выполнения требований безопасности. Контролю выполнения требований безопасности должны подвергать вновь изготовленные, модернизированные и прошедшие ремонт СП в ходе приемочных, приемосдаточных или периодических испытаний (по ГОСТ 15.001—73*). Виды испытаний определяются по ГОСТ 16504—81 и по чертежу на СП. Объем испытаний и контроля должен устанавливаться государственными стандартами и нормативно-техническими документами на конкретное приспособление (подробнее см. ГОСТ 12.2.029—77).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированные** системы технологической подготовки производства в машиностроении./Под ред. Г. К. Горанского. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.
2. **Адамчик В. В., Раковнч А. Г., Юревич С. А.** Методические материалы по автоматизации проектирования приспособлений./Под ред. А. Г. Раковича. Минск: ИТК АН БССР, 1975. 136 с.
3. **Айзман Д. С.** Автоматические линии с приспособлениями-спутниками для механической обработки. М.: НИИМАШ, 1972, 102 с.
4. **Алтшуллер Г. С.** Алгоритм изобретения. М.: Московский рабочий, 1973. 295 с.
5. **Анеферов М. А.** Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1975. 656 с.
6. **Барташев Л. В.** Технико-экономические расчеты при проектировании и производстве машин. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1973. 384 с.
7. **Близнюк В. П., Лебедев В. Н.** Опыт автоматизации проектирования технологической оснастки для механической обработки лопаток турбин М.: ЛДНТП. 1978. 20 с.
8. **Близнюк В. П.** Система специализированных наладочных приспособлений при обработке турбинных лопаток. — В кн.: Прогрессивные конструкции станочных приспособлений / Под ред. В. А. Блюмберга. ЛДНТП, 1972, с. 51—57.
9. **Блюмберг В. А., Глущенко В. Ф.** Использование метода расстановки приоритета для структуризации и решения управленческих задач в НИИ и КБ. — Тр. ЛИЭИ. Совершенствование организации и планирования отраслевых научных и опытно-конструкторских разработок 1977. Вып. № 133, с. 91—103.
10. **Блюмберг В. А., Близнюк В. П.** Переналаживаемые станочные приспособления. Л.: Машиностроение. Ленингр. отдние, 1978, 360 с.
11. **Болотин К. Л., Костромин Ф. П.** Станочные приспособления М.: Машиностроение. 1973, 433 с.
12. **Бочковский В. Г., Боценко М. П., Сидоров И. М.** Пневматическое приспособление к агрегатному станку с поворотным столом. — Станки и инструмент. 1976, № 6, с. 8—9.
13. **Брон Л. С., Черпаков Б. И., Авцин В. И.** Зарубежные автоматические линии с приспособлениями-спутниками. — Станки и инструмент, 1971, № 3, с. 41—44.
14. **Власов С. Н., Черпаков Б. И.** Справочник молодого наладчика автоматических линий и специальных станков. М.: Высшая школа, 1977. 248 с.
15. **Воронцчев Н. М., Тартаковский Ж. Э., Генин В. Г.** Автоматические линии из агрегатных станков. М.: Машиностроение, 1979. 487 с.
16. **Гамрат-Курек Л. И., Иванов К. Ф.** Выбор варианта изготовления изделий и коэффициенты затрат. М.: Машиностроение, 1975. 134 с.
17. **Генин В. Б., Тартаковский Ж. Э., Бондаренко В. А.** Транспортные устройства автоматических линий из агрегатных станков. М.: НИИМАШ, 1978. 36 с.
18. **Горанский Г. К.** Элементы теории автоматизации машиностроительного проектирования с помощью вычислительной техники. Минск: Наука и техника. 1970. 267 с.
19. **Горелик Г. И., Васплевский М. Я./ Беранский М. И.** Транспортные устройства автоматических линий с приспособлениями-спутниками. М.: НИИМАШ, 1976. 44 с.
20. **Гоюшкин А. К.** Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1979. 303 с.
21. **Губич Л. В., Ракович А. Г.** Приложение квалиметрии к разработке систем автоматизированного проектирования технологической оснастки. — В кн. Автоматизация проектирования. Минск: ИТК АН БССР. 1978. с. 29—35.
22. **Днепровский Е. В.** Чертежно-графические автоматы для автоматизации подготовки производств. — В кн. Вычислительная техника в машиностроении. Минск: ИТК АН БССР. 1971. с. 177—180.
23. **Зозулевич Д. М., Борисова Г. Б., Максимова Л. Г.** Пакеты программ автоматического черчения для единой серии ЭВМ. Минск: ИТК АН БССР, 1978. 98 с.
24. **Инвариантные** компоненты систем автоматизированного проектирования приспособлений / Под ред. А. Г. Раковича. Минск: Наука и техника, 1980. 160 с.
25. **Исходная** информация для автоматизированного проектирования сверлильных приспособлений / А. Г. Ракович, А. А. Коноплянцв, Г. В. Махнач и др. Минск: ИТК АН БССР, 1976. 52 с.
26. **К алгоритму** автоматического нанесения номеров позиций на сборочном чертеже конструкции. / В. В. Букатая, А. Г. Ракович, Н. Н. Рояко и др. Вычислительная техника в машиностроении. Минск: 1973, № 3, с. 48—55.
27. **К вопросу** корректировки типовых изображений в процессе автоматизированного построения сборочных чертежей станочных приспособлений. / Т. Н. Бекасова, А. Г. Ракович, Н. Н. Рояко и др.

