

М. М. Апарцев

Наладка
ВОДЯНЫХ СИСТЕМ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Справочно-методическое пособие

*Рекомендовано Главным техническим
управлением Минэнерго СССР в качестве
методического пособия
для инженерно-технических работников
эксплуатационных и наладочных предприятий*



Москва Энергоатомиздат 1983

Рецензент Н. К. Громов

Апарцев М. М.
 А76 Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения: Справочно-методическое пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 204 с., ил.

В пер.: 1 р. 40 к.

Приведены теоретические основы и методические указания по испытаниям и наладке централизованных систем теплоснабжения жилых домов и промышленных предприятий, базирующихся на опыте работ в данной области, обширный номографический материал, облегчающий выполнение расчетных работ, и данные о теплотехнических и гидравлических характеристиках теплофикационного и отопительно-вентиляционного оборудования, выпускаемого промышленностью СССР. Для инженерно-технических работников эксплуатационных и наладочных предприятий.

А 2303040000-581
 051(01)-83 20-83

ББК 31.38
 6С9.4

© Энергоатомиздат, 1983

Предисловие	4	Раздел восьмой. Автоматическое регулирование и защита водяных систем теплоснабжения	60
Раздел первый. Основные принципы организации наладки систем теплоснабжения	5	8.1. Автоматизация подпитки сети	60
Раздел второй. Исходные данные для наладки	7	8.2. Защита стационарного оборудования	61
Раздел третий. Тепловые нагрузки потребителей	13	8.3. Автоматизация насосных станций	61
3.1. Методы определения тепловых нагрузок	13	8.4. Автоматизация тепловых пунктов	63
3.2. Расчет теплоснабжения зданий по укрупненным измерителям	13	8.5. Автоматизация калориферных установок	65
3.3. Теплоотдача отопительных приборов конвективно-излучающего действия	14	Раздел девятый. Наладка и регулировка системы теплоснабжения	65
3.4. Теплоотдача калориферных установок	15	9.1. Разработка и внедрение мероприятий по наладке	65
3.4.1. Исходные данные для расчета калориферов	15	9.2. Регулировка тепловых сетей и систем теплоснабжения	66
3.4.2. Аналитический расчет калориферных установок	17	Приложения	69
3.4.3. Таблично-номографический метод расчета калориферных установок	19	Приложение 1. Климатические показатели населенных пунктов СССР для расчета отопительно-вентиляционных нагрузок и годового потребления теплоты	69
3.5. Расход теплоты на горячее водоснабжение	23	Приложение 2. Отопительные и вентиляционные характеристики зданий и сооружений	72
3.6. Расчет скоростных водоподогревателей	23	Приложение 3. Теплофикационное оборудование ТЭЦ	74
Раздел четвертый. Графики отпуска теплоты в централизованных водяных системах теплоснабжения	33	Приложение 4. Центробежные насосы	77
4.1. Регулирование систем теплоснабжения	33	Приложение 5. Трубопроводы и оборудование тепловых сетей	81
4.2. Центральное качественное регулирование отопительной нагрузки	33	Приложение 6. Оборудование тепловых пунктов	85
4.3. Температура обратной воды от тепловых пунктов с подогревателями ГВС при отопительном графике	40	Приложение 7. Водоподогреватели	90
4.4. Повышенный график температур	45	Приложение 8. Отопительные приборы конвективно-излучающего действия	93
4.5. Скорректированный график температур	45	Приложение 9. Калориферы, секции подогрева и отопительные агрегаты	102
4.6. Температурный режим тепловой сети в летний период	51	Приложение 10. Плотность сухого воздуха при атмосферном давлении	113
Раздел пятый. Расчетный расход теплоносителя	54	Приложение 11. Материалы для таблично-номографического расчета калориферных установок	114
5.1. Расход сетевой воды на отопление и вентиляцию	54	Приложение 12. Нормы расхода горячей воды на бытовые нужды	138
5.2. Расход сетевой воды на ГВС	54	Приложение 13. Физические свойства воды и водяного пара	139
5.2.1. Параллельная схема включения подогревателя	54	Приложение 14. Расчет измерительных диафрагм	140
5.2.2. Смешанная схема включения подогревателя	54	Приложение 15. Таблично-номографический материал для гидравлического расчета тепловых сетей	144
5.2.3. Последовательная схема включения подогревателя	55	Приложение 16. Номографический материал для расчета дроссельных устройств: диафрагм, элеваторов и сопел	172
5.2.4. Непосредственный водоразбор на горячее водоснабжение	55	Приложение 17. Средства автоматического регулирования и защиты систем теплоснабжения	185
Раздел шестой. Гидравлические режимы водяных тепловых сетей	56	Приложение 18. Вместимость систем теплоснабжения	192
6.1. Общие положения	56	Приложение 19. Соотношение между некоторыми единицами измерения систем СИ и МКГСС и внесистемными	193
6.2. Гидравлические испытания сети	56	Приложение 20. Контрольно-измерительные приборы	193
6.3. Гидравлический расчет трубопроводов тепловых сетей	57	Приложение 21. Формы расчетных таблиц для наладки водяных систем централизованного теплоснабжения	195
6.4. Требования к гидравлическим режимам	57	Приложение 22. Условные обозначения для схем централизованного теплоснабжения	200
Раздел седьмой. Расчет дроссельных и смешанных устройств	59	Список литературы	203
7.1. Дроссельные диафрагмы	59		
7.2. Элеваторы и сопла	59		
7.3. Подмешивающие насосы	60		

ПРЕДИСЛОВИЕ

Широкое развитие централизованных систем теплоснабжения промышленных и жилых центров нашей страны в условиях ограниченности используемых в настоящее время топливно-энергетических ресурсов поставило перед теплотехниками и предприятиями, эксплуатирующими эти системы, важнейшую народнохозяйственную и техническую проблему — всемерное повышение эффективности и рациональности теплоснабжения.

Одним из основных направлений работ по решению этой проблемы, наряду с созданием новых типов теплотехнических установок, выбором наиболее совершенных схем присоединения потребителей к тепловым сетям и рациональных тепловых и гидравлических режимов тепловых сетей и теплофикационных систем в целом, является наладка этих систем, имеющая своей задачей разработку и внедрение комплекса мероприятий, обеспечивающих при надежной работе сети расчетное распределение теплоносителя между отдельными системами и отдельными теплоприемниками внутри систем.

Основные теоретические принципы наладки, базирующиеся на массовом дросселировании напоров перед системами теплоснабжения, были впервые изложены доктором техн. наук, проф. С. Ф. Копьевым в монографии «О диафрагмировании абонентских вводов водяных тепловых сетей», выпущенной БТИ ОРГРЭС в 1944 г. В 1951 г., обобщив опыт работы ОРГРЭС в области наладки систем централизованного теплоснабжения, канд. техн. наук Б. И. Генкин выпустил методические указания по регулировке водяных тепловых сетей [5].

Количественный и качественный рост тепловых сетей как по протяженности, так и по диаметрам трубопроводов, распространение централизованных систем теплоснабжения во многих городах Советского Союза, в том числе в местностях со сложными рельефами, и появление систем с несколькими источниками теплоты и многокольцевыми сетями — все это поставило перед теплотехниками задачи по разработке теоретических основ расчета и внедрения сложных тепловых и гидравлических режимов с учетом необходимости внедрения средств автоматического регулирования и защиты, обеспечивающих рациональную и в то же время надежную работу этих систем.

В решение этих задач весомый вклад внесли кроме упомянутых доктора техн. наук, проф. С. Ф. Копьева и канд. техн. наук Б. И. Генкина, ведущие работники ОРГРЭС, которые, основываясь на большом опыте многочисленных наладочных работ, выполненных на электрических станциях, промышленных предприятиях и в городах страны, и руководствуясь теоретическими основами теплофикации, изложенными в трудах доктора техн. наук, проф. Е. Я. Соколова [22, 23] и других авторов [7, 21, 32], разработали методические указания по наладке централизованных систем теплоснабжения и расчету теплового и гидравлического режимов. Эти разработки ОРГРЭС долгое время служили единственными пособиями по наладке тепловых сетей.

Широкое, практически повсеместное распространение централизованного теплоснабжения в стране потребовало обеспечения эксплуатационного персонала тепловых сетей и работников наладочных предприятий, организованных во многих энергосистемах и в других ведомствах, необходимыми методическими пособиями по наладке. С этой целью автором настоящей книги в 1968 г. были впервые составлены «Рекомендации по наладке водяных систем теплоснабжения» [1].

В справочных пособиях по наладке тепловых сетей, выпущенных рядом издательств за последнее десятилетие, приводились только сведения справочного характера по теплотехническому оборудованию и выбору режимных параметров его работы или работы систем теплоснабжения в целом.

В настоящем пособии излагаются теоретические основы наладки водяных систем централизованного теплоснабжения и методические указания по расчету режимов и параметров работы теплогенерирующего, сетевого и теплопотребляющего оборудования этих систем. Кроме теоретических выкладок в книге приведены расчетные номограммы, графики и таблицы, позволяющие эксплуатационному персоналу и работникам наладочных организаций быстро и с достаточной точностью решать все задачи по наладке систем централизованного теплоснабжения, не прибегая к сложным расчетам по аналитическим формулам. В книге также приведены краткие справочные данные для определения теплотехнических и гидравлических характеристик теплогенерирующего, сетевого и теплопотребляющего оборудования, применяемого в современных системах централизованного теплоснабжения, физические константы воды, водяного пара и воздуха, а также климатологические данные по ряду населенных пунктов СССР.

Особое место в книге занимает материал, освещающий методику разработки графиков центрального регулирования по суммарной сложной нагрузке потребителей теплоты, главным образом при наличии различных схем присоединения нагрузки горячего водоснабжения. В книге также приводится новый метод номографического расчета калориферных установок, резко повышающий производительность труда при их наладке.

Весь материал в книге изложен в последовательности, соответствующей технологии выполнения наладочных работ в системах централизованного теплоснабжения. Многие рассмотренные в книге теоретические и практические задачи сопровождаются примерами расчета.

При работе над рукописью были учтены весьма ценные замечания и рекомендации редактора книги канд. техн. наук Б. Н. Громова, которому автор выражает искреннюю признательность.

Автор будет благодарен читателям, которые сочтут возможным прислать свои замечания и пожелания по содержанию книги по адресу: 113114, Москва, Шолоховая наб., д. 10, Энергоатомиздат.

Автор

Раздел первый

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАЛАДКИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Развитие советской промышленности и быстрый рост городов при планомерном расширении благоустроенного жилого фонда обуславливают увеличение теплопотребления в стране, в первую очередь за счет развития централизованного теплоснабжения. При общем потреблении теплоты среднего и низкого потенциала около 3,2 млрд. Гкал в 1980 г. от источников теплоты с единичной мощностью более 50 Гкал/ч было отпущено 1,6 млрд. Гкал.

За последние годы в централизованном теплоснабжении произошли значительные количественные и качественные изменения, которые выразились, в частности, во внедрении новой техники и повышении технико-экономических показателей работы:

на вновь строящихся и реконструируемых ТЭЦ устанавливаются новые теплофикационные турбины Т-250, Т-175, Т-180, Р-100, ПТ-135 и т. д.;

разработаны новые типы станционных горизонтальных и вертикальных сетевых подогревателей, рассчитанных на повышенные параметры сетевой воды;

разработан ряд высокотемпературных сетевых электронасосов, обладающих повышенными КПД; широкий диапазон типоразмеров насосов позволяет оптимизировать параметры тепловой сети;

широкое распространение в системах теплопотребления получают новые типы и модели многоходовых калориферов, теплоотдача которых на 25—50 % выше, чем у старых одноходовых;

более широкое применение вместо металлоемких чугунных отопительных радиаторов находят экономичные малогабаритные трубчато-пластинчатые конвекторы различных типов и марок.

За последние десятилетия существенно улучшилась и структура отпуска теплоты от централизованных источников. Доля отпуска теплоты с горячей водой в настоящее время достигает 70 % суммарного теплопотребления. Горячая вода как теплоноситель во многих случаях более эффективна, чем пар, особенно при теплофикации. Перевод теплоснабжения теплопотребляющих установок и систем с пара на воду там, где это допускается технологическим процессом, является актуальной задачей работников энергетических служб.

Масштабы расхода топлива на теплоснабжение страны (в 1980 г. около 600 млн. т условного топлива) предопределяют необходимость экономии энергоносителей во всех звеньях теплоснабжающих установок.

Эффективность использования теплоты во многих случаях недостаточна; завышены потери теплоты в тепловых сетях; разрегулировка и низкая гидравлическая устойчивость систем теплопотребления обуславливают общий перерасход теплоты и теплоносителя при недогреве одних и перегреве других потребителей. Важнейшими задачами теплотехников являются разработка и внедрение в системах теплоснабжения рациональных тепловых и гидравлических режимов, технических и ор-

ганизационных мероприятий, обеспечивающих максимальную экономичность работы этих систем, высокую эффективность и надежность их эксплуатации, а также нормальный микроклимат в жилых, общественных и производственных помещениях.

Разработка и внедрение указанных режимов и мероприятий являются предметом наладки централизованных систем теплоснабжения.

Наладка и регулировка водяных систем централизованного теплоснабжения являются одними из важнейших функций эксплуатационного персонала теплоснабжающих предприятий, а также организаций и служб, в ведении которых находятся системы теплопотребления и теплоиспользующие установки.

Наладка систем теплоснабжения имеет целью разработку и внедрение комплекса технических и организационных мероприятий, обеспечивающих подачу расчетного количества теплоносителя в каждую систему теплопотребления и отдельные ее элементы, а также экономичность, надежность и безопасность эксплуатации источника теплоты и каждого звена системы теплоснабжения как при их работе, так и при останове [1].

В результате выполнения наладочных работ и регулировки расход воды по тепловой сети в целом и по отдельным системам теплопотребления должен соответствовать расчетному с отклонением $\pm 2-3\%$.

Одновременно при поддержании температуры теплоносителя в подающем трубопроводе сети в соответствии с установленным графиком с допустимым отклонением $\pm 2^\circ\text{C}$ [20] должны обеспечиваться достаточный и равномерный прогрев всех отопительных и вентиляционных систем и расчетная температура воды в системах горячего водоснабжения. При этом температура обратной воды от этих систем не должна превышать более чем на 2°C соответствующее значение по температурному графику [20].

При выполнении наладочных работ необходимо помнить, что все звенья системы теплоснабжения; сетевая теплофикационная или водоподогревательная установка источника теплоты, тепловые сети с находящимися на них насосными или дроссельными устройствами, тепловые пункты и все системы теплопотребления составляют единую гидравлическую систему. Наладочные работы могут быть успешными лишь тогда, когда они охватывают одновременно все указанные звенья. При наличии на тепловом вводе минимально необходимого гарантированного напора возможна наладка отдельного комплекса или отдельной крупной системы теплопотребления, например промышленного предприятия, уникального здания или сооружения при условии охвата всех без исключения местных систем теплопотребления наладываемого комплекса.

При выполнении наладочных работ необходимо также по мере возможности разрабатывать мероприятия по совершенствованию организации эксплуатации и подготовки персонала [2], снижению тепловых и гид-

равлических потерь в сети и утечки теплоносителя, улучшению качества подпиточной воды, борьбе с внутренней и наружной коррозией, а также по организации учета отпуска и потребления теплоты [3].

Наладка систем централизованного теплоснабжения базируется на заданном распределении теплоносителя между отдельными системами теплоснабжения, а внутри них — между отдельными теплоприемниками соответственно их тепловым нагрузкам

Для автоматизированных систем это достигается обеспечением требуемых перепадов давлений перед каждым регулятором в каждый момент времени, для неавтоматизированных систем — поддержанием расчетных расходов теплоносителя, а для систем с частичной автоматизацией — выполнением вышеуказанных условий исходя из требования минимального гидравлического взаимодействия абонентов.

Сокращение степени взаимодействия абонентов обеспечивается максимально возможным повышением гидравлической устойчивости каждой теплопотребляющей системы в отдельности и всей системы теплоснабжения в целом путем массовой повсеместной установки расчетных дроссельных устройств постоянного или переменного проходного сечения.

Достаточная гидравлическая устойчивость систем теплоснабжения с отопительными установками, присоединенными к тепловой сети через водоструйные элеваторы, обеспечивается исходя из практических условий эксплуатации установкой к ним сопел, проходные отверстия которых рассчитаны на гашение всего располагаемого напора перед элеватором [5].

В безэлеваторных системах теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения) необходимое потокораспределение и устойчивость достигаются установкой перед системами теплоснабжения на их ответвлениях и перед каждым теплопотребляющим прибором или группой приборов внутри систем дроссельных диафрагм, рассчитанных на гашение всего избыточного напора, т. е. напора, превышающего гидравлические потери в этих системах или приборах при расчетном расходе теплоносителя [5].

Стабилизация гидравлического режима и повышение гидравлической устойчивости системы централизованного теплоснабжения могут быть осуществлены также при помощи автоматических регуляторов (расхода, давления и перепада давлений) [11]. В ряде случаев необходимость установки автоматических регуляторов диктуется требованиями надежности или безопасности работы отдельных звеньев или всей системы теплоснабжения. В таких случаях установка автоматических регуляторов должна предусматриваться обязательно, и при отсутствии или неисправности средств автоматического регулирования и защиты включение в эксплуатацию таких систем не допускается [27].

Наладка системы централизованного теплоснабжения по технологии ее исполнения включает в себя три этапа.

На первом этапе разрабатываются технические и организационные мероприятия, обеспечивающие требуемые расходы теплоносителя через все системы теплоснабжения при надежном, безопасном и наиболее экономичном для данных условий режиме работы всех звеньев системы теплоснабжения.

Первый этап включает в себя уточнение схем сетевой водоподогревательной установки источника теплоты и наружных тепловых сетей, в том числе сетей, принадлежащих потребителям теплоты, а также тепловых пунктов. Для систем теплоснабжения промышленных объектов, производственных или других зданий, в которых имеются калориферные установки и технологическое оборудование, необходимо также уточнение всех схем теплопотребляющих установок.

Важнейшим элементом первого этапа является уточнение или определение тепловых нагрузок систем теплопотребления, подключенных к тепловым сетям.

Применительно к системам теплопотребления промышленных зданий тепловые нагрузки определяются по каждому теплоприемнику — калориферной установке, подогревателю воды или отопительному прибору и суммируются по стоякам и ветвям.

На основании полученных данных производятся:

- 1) разработка графиков отпуска теплоты;
- 2) определение расчетных расходов сетевой воды;
- 3) определение фактических гидравлических характеристик водоподогревательной установки источника теплоты и тепловых сетей;
- 4) гидравлический расчет водоподогревательной установки источника теплоты, тепловой сети и систем теплопотребления промышленных зданий;
- 5) разработка гидравлического режима работы системы теплоснабжения, построение графиков давлений в тепловых сетях;
- 6) выбор принципиальных схем автоматического регулирования и защиты сетей и систем теплопотребления;
- 7) расчет смесительных и дроссельных устройств для тепловых вводов и для отдельных теплоприемников систем теплопотребления;
- 8) разработка технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение рассчитанных гидравлического и теплового режимов работы системы теплоснабжения.