Вычислительная техника в машиностроении. Минск. 1972, № 12, с. 92—99.

28. **Константинов О. Я.** Магнитная технологическая оснастка. Л., Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1974. 384 с.

29. **Конюх А. И., Плашей Г. И.** Справочник по наладке агрегатных станков и автоматических линий. Минск: Беларусь, 1977. 287 с.

30. **Корсаков В. С.** Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М.: Машиностроение, 1974. 288 с.

31. **Косилова А. Г.** Точность обработки деталей на автоматических линиях. М.: Машиностроение. 1976. 224 с.

32. **Косов Н. П.** Станочные приспособления для деталей сложной формы. М.: Машиностроение, 1973. 243 с.

33. **Крыленко В. В., Фридман Л. И.** Наладка и эксплуатация электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий. М.: Машиностроение. 1979. 48 с.

34. **Кузнецов Ю. Н., Кухарец А. В.** Новые зажимные механизмы станков-автоматов. Киев. Техника. 1979. 216 с.

35. **Лукашевич С. И.** Определение экономической эффективности применения ЭВМ. Минск: Наука и техника, 1970. 88 с.

36. **Моисеева Н. К.** Выбор технических решений при создании новых изделий. М.: Машиностроение. 1980. 130 с.

37. **Наладка** и эксплуатация агрегатных станков и автоматических линий: Справочное пособие. / М. М. Гольдин, В. Д. Зуев, Л. А. Иванцов и др. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1974. 464 с.

38. **Нормализованные** узлы и детали агрегатных станков и автоматических линий: Каталог-справочник. М.: НИИМАШ, 1972. 368 с.

39. **Опыт** построения эффективных алгоритмов машинного проектирования специальных сверлильных приспособлений. Под ред. Г. К. Горанского. Минск.: Наука и техника, 1970. 120 с.

40. **Орликов М. Л., Кузнецов Ю. Н.** Проектирование зажимных механизмов автоматизированных станков. М.: Машиностроение. 1977. 319 с.

41. **Плашей Г. И., Марголин Н. У., Пирович Л. Я.** Приспособления агрегатных станков: Альбом конструкций. М.: Машиностроение. 1977. 192 с.

42. **Плоткин В. А., Ракович А. Г.** Автоматизация поиска аналогов при проектировании приспособлений. Машиностроитель, 1978, № 2. с. 29—30.

43. **Поливанов П. М., Беляева В. С.** Гидравлические приводы зажима для поворотных столов. — Станки и инструмент, 1970. № 10. с. 24.

44. **Приспособления** для установки и закрепления деталей на металлорежущих станках: Каталог. Киев: Реклама. 1974. 28 с.

45. **Проскуряков А. В., Моисеева Н. К.** Технико-экономические расчеты при проектировании станочных приспособлений. М.: Машиностроение. 1978. 48 с.

46. **Пухов А. С.** Информационно-поисковые системы при автоматизированной подготовке оснастки. М.: Машиностроение. 1978. 134 с.

47. **Ржевский В. Ф., Сечкарев Г. А.** Справочник по проектированию автоматических линий. М.: Наука, 1966. 287 с.

48. **Скиженок В. Ф., Лебедев Н. Ф., Ковзель Н. И.** Автоматизация и механизация протяжных работ. М.: Машиностроение. 1974. 200 с.

49. **Слуцкий И. И.** Транспортно-загрузочные устройства в автоматизированном производстве. М.: Машиностроение. 1973. 52 с.

50. **Смирнов А. С.** Предпочтительные числа и их практическое применение. М.: Изд-во стандартов, 1965. 69 с.

51. **Справочник** металлиста: В 5-ти т. Т. 5 / Под ред. Б. Л. Богуславского. М.: Машиностроение. 1978. 673 с.

52. **Старостинецкий Ю. А.** Наладка и эксплуатация агрегатных станков. М.: Машиностроение. 1978. 76 с.

53. **Старостинецкий Ю. А.** Повышение точности агрегатных станков. М.: НИИМАШ, 1974. 88 с.

54. **Узилевский В. С.** Типовые конструкции транспортных и зажимных устройств автоматических линий. — Механизация и автоматизация производства. 1973. № 10, с. 32—34.

55. **Унифицированные** узлы агрегатных станков и автоматических линий единой гаммы: Каталог. М.: НИИМАШ, 1979, 140 с.

56. **Фираго В. П.** Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. М.: Машиностроение, 1973. 468 с.