Результатом наладочных работ на первом этапе являются таблицы с расчетными данными, а также схемы и графики, иллюстрирующие технические решения и рекомендуемые режимы работы тепловой сети.

Все оборудование и линии трубопроводов на схемах рекомендуется изображать в условных обозначениях (см. приложение 22).

Для расчетов обычно пользуются унифицированными формами расчетных таблиц.

Разработка мероприятий для наладки является наиболее трудоемким этапом наладочных работ. В основе ее лежит изучение проектной, исполнительной и эксплуатационной документации по всем звеньям системы и их анализ, на данных которого базируются выбор оптимальных режимов работы системы и расчет параметров работы всего оборудования.

На втором этапе разработанные технические решения внедряются во всех звеньях системы. При этом особое внимание уделяется мероприятиям, влияющим на гидравлический режим сети и систем.

Третий этап заключается в регулировке системы по фактическому ее состоянию после проведения работ первых двух этапов.

Третий этап наладочных работ сводится к коррекции размеров отверстий дроссельных устройств и к соответствующей настройке автоматических регуляторов расхода, напора, давления и температуры. Коррекция производится на основании данных о фактическом режиме работы отдельных теплоприемников или системы теплопотребления в целом, которые определяются путем замера температуры и давления сетевой воды в подающих и обратных трубопроводах на вводах тепловой сети или внутри систем теплопотребления.

К регулировке системы централизованного теплоснабжения приступают после выполнения всех мероприятий для наладки, к которым относятся: перекладка участков сети с недостаточной пропускной способностью, ввод в эксплуатацию насосных и дроссельных станций и установка всех без исключения регулирующих устройств. Попытка отрегулировать систему теплоснабжения до полного внедрения всех мероприятий, как правило, не дает положительных результатов.

Исходные данные для наладки централизованных систем теплоснабжения содержатся в проектной, исполнительной и эксплуатационной документации. Соответствие этих данных фактическому состоянию системы проверяется непосредственным обследованием системы. К указанной документации относятся:

- 1) климатические показатели для данного населенного пункта;
- 2) схемы водоподогревательных установок ТЭЦ, пиковых или районных котельных;
- 3) исполнительные планы и профили тепловых сетей;
- 4) схемы расположения запорной и регулирующей арматуры в тепловых камерах и узлах разветвления на трубопроводах;
- 5) перечень зданий и сооружений, присоединенных к настраиваемой тепловой сети, с характеристикой их систем теплопотребления;
- 6) расчетные значения тепловой нагрузки зданий и нормативные значения температур воздуха в помещениях.

При наладке промышленных систем теплопотребления и необходимой исходной документации относятся также проекты или исполнительные чертежи систем теплопотребления всех производственных зданий, планы и схемы тепловых узлов, а также перечень всех калориферных установок с характеристиками отопительно-вентиляционного оборудования.

К климатическим показателям относятся расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции, средняя температура наружного воздуха за отопительный период, скорость ветра в январе и продолжительность отопительного периода, в том числе продолжительность стояния различных среднесуточных температур от абсолютно минимальной до температуры +8 °С на протяжении этого периода (см. приложение 1).

Расчетная тепловая нагрузка зданий в первом приближении определяется по их удельным тепловым отопительным и вентиляционным характеристикам в зависимости от строительного объема по наружному обмеру и расчетной температуры воздуха в помещениях (см. приложение 2).

При ознакомлении с источником теплоснабжения уточняют:

- 1) типы, технические характеристики и количество теплофикационных турбин, РОУ, паровых и водогрейных котлов, а также другого оборудования, обеспечивающего теплотой сетевую водоподогревательную установку;
- 2) типы, технические характеристики и количество всех видов теплообменников, входящих в состав сетевой водоподогревательной установки, в том числе конденсаторов турбин, работающих в режиме «ухудшенного вакуума», встроенных пучков в конденсаторах теплофикационных турбин, основных, предвключенных и пиковых подогревателей, охладителей подпитки и конденсата и т. д.;
- 3) общую схему коммуникаций сетевой водоподогревательной установки, схему поперечных связей между отдельными водоподогревательными установками внутри станции, диаметры и длину трубопроводов, связывающих теплофикационное оборудование, эксплуатационные данные о потерях напора на отдельных участках и в водоподогревательной установке в целом при различных схемах работы оборудования;
- 4) типы, технические характеристики и количество подпорных, сетевых и подпиточных насосов, а также рециркуляционных насосов у водогрейных котлов;
- 5) схему водоподготовки для подпитки тепловой се-

ти; вид химической обработки, тип и мощность деаэрационных установок, количество, вместимость и схему включения аккумуляторных баков, фактическую подпитку сетей;

6) наличие схемы установки и пределы настройки защитных устройств и автоматических регуляторов подпитки, температуры, давления, расхода и др.;

7) наличие приборов контроля параметров теплоносителя и учета расхода теплоты;

8) абсолютные или относительные геодезические отметки оси сетевой насоса (или пола машинного зала), выводящего коллектора тепловой сети и площадки, на которой установлены деаэрационные баки подпитки тепловой сети;

9) места и схемы присоединения систем теплопотребления зданий и сооружений самого источника теплоты.

При определении технических характеристик теплофикационного оборудования источников теплоты рекомендуется пользоваться справочными данными, приведенными в приложении 3.

По данным обследования источника теплоты составляется схема коммуникаций сетевой водоподогревательной установки. На схему наносится все тепломеханическое оборудование, соединительные трубопроводы с указанием их диаметров и длин, запорная, регулирующая и предохранительная арматура, приборы контроля и учета.

В экспликации к схеме приводится перечень основного оборудования (котлов, водоподогревателей, сетевых, подпиточных и рециркуляционных насосов и т. д.) с их техническими данными (производительность по теплоте и воде, допустимые температура и давление, расчетный напор и т. д.).

Примерная схема водоподогревательной установки ТЭЦ приведена на рис. 2.1.

По проектной и исполнительной документации, а также непосредственным обследованием тепловой сети следует определить:

- 1) точную схему трубопроводов сети — диаметры и длины трубопроводов на каждом участке между тепловыми камерами (узлами разветвлений);
 - 2) места установки запорной и регулирующей арматуры;
 - 3) вид и количество местных сопротивлений на каждом участке сети, в том числе типы компенсаторов;
 - 4) схему коммуникаций в тепловых камерах и в узлах разветвлений;
 - 5) расположение насосных станций, их назначение, схему коммуникаций в них, тип, характеристики и количество насосов;
 - 6) фактическую температуру и давление в текущем или предыдущем отопительном периоде на коллекторах источника теплоты и в характерных точках сети; фактический отпуск теплоты и качество теплоснабжения отдельных характерных потребителей;
 - 7) фактическое состояние труб, их гидравлическое сопротивление;
 - 8) места установки средств автоматического регулирования и защиты, их тип, назначение, схему включения и пределы настройки (уставки);
 - 9) точки расстановки контрольно-измерительных приборов;
 - 10) тип прокладки трубопроводов, состояние каналов и камер, тип и состояние антикоррозионной и тепловой изоляции;
 - 11) геодезические отметки осей трубопроводов в камерах, узлах разветвления и других характерных точках сети.
- Технические характеристики центробежных насосов, применяемых в системах теплоснабжения, приведены в

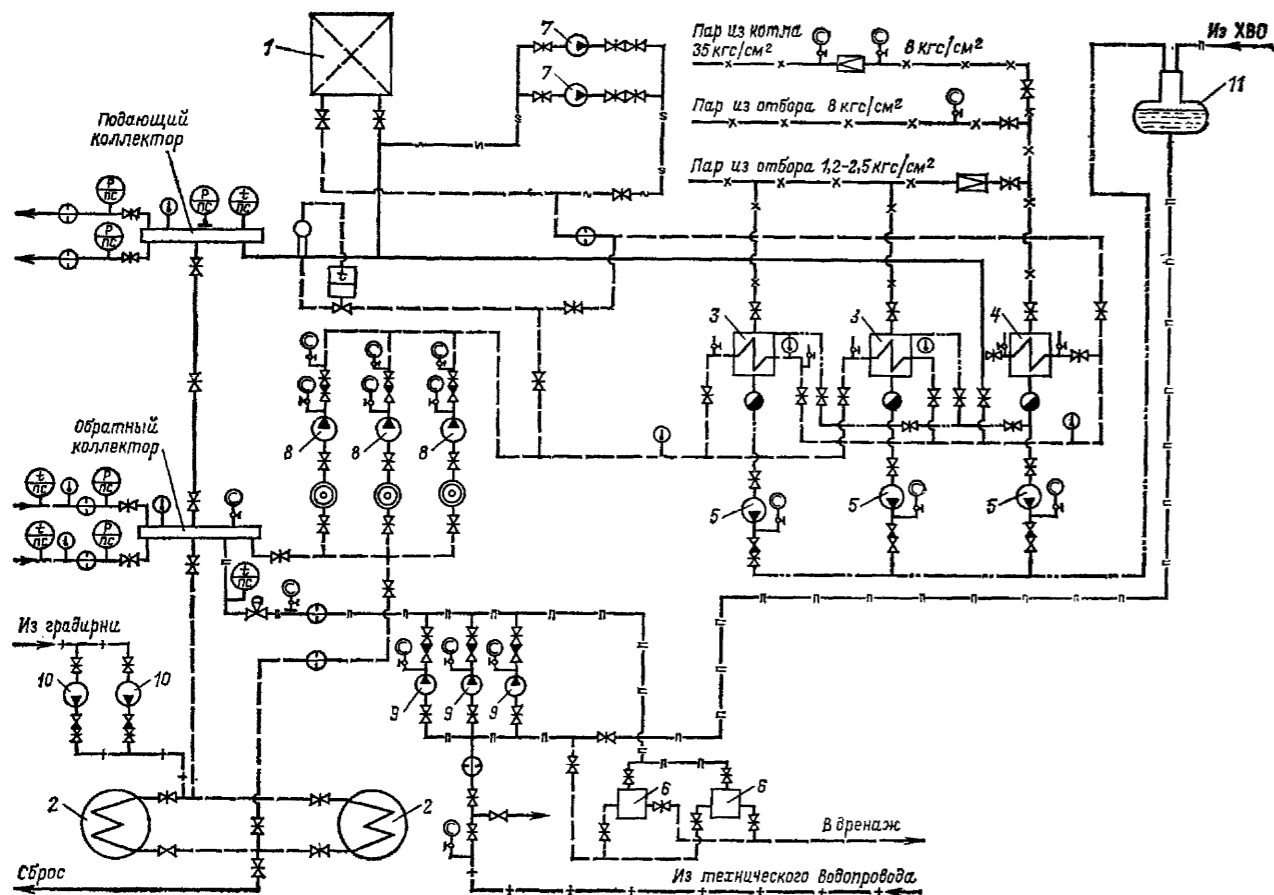


Рис. 2.1. Схема водоподогревательной установки ТЭЦ:

1 — водогрейный котел ПТВМ-50, $Q=50$ Гкал/ч; 2 — конденсатор турбин № 1, 2; 3 — основной подогреватель БО-200; 4 — пиковый подогреватель БП-200; 5 — конденсатные насосы 5КС-5х2; 6 — аккумуляторные баки подпиточной воды, $V=1000$ м³; 7 — центробежные рециркуляционные насосы; 8 — сетевые насосы 14Д-60, $G=500$ м³/ч, $H=11,3$ кгс/см²; 9 — подпиточные насосы 3в 200х2а, $G=380$ м³/ч, $H=10,2$ кгс/см²; 10 — циркуляционные насосы; 11 — деаэрактор подпиточной воды

приложении 4, а данные о стальных трубах и теплоизоляционных материалах, используемых в тепловых сетях, — в приложении 5.

При обследовании тепловой сети необходимо также обращать внимание на соответствие устройства и состояния камер и каналов требованиям правил технической эксплуатации и правил техники безопасности — по количеству смотровых люков, наличию и устройству ходовых скоб или лестниц, переходных площадок и прямиков для сбора воды. Следует также проверить уклоны в планировке поверхности над трассой тепловой сети, обеспечивающие отвод с нее дождевых и талых вод.

По материалам обследования тепловой сети составляются:

- 1) однолинейная безмасштабная расчетная схема тепловой сети (рис. 2.2);
- 2) масштабный продольный профиль магистральных и основных распределительных сетей с обязательным включением самых высоких и самых низких точек сети (рис. 2.3);
- 3) схемы коммуникаций тепловых камер и узлов, подлежащих реконструкции.

На расчетную схему сети наносятся:

- 1) все расчетные участки сети¹ с указанием при-

¹ Расчетным называется участок сети, на протяжении всей длины которого расход и скорость теплоносителя одинаковы.

своенных им идентификаторов, включающих номера расчетного участка, диаметры, мм, длины труб, м, расчетный расход теплоносителя, т/ч;

2) все системы теплоснабжения, присоединенные к сети, обозначаемые геометрическим контуром, повторяющим конфигурацию отапливаемого здания (в небольших системах теплоснабжения) или квадратом; внутри контура или квадрата через дробь указывается номер потребителя теплоты и расчетный расход теплоносителя, т/ч;

3) узловые камеры с присвоенными им эксплуатационными номерами и имеющаяся в них запорная и регулирующая арматура;

4) насосные станции и расчески на зоны и другие сооружения;

5) компенсаторы, переходы диаметров, углы поворота трассы и другие местные сопротивления.

На продольном профиле указываются:

- 1) характерные точки сети (узловые камеры, границы раздела сети на зоны, насосные станции и т. д.);
- 2) геодезические отметки оси трубопровода сети в характерных точках;
- 3) номера расчетных участков между характерными точками сети;
- 4) диаметры трубопроводов на участках;
- 5) геометрическая длина участков;
- 6) высоты наиболее характерных зданий;

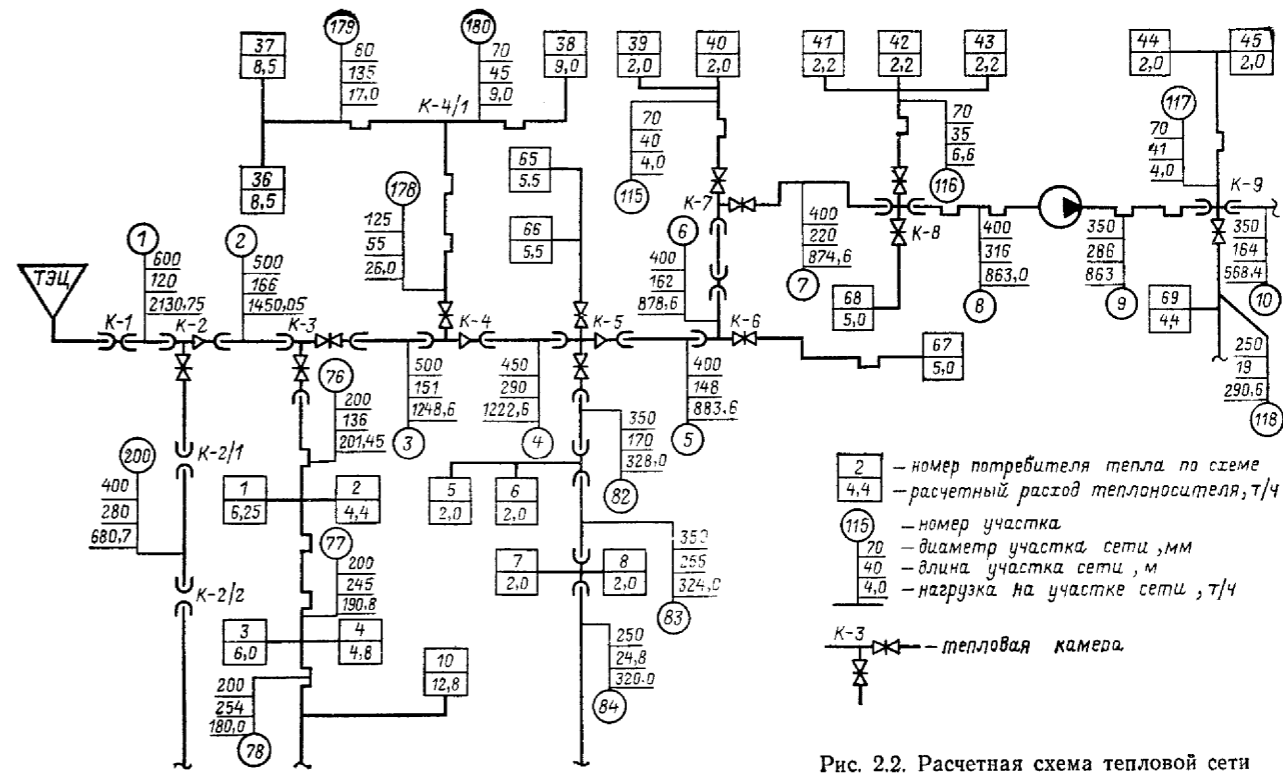


Рис. 2.2. Расчетная схема тепловой сети

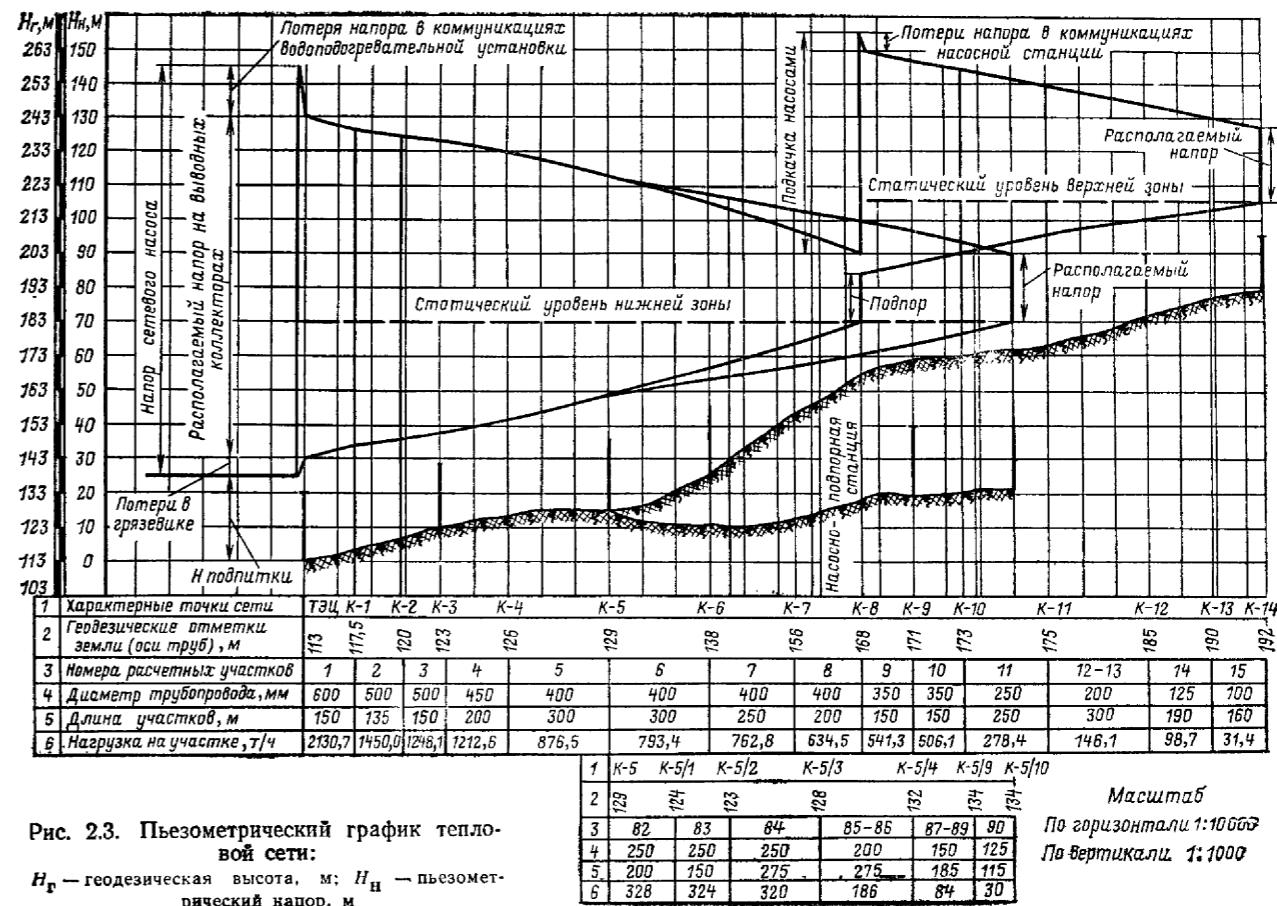


Рис. 2.3. Пьезометрический график тепловой сети:

H_g — геодезическая высота, м; H_n — пьезометрический напор, м

Масштаб
По горизонтали 1:10000
По вертикали 1:1000

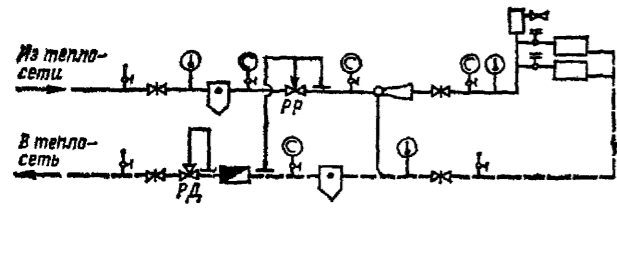


Рис. 2.4. Схема узла элеваторного присоединения системы отопления к тепловой сети:
РР — регулятор расхода; РД — регулятор давления

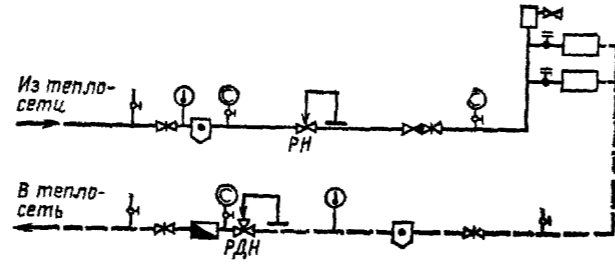


Рис. 2.8. Схема узла непосредственного присоединения системы отопления к тепловой сети

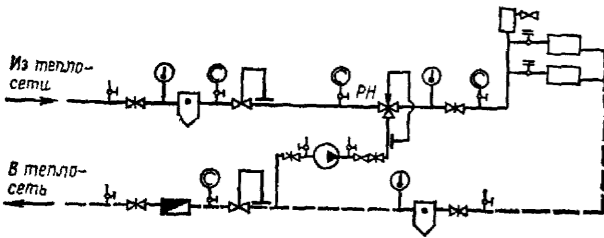


Рис. 2.5. Схема узла присоединения к тепловой сети системы отопления с насосом на перемычке:
РН — регулятор напора

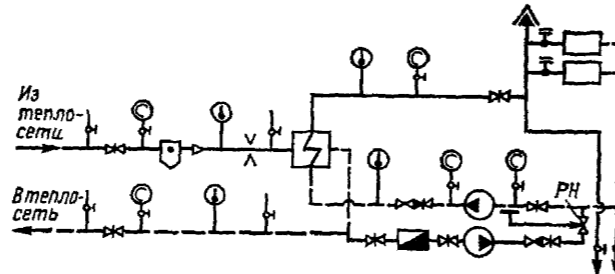


Рис. 2.9. Схема узла независимого присоединения системы отопления к тепловой сети

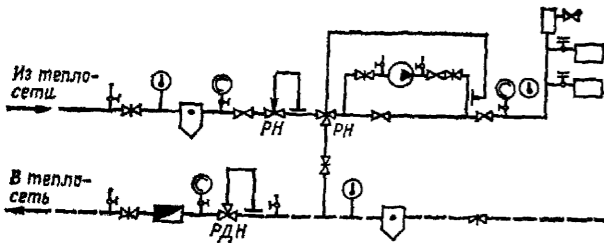


Рис. 2.6. Схема узла присоединения к тепловой сети системы отопления с насосом на подающем трубопроводе:
РДН — регулятор давления и напора

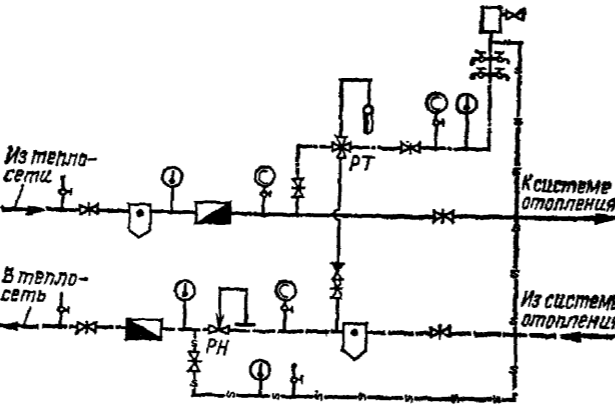


Рис. 2.10. Схема узла присоединения системы горячего водоснабжения к тепловой сети при непосредственном водоразборе:

РТ — регулятор температуры; РН — регулятор напора

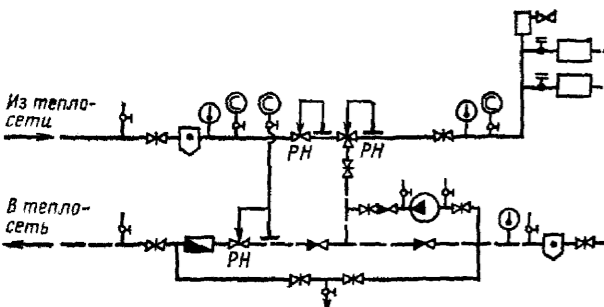


Рис. 2.7. Схема узла присоединения системы отопления к тепловой сети с подмешивающим насосом на обратном трубопроводе

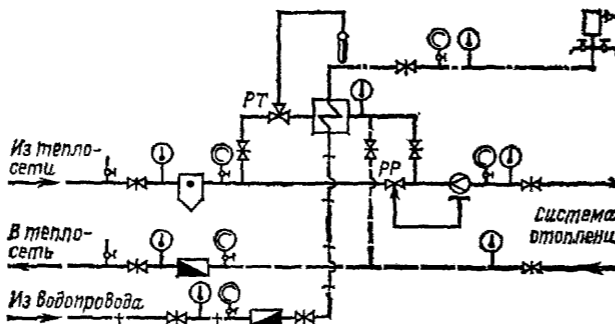


Рис. 2.11. Схема узла предвключенного присоединения системы горячего водоснабжения к тепловой сети

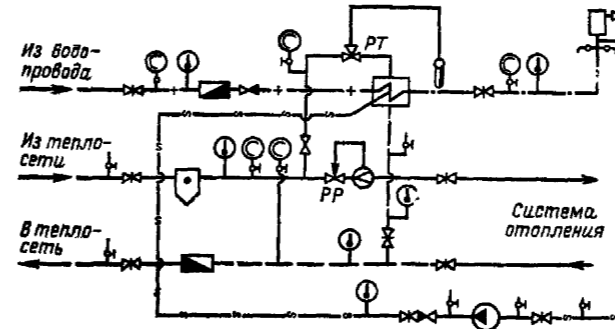


Рис. 2.12. Схема узла параллельного присоединения системы горячего водоснабжения к тепловой сети

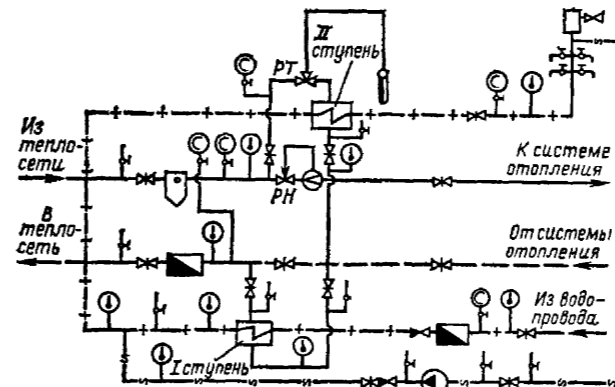


Рис. 2.13. Схема узла двухступенчатого смешанного присоединения подогревателей горячего водоснабжения к тепловой сети

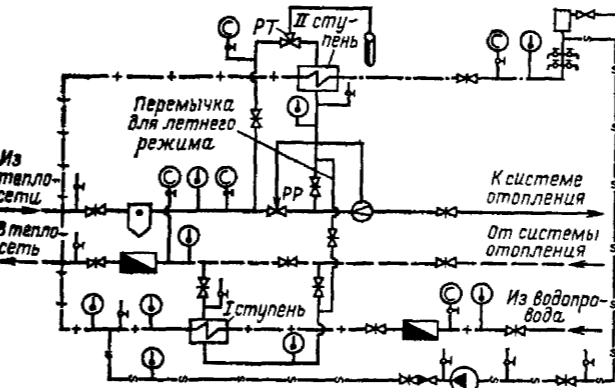


Рис. 2.14. Схема узла двухступенчатого последовательного присоединения подогревателей горячего водоснабжения к тепловой сети

7) расчетный расход сетевой воды на участке.¹
На схемах коммуникаций тепловых камер или узлов разветвлений наносятся подающий и обратный трубопроводы основной магистрали и ответвления от нее с указанием направления потока от источника теплоты, запорная, регулирующая, дренажная и воздухопускная арматура, компенсаторы, переходы диаметров труб и установленные контрольно-измерительные приборы.