57. **Хилл П.** Наука и искусство проектирования. М.: Мир, 1973. 259 с.

58. **Хрыков А. М.** Пневматические устройства для контроля точности прилегания детали к базам. — Станки и инструмент, 1979, № 6, с. 24—25.

59. **Цветков В. Д.** Система автоматизации проектирования технологических процессов. М.: Машиностроение. 1972. 240 с.

60. **Цветков В. Д.** Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Минск. Наука и техника. 1979. 262 с.

61. **Шубников К. В.** Унифицированные переналаживаемые станочные приспособления. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1973. 208 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автоматизация получения конструкторской документации — Получение на ЭВМ чертежей деталей и спецификаций приспособлений 108—111 — Средства автоматизации построения чертежей приспособлений 104—108
Автоматы чертежно-графические (ЧГА) 104—106
Алгоритм изобретательских задач (АРИЗ) 29—31 — Укрупненная блок-схема АРИЗ-71, 30
Анализ функционально-экономический конструирования приспособлений 21, 22 — Методы качественной и стоимостной оценки вариантов 31 — Методы поиска и формирования технических решений 27—31 — Основные понятия 23 — Особенности этапов выполнения 34—42 — Оценка качества исполнения функции по методу расстановки приоритетов 32—34 — Примеры использования при унификации приспособлений 42—51 — Стоимостная оценка вариантов решения 25 — Формы и направления изменения 26, 27 — экономический применения станочных приспособлений 11—13

Б

Бабки центровые — Высота от базы до оси пиноли 313
— Конструкции и размеры 332
Библиотека конструктивных элементов приспособлений — Определение положения систем координат конструктивного элемента и его деталей 80, 81 — Рабочие чертежи деталей и посадочных мест элемента 79, 80 — Разработка 81, 82 — Сборочный чертеж типа элемента 78, 79 — Структура и кодирование конструктивных элементов 76, 78 — Условия применяемости и краткая характеристика конструктивных элементов 80 — Функциональное разделение, типизация и нормализация конструктивных элементов 75—77 — Характеристика конструктивных элементов 74, 75
— типовых изображений 82 — Алгоритм и программа построения типовых изображений 83, 84 — Типовые изображения и их представления 82, 83
Болты пазовые 329

В

Втулки гофрированные 157, 158
— кондукторные вращающиеся 614
— кондукторные 611
— кондукторные со стружколомом 611, 613
— переходные для центров 127

Г

Гайки круглые 331
— шестигранные 330
Гидроцилиндры встроенные прямоугольных плит 347, 352
Гидропривод центральный приспособлений 577
Гидрораспределитель для многопозиционных приспособлений, устанавливаемых на поворотных столах 576
Гильза тонкостенная гидропластмассовой оправки 531 — Данные для расчета 528—530 — Материалы для изготовления 532
— гидропластмассовых патронов — Данные для расчета 533—537
Головка делительная автоматическая 301, 303
— вертикальная с пневмозажимом 300—302
— пневматическая 304
— с пневматическим цанговым зажимом 300—302
— УП-303 300, 302
Головки поворотные 331
— самоцентрирующие для круглых кондукторов со спирально-реечным механизмом 334, 335
ГОСТ 12.1.005—76 642
12.2.003—74* 643
12.2.007.0—75* 644, 645
12.2.007.1—75 644
12.2.007.2—75 644
12.2.007.6—75 644
12.2.007.13—75* 645
12.2.007.14—75 644
12.2.009—80* 643, 644, 645
12.2.029—77 646
12.2.040—79 643
12.3.001—73* 643, 645
12.4.026—76* 642, 643, 644, 645
12.4.027—76 644
14.301—83 10
14.305—73 10, 12, 21
15.001—73* 646
1050—74** 179
2571—71* 132
2572—72* 133, 134
2575—79 123
2576—79 122
2578—70* 130
2675—80* 163, 167, 168, 169
2789—73* 199, 642
2876—80 192

ГОСТ 3889—80* 382
5632—72* 179
8742—75* 119, 126
9146—79 643, 644
9833—73* 557
12593—72* 139
12595—72* 139
13214—79 120
13215—79 119
14034—74* 119, 138
14254—80 644
14903—69* 166
14904—80 235, 241, 643
14945—69* 281, 284, 418
15108—80* Е 643, 644
160028—70** 645
16157—70* 382, 515—517
16203—70* 226, 229
16204—70* 227, 229
16206—76* 205
16211—70 139, 140, 150
16212—70 139, 144
16213—70 146
16488—70* 131
16504—81 646
16528—81 199, 644
16868—71* 139
16888—71* 266, 267
16889—71* 266, 268
16890—71* 270, 281
16891—71* 275, 281
16892—71* 276, 281
16893—71* 277, 281
16894—71* 278
16895—71* 279
16896—71* 281, 282
16897—71* 281, 283
16898—71* 280
16899—71* 280
16900—71* 280
16901—71* 280
16936—71* 205, 206, 208, 214
17232—79* 83
17519—81 202, 203, 644
18237—72* 242, 245
18257—72* 134, 136
18258—72* 127
18259—72* 124
18260—72* 125
18430—73* 85
20217—74* 205
20218—74* 205
21130—75* 645
21166—75* 214
21167—75* 248, 252
21168—75* 248, 253
21657—76 645
21689—76* 377
21690—76* 377
21752—76* 643
21753—76* 643
21829—76 643
22129—76 400, 420, 448, 477, 643
22133—76 643
24351—80* 509
24568—81 172, 173, 174, 644
Губки призматические — Пример применения 245
— тисочные 357—359

Д

Делительная головка см. *Головка делительная*
Детали приспособлений — Допуски формы и расположения поверхностей 339, 340 — Материалы для изготовления 336 — Поля допусков размеров 336—339
— базовые 314—317
— корпусные 314—317 — Алгоритмы синтеза 99—101 — Определение схем конструкций 100
— крепежные 323, 329—331 — Расположение отверстий относительно Т- и П-образных пазов 313
— прижимные 323, 328
— установочные 314, 326—335
Динамометр гидравлический для контроля усилия зажима 636
Диски делительные 315, 317
Дозаторы 622, 623
Домкрат клиновый 492, 496, 497
— механогидравлический 496
— с гидропластом 492

З

Зажимы кулачковые 333
— эксцентриковые 333

И

Информационная модель конструкций приспособлений 86
Информация входная — Источники 65, 66 — Каноническое представление в бланке и в памяти ЭВМ 71—74
— Методы кодирования количественной, геометрической и качественной информации 66—71

К

Ключ гидромеханический 559, 561
— электромеханический 560, 564 — Особенности наладки 636, 638, 640
Кольца контрольные для токарных патронов — Размеры 171
Кондукторы кантующиеся с передвижным прижимом 289, 292, 293 — Пример применения 290
— накладные круглые для сверления отверстий 341
— на ножках 293, 295, 296 — Примеры применения 291
— переналаживаемые см. *Кондукторы переналаживаемые для сверления отверстий*
— скальчатые см. *Кондукторы скальчатые*
— со сменными вкладышами 281, 288 — Примеры сменных наладок 288
— универсально-наладочные 293
— универсальные с пневматическим зажимом 292, 293
Кондукторы переналаживаемые для сверления отверстий вафельного типа 416, 448
— в мелких деталях 447, 448
— в пакетах тонких планок 446
— в планках, сухарях и др. 439, 442—447
— в полых деталях, в вилках и контровочных отверстий 423, 424, 428
— кантующиеся 414, 417, 425—427
— пневматические для обработки контровочных отверстий 429
— радиально расположенных 400, 407—410
— с делительным устройством 417
— скальчатые для сверления контровочных отверстий в головках винтов 408, 409
— скальчатые 419, 448, 473—476 — Наладки для сверления радиально-расположенных отверстий 410, 412, 414, 418
— скальчатые с поворотной плитой 421
— со сменными вкладышами 416, 417
— специализированные для сверления радиально-расположенных отверстий в деталях типа втулок на вертикально-сверлильном станке 410
Кондукторы скальчатые — Наладки для сверления отверстий 470, 472, 474, 477, 488, 489
— консольные 266, 268, 270—274
— переналаживаемые см. *Кондукторы переналаживаемые*
— портальные 275—278, 281—283 — Наладка для обработки двух отверстий в головке шатуна 470, 472

Л

Лопатка турбины рабочая — Конструктивно-технологические элементы 501
Люнет-виброгаситель 297, 299
— для сверлильно-расточного агрегатного станка 618
— пневматический 297, 298, 300
— самоцентрирующий 293, 298
— сдвоенный пневматический 298, 300, 301

М

Маслораспределитель центрального гидропривода приспособлений — Схемы установок 578
Мембраны плоские — Коэффициенты ужесточения 525 — Расчеты 516, 524, 526, 527
— упругие самоцентрирующих патронов 522, 523, 526

Н

Наладки для непрерывного фрезерования вилок 470, 471
— для обработки чугунных деталей 465—467
— комбинированная сменная тисочная для фрезерования рычага 468
— многоместная 482
— сменная на круглый стол 469
— специальная сменная четырехместная 259
Направляющая для поддержки кондукторной плиты 615