¹ Графа заполняется после определения расчетных расходов.

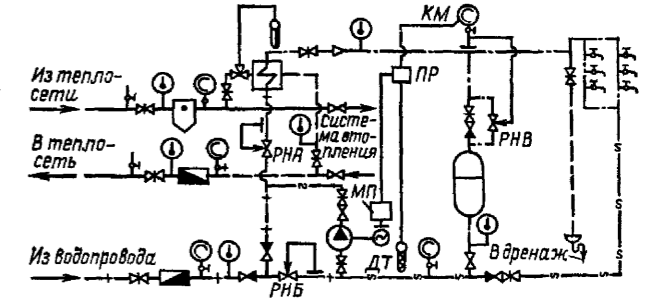


Рис. 2.15. Схема узла присоединения к тепловой сети системы горячего водоснабжения с нижним аккумуляторным баком на тепловом пункте:

КМ — контактный манометр; ПР — промежуточный реле; МП — магнитный пускатель; ДТ — датчик температуры; РНА, РНБ и РНВ — регулятор напора соответственно узлов А, Б и В

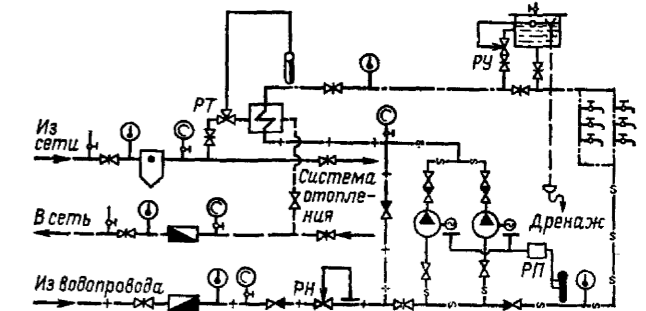


Рис. 2.16. Схема узла присоединения к тепловой сети системы горячего водоснабжения с верхним аккумуляторным баком:

РУ — регулятор уровня

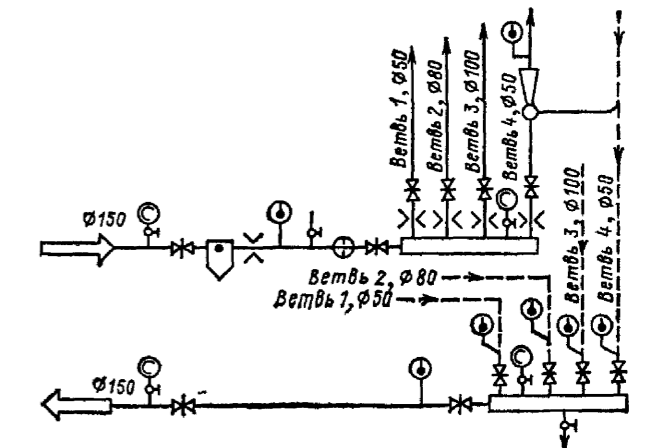


Рис. 2.17. Схема теплового ввода промышленного здания:

ветвь 1 — горячее водоснабжение; ветвь 2 — конвективно-излучающие приборы; ветвь 3 — отопительно-вентиляционные установки; ветвь 4 — отопление бытовых помещений

При ознакомлении с тепловыми узлами и системами теплопотребления необходимо уточнить [6]:

- 1) общую схему коммуникаций каждого из тепловых узлов, диаметры и длины соединительных трубопроводов между оборудованием;
- 2) схемы присоединения местных систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего

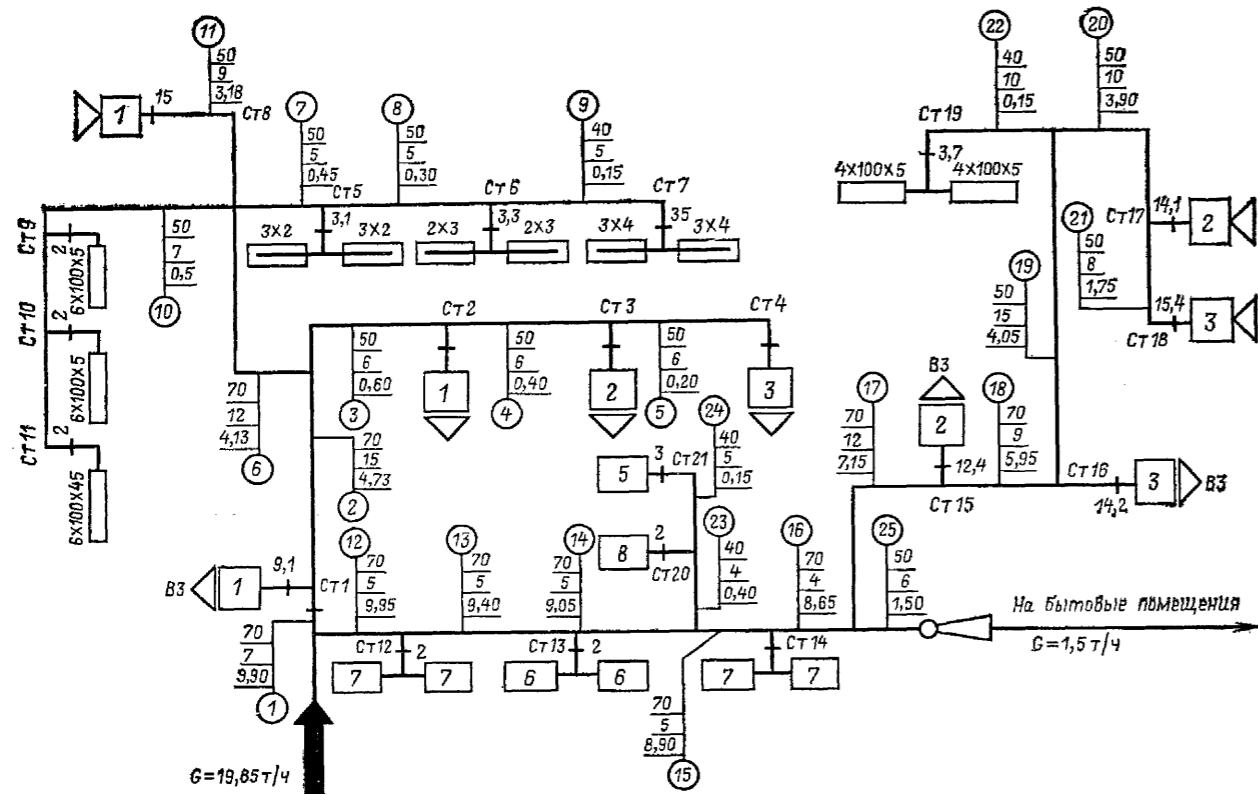


Рис. 2.18. Расчетная схема отопительно-вентиляционной системы промышленного здания: Ст — стояк

водоснабжения к тепловой сети, тепловую нагрузку и график теплотребления каждой из присоединенных систем; требуемые температуры и расходы воды;

3) типы, технические характеристики, количество и техническое состояние тепломеханического оборудования тепловых пунктов: элеваторов, насосов, водоподогревателей, грязевиков и т. д.;

4) наличие и техническое состояние запорной и предохранительной арматуры, средств автоматического регулирования и защиты, схемы их включения и пределы настройки;

5) наличие штуцеров для манометров и гнезд с гильзами для термометров;

6) наличие приборов учета — теплометров, расходомеров, водомеров;

7) геодезические отметки вводов теплосети в здания и геометрические высоты систем теплотребления (отметки самых высоких точек систем);

8) качество тепловой изоляции и окраски трубопроводов и оборудования;

9) состояние помещений тепловых пунктов, наличие и размеры проходов между оборудованием, освещенность помещений и т. д.;

10) наличие графических схем тепловых узлов и инструкций по эксплуатации оборудования.

При обследовании систем теплотребления производственных зданий и сооружений с непосредственным присоединением к тепловой сети и воздушными системами отопления или с вентиляционными системами уточняются схемы, диаметры и длины трубопроводов системы теплотребления, тип, количество, тепловые нагрузки и схемы включения калориферов, отопительных приборов, подогревателей горячего водоснабжения и т. д. Особое внимание должно быть обращено на техническое состояние отопительно-вентиляционного

оборудования: степень загрязнения поверхностей нагрева калориферов, натяжку приводных ремней от электродвигателя к вентилятору, чистоту воздушных фильтров, плотность обводных клапанов, воздухозаборных шахт, приточных камер, отсутствие щелей в строительных конструкциях камеры и между калориферами.

При ознакомлении с тепловыми пунктами потребителей необходимо проверить, соответствует ли узел присоединения системы теплотребления каждого здания к тепловой сети одной из схем, приведенных на рис. 2.4—2.16. При несоответствии их и выявлении в них существенных недостатков следует определить объем требуемых реконструктивных работ.

При определении технических характеристик тепломеханического оборудования тепловых пунктов (грязевиков, элеваторов, дроссельных и расходомерных диафрагм, пароводяных и водоводяных подогревателей и др.) рекомендуется пользоваться данными приложений 6 и 7.

При наладке отопительно-вентиляционных систем промышленных зданий или других помещений с воздушным отоплением и вентиляцией необходимо составлять детальные схемы тепловых узлов этих зданий (рис. 2.17) и всех систем теплотребления (рис. 2.18).

Схемы теплотребляющих установок выполняются, как правило, в плоском однолинейном изображении; для систем с попутной циркуляцией необходимо двухлинейное изображение. Схемы теплотребляющих установок крупных цехов рекомендуется выполнять в масштабе, используя в качестве координатной сетки ряды опорных колонн. На схемах систем теплотребляющих установок многоэтажных зданий указываются геодезические отметки каждого этажа и самой высокой точки системы.

По материалам обследования систем теплотреб-

ления определяются исходные данные для расчета тепловых нагрузок и разработки теплового и гидравлического режимов.

Одновременно составляется перечень предварительных мероприятий по устранению обнаруженных при обследовании дефектов во всех элементах системы теплоснабжения и по подготовке системы к наладке. В этот перечень включаются, как правило, все мероприятия, не

зависящие от результатов расчета теплового и гидравлического режимов сети. К ним относятся мероприятия по ликвидации дефектов, подлежащих устранению в ближайший ремонтный период, реконструкции тепловых вводов, расстановке контрольно-измерительных приборов и обязательных средств автоматизации и защиты, изменению схем обвязки калориферных установок, организации эксплуатации системы теплоснабжения.

Раздел третий ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

3.1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Расчетные тепловые нагрузки на отопление, приточную вентиляцию и кондиционирование воздуха в зданиях, а также нагрузки на горячее водоснабжение отдельных зданий или комплексов определяются, как правило, по проектным данным с учетом фактических эксплуатационных данных.

При отсутствии проектных данных отопительные тепловые нагрузки зданий определяются одним из следующих методов:

- 1) расчетом теплопотерь через элементы ограждающих конструкций и добавочных потерь на нагрев инфильтрационного воздуха [25];
- 2) расчетом теплопотерь по укрупненным показателям;
- 3) определением теплоотдачи установленного в здании отопительно-вентиляционного оборудования.

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции выполняется только при необходимости особо точного определения тепловых нагрузок помещения, например при экспериментальных работах, требующих составления теплового баланса здания, или при расчете систем кондиционирования и др.

3.2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ ПО УКРУПНЕННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЯМ

Расчет тепловых нагрузок по укрупненным измерителям производится для оценки часового теплотребления зданий, а также в тех случаях, когда для наладки системы теплотребления достаточно определения тепловой нагрузки здания в целом.

Отопительная Q_o и вентиляционная Q_v тепловая нагрузка здания, Гкал/ч, определяются соответственно по формулам [22]:

$$Q_o = \alpha q_o V (t_{в.р} - t_{н.р.о}) 10^{-6}; \quad (3.1)$$

$$Q_v = \alpha q_v V (t_{в.р} - t_{н.р.в}) 10^{-6}, \quad (3.2)$$

где α — поправочный коэффициент; q_o и q_v — соответственно удельные отопительная и вентиляционная тепловые характеристики здания, ккал/(м³·ч·°С); V — объем здания по наружному обмеру, м³; $t_{в.р}$ — расчетная температура воздуха в помещениях, °С; $t_{н.р.о}$ и $t_{н.р.в}$ — расчетные температуры наружного воздуха для проектирования соответственно отопления и вентиляции, °С.

Расчетные температуры наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н.р.о}$ и вентиляции $t_{н.р.в}$ принимаются по климатологическим данным для соответствующего населенного пункта (см. приложение 1).

Расчетная температура воздуха в жилых и общественных зданиях принимается, как правило, равной 18 °С [25]. Для других зданий (школ, детских, лечебных и культурно-просветительных учреждений, магазинов, столовых и т. д.) за расчетную принимается усредненная температура воздуха внутри здания, значения которой приведены в приложении 2. Там же приведены удельные отопительные q_o и вентиляционные q_v тепловые характеристики зданий, а также поправочные коэффициенты α , учитывающие различие климатических зон.

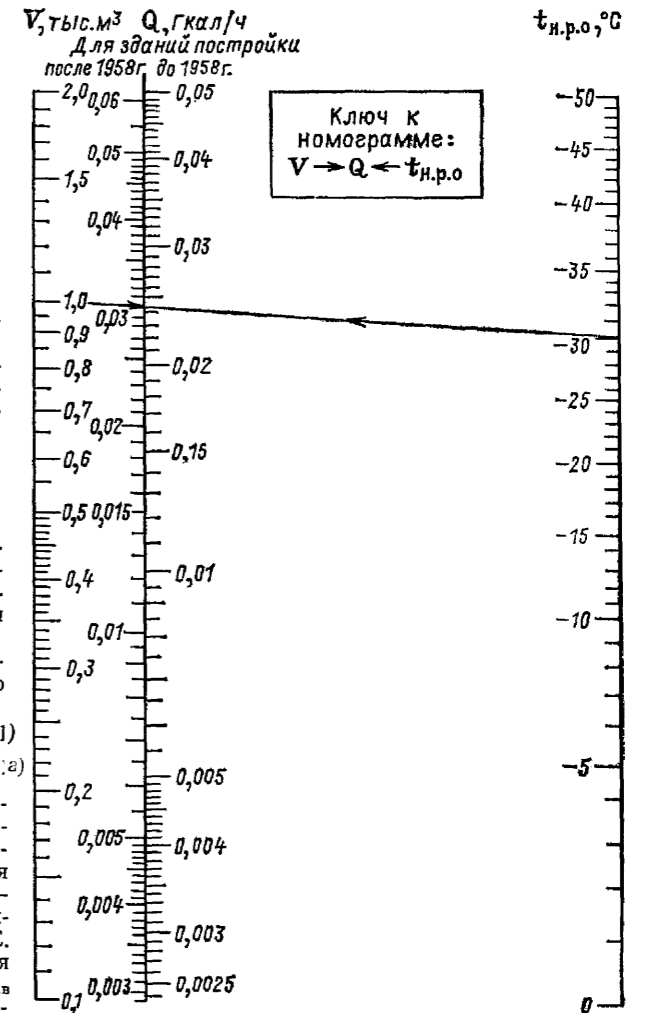


Рис. 3.1. Номограмма для определения тепловых потерь жилых зданий объемом до 2 тыс. м³

Пример 3.1. Определить расчетную отопительную нагрузку $Q_{o,р}$ жилого здания объемом $V=35$ тыс. м³ постройки 1949 г., расположенного в г. Красноярске.

Решение. По табл. П2.1 приложения 2 удельная тепловая характеристика здания q_o при объеме здания 35 тыс. м³ для зданий постройки до 1958 г. составляет 0,28 ккал/(м³·ч·°С). Значение $t_{в.р}$ принимаем 18 °С;

$t_{н.р.о}$ для г. Красноярск (см. приложение 1) составляет -40°C . Так как $t_{н.р.о} \neq -30^{\circ}\text{C}$, то по табл. П2.4 поправочный коэффициент α при $t_{н.р.о} = -40^{\circ}\text{C}$ равен 0,9. По формуле (3.1) находим:

$$Q_{о.р} = 0,9 \cdot 0,28 \cdot 35\,000 [18 - (-40)] 10^6 = 0,51 \text{ Гкал/ч.}$$

Пример 3.2. Решить при помощи номограммы (см. рис. 3.2) предыдущую задачу для жилого здания такого же объема постройки 1970 г.

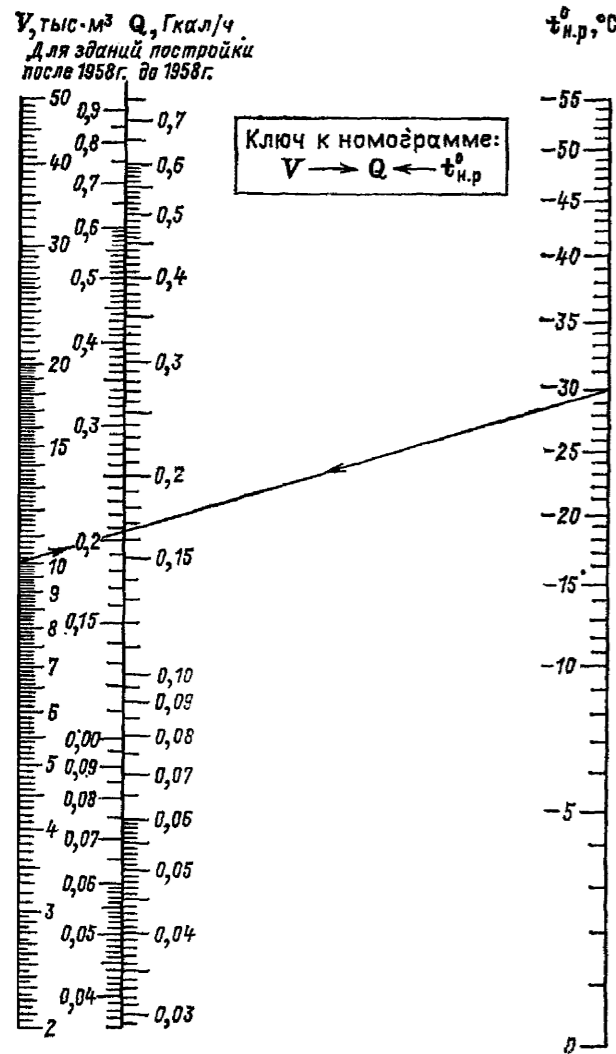


Рис. 3.2. Номограмма для определения тепловых потерь жилых зданий объемом свыше 2 тыс. м³

Решение. На номограмме соединяем прямой линией точку с координатой 35 000 м³ на шкале V с точкой -40°C на шкале $t_{н.р.}$. В точке пересечения прямой линии с осью шкалы Q (для зданий постройки после 1958 г.) получаем $Q=0,63$ Гкал/ч.