О

Опоры к скальчатым редукторам 281—283 — Примеры компоновок с установочными пальцами 288
— поворотные 332
— подводимые регулируемые 353
— прямоугольные с направляющим пазом и с установочным отверстием 318—320
— регулируемые 354
— самоустанавливающиеся с гидроприводом 549—552 — Схема зажима детали 551
— самоустанавливающиеся сферические — Выбор радиуса сферы 430
— угловые 320
— универсальные регулируемые 354, 355
Оправки гидропластмассовые 527 — Данные для расчета тонкостенных гильз 528—530 — Расчеты 531, 532
— гладкие 377
— для обработки заготовок с запрессованными кольцами 162
— для обработки пакета разрезных колец 162
— конические — Расчет 149, 150
— контрольные для токарных патронов 171
— кулачковые 153, 154
— переналаживаемые с быстросменными втулками 148
— разжимные 148
— резьбовые 148, 149
— самозажимные 154, 155
— с гофрированными втулками 154, 156 — Расчет 154, 159, 161
— с накидной гайкой 377
— со сферическими базовыми элементами — Расчет 154
— с регулируемыми винтами 154, 155
— токарные универсально-наладочные 146
— -угольник 377
— фланцевые гидропластмассовые 139
— фланцевые — Коэффициент для изменения диаметра хвостовика 138, 139
— фланцевые с упругими шайбами 390, 392, 393
— цанговые 375, 376
— центровые 391, 392
— центровые конические 138, 140—143
— центровые улучшенного типа с разрезной цангой 160, 161
— цилиндрические 144, 145
— цилиндрические для установки заготовок с гарантированным зазором 147 — Расчет 147, 148
— цилиндрические прессовые 150 — Расчет 150—152
— шпиндельные 138, 140, 391—393 — Коэффициент для изменения диаметра хвостовика 138, 139
Оснастка технологическая, применяемая для изготовления некоторых металлорежущих станков 10 — Состав 11
Отверстия под фиксаторы — Расположение относительно паза в делительных дисках к поворотным головкам 311
— сквозные под крепежные детали 308
— установочные и базовые 307

П

Пазы в универсально-сборочных приспособлениях — Конструктивное исполнение Т- и П-образных пазов и их размеры 306, 307
— Расстояния и шаг между пазами 309, 310
Пальцы установочные 326, 327
— выдвижные 326, 327
— неподвижные 546 — Расчет конструктивных параметров 547—549 — Схема фиксации заготовки в рабочей позиции 548
— нормализованные для монтажа 572
— к плитам 278—281
— фиксирующие 610
Патроны гидропластмассовые — Данные для расчета 533 — Материалы для изготовления 533

— для сборно-разборных приспособлений 377
— зажимные 177, 178 — Выбор параметров 186—191, 193, 194 — Схема для определения силы зажима 193 — Схема консольного закрепления заготовок и хвостовиков режущих элементов 198
— кулачковые самоцентрирующие 509—514 — Размеры присоединительных мест 511
— магнитные — Классы точности 172, 173 — Номограмма для определения условий равновесия заготовок 176 — Нормы жесткости 174 — Ориентировочные режимы резания при обработке деталей типа дисков 175 — Схема установки патрона для испытания 174, 175 — Формула для расчета удельной силы притяжения патрона на полюсе 172, 173
— мембранные для установки толстостенных колец и втулок 516, 518—524 — Расчеты упругих мембран 522, 523
— мембранные 515—517 — Расчеты плоских мембран 516, 524, 526
— мембранные специализированные 384, 386—387
— мембранные с рожковыми мембранами 387
— поводковые 506—508
— поводковые мембранные 516, 524
— поводковые несамоцентрирующие 514
— поводковые самоцентрирующие кулачковые 508—514
— поводковые токарные 132, 133 — Крепление на шпинделе станка 134
— самоцентрирующие — Повышение точности обработки 381, 382
— специализированные наладочные двухкулачковые для обработки деталей арматуры 485
— с угольником и зажимными кулачками переналаживаемые 458
— токарные самоцентрирующие — Допуски формы и расположения поверхностей 170 — Классы точности 165 — Конструкции 163—165 — Контроль точности 172 — Материалы и твердость ответственных деталей 169
— Предельное значение статической неуравновешенности 169 — Размеры 166 — 169
— трехкулачковые переналаживаемые — Повышение точности центрирования — Примеры наладок 378—381
Переходники магнитные — Примеры применения 448—451
— с П-образными пазами 368
— с Т-образными пазами 367
Планки кондукторные с установочным отверстием 324
— сборно-разборных приспособлений 355, 356
— соединительные 322, 323
— шарнирные 334
Планшайбы гладкие — Примеры применения 382, 385
— гладкие с радиальными Т-образными пазами 370, 371
— для обработки деталей на угольниках 374
— круговые с Т-образными пазами 373
— со съемными штырями 372
— с резьбовым отверстием 369
— стандартизованные 383, 384
— с установочными выступами 371
Плиты кондукторные — Алгоритм синтеза 100, 101 — Механизм контроля положения 616 — Скалки и направляющие 616
— кондукторные с устройством для удаления стружки 619
— кондукторные с устройством для контроля состояния режущих инструментов 620, 621
— к портальным скальчатым кондукторам 270—274
— круглые 308, 315 — Угловое расположение пазов на рабочей и вспомогательной поверхности 311
— к скальчатым консольным кондукторам 270—274
— магнитные 200 — Нормы жесткости 201 — Параметры шероховатости 199 — Формула для расчета удельной силы притяжения 199
— магнитные синусные 451, 452 — Синусная многополюсная наладка для шлифования поверхностей, расположенных под углом к опорной поверхности заготовки 451
— прямоугольные 315
— прямоугольные немеханизированные 344, 352 — Конструкции 345, 349 — Размеры 348, 349
— прямоугольные с гидравлическим приводом 344, 352 — Конструкции 346, 347, 349 — Размеры 348, 349
— электромагнитные 201—204 — Нормы жесткости 203 — Формула для расчета удельной силы притяжения 202
Пневмораспределитель с дополнительным ручным переключением 575
Поддержки инструментальные 617, 618
Подсистемы технологического проектирования приспособлений — Подготовка на ЭВМ программ для станков с ЧПУ 114, 115
— Предпосылки, функции и задачи технологического проектирования 111—113
— Решение технологических задач 113, 114
Подставки наклонные делительные 281, 286
— универсально-наладочные 281, 283, 290
Прижимы боковые 364, 365
— гидравлические 362, 363
— немеханизированные 360, 361
— с гидропластом 492
Призмы к сборно-разборным приспособлениям 357
— опорные 321
— подвижные 333
— подкладные 322
— подъемные универсальные 497, 498
Приспособления автоматических линий и агрегатных станков — Взаимная установка силового агрегата и зажимного приспособления 634, 635 — Классификация и особенности конструкций 538—543 — Коэффициент сложности 640 — Особенности наладки и эксплуатации 635—641 — Показатели надежности и ремонтопригодности 639, 641 — Схемы установки обрабатываемых деталей 543 — Типовые неполадки и способы их устранения 637 — Элементы контроля установки деталей 561—565
— агрегатно-фрезерного станка с силовым столом рабочей подачи 592
— барабанные 579—589 — Контролируемые параметры геометрической точности 628, 629 — Схема направления режущего инструмента 588 — Схема узлов зажима 586, 587

— для проверки крутящего момента, развиваемого зажимным приспособлением 638
— многоместное — Контролируемые параметры геометрической точности 626
— многопозиционное — Контролируемые параметры геометрической точности 627 — Ремонтопригодность 640
— поворотное для обработки шатунов 573
— поворотное многопозиционное с автоматическим отводом фиксирующих пальцев 579
— с пневмоприводом к агрегатному станку 572—574 — Схема управления 575
— стационарное — Показатели ремонтосложности 639
— с узлами прямолинейного перемещения — Типовые схемы контроля точности 630
Приспособления самоцентрирующие клиноплунжерные 514
— переналаживаемые с тремя эксцентриковыми кулачками 281, 284, 285 — Диаметры зажимаемых заготовок
Приспособления специализированные безналадочные для разрезания деталей типа планок на горизонтально-фрезерных станках 437, 438
— для фрезерования деталей типа клиньев 439—441
— для фрезерования плоскостей корпусов редукторов 488
Приспособления специализированные переналаживаемые — Классификаторы деталей 379, 435, 455, 483, 500
— гидропластмассовые для точной обработки тонкостенной заготовки 531
— делительное для сверления радиально расположенных отверстий в мелких деталях 415
— делительное с горизонтальной осью вращения 422
— для обработки второго отверстия у деталей типа рычагов 454, 456
— для обработки деталей типа кронштейнов, стоек и др. 456, 457
— для обработки зубьев колес 432—434
— для обработки мелких тройников и крестовин с одной установки 483, 484
— для обработки рабочих лопаток турбин 500—505
— для прорезания пазов в рычагах и шатунах 469
— для протягивания круглого отверстия в деталях с обработанным торцом 421, 430
— для протягивания пазов 431, 432
— для протягивания пазов во втулках и зубчатых колесах 430, 431
— для протягивания с самоустанавливающейся сферической опорой 421, 430
— для растачивания центрального отверстия и подрезки торца заготовки 454, 455
— для фрезерования квадратов, шестигранников, пазов на деталях типа гаек 398, 399 — Схема автоматизации и раскрепления деталей при непрерывном шлифовании 399
— для фрезерования пазов и шлицев в мелких деталях 397, 398
— кантующиеся делительные с пневматическим цанговым зажимом 403
— кассетного типа для фрезерования деталей типа валов и втулок 394—397
— с горизонтальной осью вращения — Схема автоматизации фрезерования шлицев корончатых гаек 400
— с пневматическим цанговым зажимом 402
— тисочного типа к фрезерным станкам 435, 436
— цанговые наклонные 404
— цанговые наклонные с пневмогидрозажимом 405
Приспособления - спутники — Группы 591—593 — Значение полей рассеяния погрешностей изготовления 605 — Измерительный стенд для контроля 632 — Карта контроля 633 — Конструкции прихватов 593 — Размерный ряд 597 — Расчет погрешностей базирования заготовок 603—609 — Показатели ремонтопригодности 640 — Схема базирования 608 — Схема пневматического контроля фиксации на рабочей позиции 593, 597 — Схемы установки 595, 596, 608 — Схема фиксации 604 — Фиксация и поджим выдвижными конусными фиксаторами 607
— для обработки поворотного кулака автомобиля 631
— многоместное для обработки крестовин карданного вала с базированием деталей в призмах 598
— одноместное 594, 598
— с кондукторной плитой 603
— транспортные на цепном роликовом транспортере 599
Приспособления станочные — Методика конструирования 357—359 — Методика расчета годовых затрат 13—18 — Номограмма для определения эффективности применения 55, 56 — Определение годовой экономии 18—21 — Средняя трудоемкость проектирования и изготовления 11
— специальные — Классификация по группам сложности 52 — Примеры определения годовых затрат 52, 53 — Укрупненные нормативы себестоимости 52
— универсально-неразборные — Ориентировочные сведения о стоимости 54, 55 — Экономичность применения 54, 55
— универсально-сборные — Примеры определения годовых затрат 54, 55 — Сводные данные по изготовлению и эксплуатации 53
Приспособления типа угольник с передвижными откидными прижимами 287, 289, 294 — Пример применения 290
Приспособления универсально-сборочные — Допуски формы и расположения поверхностей 339, 340 — Каркасные конструкции сборных оснований 323 — Материал для изготовления 336, 340 — Нормы точности 340 — Поля допусков размеров и сборочных единиц 336—339 — Ряды углов расположения рабочих поверхностей в деталях 312 — Серии, ширина паза и масса обрабатываемых заготовок 305 — Технологические возможности 340—343
— для контроля параллельности направляющих станины токарного станка 342
— для контроля положения станины по двум уровням 342
— для растачивания отверстия на токарном станке 342
— для фрезерования и шлифования клиновой планки 342
Прихваты 328
Проектирование автоматизированное приспособлений 57 — Автоматизация получения конструкторской документации

см. *Автоматизация получения конструкторской документации*
— Автоматизация синтеза конструкций см. *Синтез конструкций*
— Информационная база и ее составляющие 74—87
— Нормативно-справочная информация 84—86
— Методика подготовки входной информации см. *Входная информация*
— Общие положения и терминология 63—65
— Особенности методики 60
— Построение и экономическая оценка системы автоматизированного проектирования приспособлений см. *Системы автоматизированного проектирования приспособлений*
— Работы по автоматизации проектирования 65
— Сущность 59, 60
— Технологическое проектирование на ЭВМ см. *Подсистемы технологического проектирования приспособлений*
Прокладки прямоугольные 325

Р

Распорка механогидравлическая 496, 497
Резьбы крепежные 308

С

Себестоимость приспособлений 13, 14
Синтез конструкций приспособлений — Алгоритмизация синтеза установочных, зажимных и направляющих элементов 91—99
— Алгоритмы синтеза корпусных деталей 99—101
— Задачи и методы их решения 89—91
— Пример автоматизированного синтеза 101—104
— Сущность метода 87—89
Система единая технологической подготовки производства (ЕСТПП) — Требования к станочным приспособлениям 7
Системы автоматизированного проектирования приспособлений (САПР) — Методы создания и адаптация САПР 115, 116
— Подсистемы технологического проектирования 111—115
— Формулы для расчета экономической эффективности автоматизированного конструирования 117, 118
— Экономическая оценка 116—118
Системы приспособлений — Расчет годовых затрат 17, 18
Скалки для поддержки кондукторных плит 615
Станции смазки 621—625 — Гидросхемы 621, 623 — Пневмосхема 625
— для циркуляционного смазывания подшипников 624
Стойки делительные двухопорные 230
— делительные одноопорные 226—230
— делительные с цанговым зажимом 406
— для крепления кондукторных плит 610, 612
— опорные 610, 612
— поворотные 230—232
— специализированные переналаживаемые для обработки корпусных деталей 490
— упорные 233
Столы делительные 216, 220—225 — Наладка с механизированным приводом для фрезерования двух фланцев корпусной детали 485 — Примеры применения 217, 228
— неподвижные круглые 205, 241
— поворотные делительные унифицированные 571 — Типовое многопозиционное приспособление, скомпонованное из автономных блоков 567, 572
— поворотные 205, 206, 212—219 — Наладка для фрезерования 485
— позиционирующие унифицированные 589
— плавающие 205, 210—212
— силовые с электро-механическим приводом 590
— тумбы неподвижные 205, 207, 209
— универсально-наладочный с пневмогидравлическим приводом 462, 463 — Конструкции гидроцилиндра 463 — Наладки 464, 465

Т

Тиски винтовые самоцентрирующие с призматическими губками 248, 253
— гидравлические 266
— магнитные 453
— машинные составные для обработки крупногабаритных деталей 495, 496
— неповоротные и поворотные с ручным приводом 235, 238—240
— пневматические поворотные 494, 495
— пневматические поворотные наладочные 265 — Примеры сменных наладок 266
— пневматические поворотные универсально-наладочные 261, 264
— пневматические самоцентрирующие 255, 256, 261
— поворотные гидравлические наладочные 250, 251, 258
— поворотные пневматические 249 — Конструкции 235, 257 — Технические характеристики 240, 241, 250
— поворотные с самоцентрирующим зажимом 249 — Конструкции и размеры 256
— поворотные универсально-наладочные 259 — Конструкции 264 — Технические характеристики 261
— самоцентрирующие гидравлические 256 — Конструкции 262
— самоцентрирующие 552 — Усилие зажима деталей 552
— с гидравлическим приводом 244, 245 — Принцип работы 248
— с одной подвижной губкой 246—248 — Пример применения подставки с тисками 249, 251
— синусные 248, 249, 254
— с пневмогидравлическим приводом 241
— с самоцентрирующим зажимом 249 — Пример применения 250
— стандартные 236, 237 — Типы 235
— с эксцентриковым зажимом и одной подвижной губкой 242—245 — универсальные наладочные гидравлические 251, 255, 258 — Пример применения специальных наладок 259
— универсальные наладочные — Наладки 459—462
Транспортер для приспособлений-спутников — Схемы 600
— гравитационный с качением приспособлений-спутников по планкам 599
— с надувным шлангом 599
Требования безопасности к зажимным механизмам 642, 645
— к защите от поражения электрическим током 645
— к магнитным приспособлениям 644
— к местному освещению 645
— к органам управления 643
— к пневмо- и гидроприводам 643, 644
— к средствам защиты, входящим в конструкцию приспособления 645
— к транспортированию, сборке, ремонту и хранению 645
— к электроприводу и электрооборудованию 644

У

Угольники крепежные 316
— поворотные 231
— расточные с установочными отверстиями 317
— с передвижными прижимами 294
— токарные 316
Узлы крепежные для закрепления деталей на станках 493, 494
Устройства гидромеханические 558
— для зажима приспособлений в автоматических линиях и агрегатных станках 558
— для закрепления цилиндрических деталей 388—390
— для контроля прилегания обрабатываемых заготовок к базовым элементам приспособлений 561—565
— поводковые нестандартные 136, 137
— поводковые стандартные 130—136
— электромеханические 559

Ф

Фиксаторы 333
— с пневмоцилиндром 585
— цилиндрические с выборкой зазора 585

Функционально-экономический анализ конструирования приспособлений (ФЭА) см. *Анализ функционально-экономический конструирования приспособлений*

Х

Хомутики поводковые для токарных и фрезерных работ 130
— для шлифовальных работ 131

Ц

Цанги зажимные 177—179, 191—193 — Выбор размеров 189—191, 193, 194 — Материалы для изготовления 179, 180 — Минимальные зазоры между зажимаемой поверхностью заготовки и цангой 180 — Расчет основных параметров 181, 185, 197, 199 — Схемы консольного закрепления заготовок и хвостовиков режущих инструментов 198
— разрезные 160
Центры 327
— вращающиеся 119, 126
— нестандартные 128, 129
— поводковые зубчатые 134, 135
— упорные с конусностью 1 : 10 и 1 : 7 119, 124
— упорные с отжимной гайкой и конусностью 1 : 10 и 1 : 7 125
— штыковые 136
Цилиндры унифицированные гидравлические 557
— пневматические 557, 562

Ш

Шайбы с гидропластом 492
— упругие 387—390 — Формулы для определения усилия сжатия 388
Шпильки 330
Шпонки призматические Т-образные 326
Штыри установочные 327

Э

Элементы присоединительные 306

**Виталий Петрович Близнюк,
Виталий Альбертович Блюмберг,
Владимир Викторович Данилевский
и др.**

СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Том 2

Редактор *Леденева Т Н.*
Художественный редактор *С. С. Водчиц*
Переплет художника *С. Н Голубева*
Технический редактор *Т. С Старых*
Корректоры *А. А. Снастина, В. Е. Блохина*

ИБ № 3074

Сдано в набор 22 02 84. Подписано в печать 30.05 84. Т-12420. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага кн.-журн. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая. Усл. печ. л. 41,0. Усл. кр.-отт. 41,0. Уч.-изд. л. 49.59. Тираж 55 000 экз. Заказ 830. Цена 3 р 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер , 4.

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

Виталий Петрович Близнюк,
Виталий Альбертович Блюмберг,
Владимир Викторович Данилевский
и др.

СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Том 2

Редактор *Ледечева Т. Н.*
Художественный редактор *С. С. Водчиц*
Переплет художника *С. И. Голубева*
Технический редактор *Т. С. Старых*
Корректоры *А. А. Спастина, В. Е. Блохина*

ИБ № 3074

Сдано в набор 22.02.84. Подписано в печать 30.05.84. Т-12420. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага кн.-журн. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая. Усл. печ. л. 41,0. Усл. кр.-отт. 41,0. Уч.-изд. л. 49,59. Тираж 55 000 экз. Заказ 880. Цена 3 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4.

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чапаевский пр., 15.

621.9
С765

СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

СПРАВОЧНИК

2