3.3. ТЕПЛОТДАЧА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ КОНВЕКТИВНО-ИЗЛУЧАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

К приборам отопления конвективно-излучающего действия относятся [14]:

- 1) радиаторы чугунные секционные;
- 2) радиаторы стальные штампованные панельные и листотрубные;

- 3) трубы чугунные ребристые;
- 4) трубы стальные гладкие и регистры из гладких труб;

5) конвекторы напольные, настенные, плитусные и т. д.

Расчетная тепловая нагрузка отопительного прибора конвективно-излучающего действия, Гкал/ч, в общем случае определяется по формуле

$$Q_{о.р} = KF\Delta t_p \cdot 10^{-6}, \quad (3.2)$$

где K — коэффициент теплопередачи прибора, ккал/(м²·ч·°C); F — площадь поверхности нагрева прибора, м²; Δt_p — температурный напор, °C

$$\Delta t_p = 0,5 (t_{1p} + t_{2p}) - t_{в.р.} \quad (3.3)$$

Здесь t_{1p} и t_{2p} — расчетные температуры греющей воды соответственно на входе в прибор и выходе из него, °C; $t_{в.р.}$ — расчетная температура воздуха в помещении, °C (см. приложение 2).

Коэффициент теплопередачи отопительных приборов конвективно-излучающего действия зависит от температурного напора. Значения коэффициентов теплопередачи различных видов отопительных приборов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Коэффициенты теплопередачи нагревательных приборов конвективно-излучающего действия

Тип нагревательных приборов	K, ккал/(м ² ·ч·°C), при температурном напоре прибора, °C			
	50—60	60—70	70—80	80—100
Радиаторы чугунные средние	7,0	7,5	8,0	8,5
Радиаторы чугунные высокие	6,2	6,4	6,6	6,8
Радиаторы стальные панельные	8,5	9,0	9,5	10,0
Радиаторы стальные листотрубные	5,5	6,0	6,5	7,0
Трубы чугунные ребристые:				
в один ряд	4,5	4,6	4,8	4,9
в два ряда	4,1	4,2	4,3	4,4
в три ряда и более	3,6	3,7	3,8	3,9
Регистры из стальных труб:				
в одну нитку, $D_y \leq 40$ мм	11,5	12,0	12,5	12,5
то же, $D_y = 50 + 100$ мм	10,0	10,5	11,0	11,5
то же, $D_y > 125$ мм	10,0	10,5	10,5	10,5
Регистры из стальных труб в две и более ниток, $D_y < 40$ мм	10,0	11,0	11,5	11,5
То же, $D_y > 50$ мм	8,0	9,0	9,0	9,0
Конвекторы плитусные (типа КП, «Прогресс» и др.)	4,1	4,2	4,3	4,4
Конвекторы чугунные (типа ЛТ-10 и др.)	6,5	6,7	7,0	7,3

По действующим стандартам площадь поверхности нагрева отопительных приборов конвективно-излучающего действия исчисляется в эквивалентных квадратных метрах (экм): 1 экм для чугунных радиаторов представляет собой площадь поверхности нагрева, теплоотдача которой при температурном напоре $64,5^{\circ}\text{C}$ и расходе воды 17,4 л/ч равна 435 ккал/ч.

Данные об отопительных приборах конвективно-излучающего действия и номограммы для их расчета приведены в приложении 8.

Пример 3.3. Определить аналитически и при помощи номограммы отопительную тепловую нагрузку производственного здания с двухтрубной системой отопления, непосредственно подсоединенной к тепловой сети, работающей по температурному графику $150-70^{\circ}\text{C}$. Система оборудована следующими отопительными приборами: радиаторами типа М140-АО (460 секций), круглыми ребристыми трубами длиной по 2 м в количестве 78 шт., установленными в два ряда; трехрядными регистрами, сваренными из стальных гладких труб $D_y = 125$ мм, общей длиной труб 276 м.

Расчетная температура воздуха в помещениях 16°C .

Решение. 1. Площадь поверхности нагрева радиаторов М-140-АО по данным табл. П8.1 составляет

$$F = 0,299 \times 460 = 137,54 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{экм}} = 0,35 \times 460 = 161 \text{ экм.}$$

2. Площадь поверхности нагрева двухметровых круглых ребристых труб по данным п. 3 приложения 8 составляет

$$F = 4 \times 78 = 312 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{экм}} = 2,57 \times 78 = 200,46 \text{ экм.}$$

3. Площадь поверхности нагрева регистров из гладких труб $D_y = 125$ мм равна

$$F = 0,42 \times 276 = 115,92 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{экм}} = 0,53 \times 276 = 146,28 \text{ экм.}$$

4. Расчетная разница между средней температурой нагревательных приборов и температурой воздуха в помещении по формуле (3.3)

$$\Delta t_p = 0,5 (150 + 70) - 16 = 94^{\circ}\text{C}.$$

5. Расчет отопительной тепловой нагрузки выполняется по формуле (3.2) отдельно для каждого типа нагревательных приборов с учетом соответствующих значений коэффициентов теплопередачи K (см. табл. 3.1) для температурного напора 94°C ; результаты суммируются:

$$Q = (8,5 \cdot 137,54 + 4,4 \cdot 312 + 9,0 \cdot 115,92) 94 \cdot 10^{-6} = 0,337 \text{ Гкал/ч.}$$

6. Для решения задачи при помощи номограммы (см. рис. П8.2) следует:

а) определить общую площадь поверхности нагрева отопительных приборов

$$F_{\text{экм}} = 161 + 200,46 + 146,28 \approx 508 \text{ экм};$$

б) на номограмме восстановить два перпендикуляра: первый — на шкале F от координаты 5,07 — площади поверхности нагрева, уменьшенной в 100 раз; второй — на шкале $t_{в.р.}$, от значения 16°C , соответствующего внутренней температуре в помещении, до пересечения с наклонной линией $150-70$, соответствующей температурному графику в системе отопления; от точки пересечения провести горизонтальную прямую, параллельную шкале $F_{\text{экм}}$, до пересечения с первым перпендикуляром; в точке пересечения провести кривую, эквидистантную двум ближайшим кривым, и по шкале Q определить уменьшенное в 100 раз значение теплоотдачи, равное 0,337 Гкал/ч.

3.4. ТЕПЛОТДАЧА КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

Калориферы применяются для нагрева воздуха в отопительных и вентиляционных системах, системах кондиционирования, воздушных завесах и сушильных установках.

По своему устройству калориферы подразделяются на одноходовые и многоходовые [8]. При водяном теплоносителе рекомендуется применять многоходовые калориферы. Они устанавливаются, как правило, с горизонтальным расположением труб. При вертикальной установке многоходовых калориферов необходимо обеспечивать удаление воздуха из верхних полостей, для чего в крышки каждой секции следует вварить воздухопускные штуцера и установить на них краны. При водяном теплоносителе следует предусматривать возможность независимого отключения и опорожнения от-

дельных калориферов, рядов или групп калориферов в больших установках.

В соответствии со своим назначением калориферные установки подразделяются на отопительные агрегаты (ОА), воздушные завесы (ВЗ), приточные вентиляционные установки (ПВ) и воздухонагреватели кондиционеров (ВК).

Отопительные агрегаты выпускаются промышленностью в собранном виде и имеют установленную для каждого типа тепловую производительность при заданных температурах теплоносителя на входе и выходе из агрегата. Подогрев рециркулируемого через агрегат внутреннего воздуха производится при этом до указанной в паспорте температуры в пределах $25-55^{\circ}\text{C}$.

Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, рекомендуется принимать не более 50°C для наружных дверей и 70°C для ворот и технологических проемов (если не установлены другие температуры по технологическим требованиям).

Приточно-вентиляционные калориферные установки предназначаются для подогрева приточного воздуха, поступающего извне, до расчетной температуры в данном помещении ($16-25^{\circ}\text{C}$). При нагреве воздуха в ПУ до более высоких температур эти установки выполняют также и отопительные функции.

Воздухонагреватели кондиционеров обеспечивают подогрев воздуха до заданных температур, обусловленных санитарно-гигиеническими или технологическими условиями.

Калориферные установки компонуются, как правило, из нескольких однотипных калориферов в один, два и редко в три ряда по ходу воздуха. Каждый ряд содержит один или несколько (до 10—12) калориферов, установленных на одном или двух уровнях.

Необходимо, чтобы соседние калориферы в каждом ряду плотно, без щелей, прилегали друг к другу. В случаях, когда по условиям соединения трубопроводами между собой смежные калориферы своими боковыми стенками или крышками не могут плотно прилегать друг к другу, необходимо, чтобы зазоры между ними были перекрыты металлическими щитами или заделаны кирпичной стенкой.

По теплоносителю калориферы соединяются между собой последовательно, параллельно или по смешанной схеме, состоящей из нескольких параллельных групп последовательно соединенных калориферов. Наиболее рациональна последовательная схема соединения. Ее целесообразно применять во всех случаях, когда потери напора теплоносителя в установке не превышают располагаемого перед ней напора. При недостаточном располагаемом напоре следует применять смешанную схему.

По условиям гидравлического сопротивления в одной установке последовательно соединяются не более 12—15 одноходовых калориферов.

Для создания наиболее благоприятных условий циркуляции теплоносителя в калориферных установках и для предотвращения их замораживания теплоноситель в каждый из калориферов должен подаваться, как правило, сверху вниз. Допускается подача теплоносителя снизу вверх при его скорости в трубках калорифера не ниже $0,25-0,3$ м/с.

При последовательном соединении калориферов по воздуху в первом по ходу воздуха калорифере подача воды снизу вверх допускается при вышеуказанной скорости теплоносителя только при прямом токе. При противотоке подавать воду снизу вверх в первые по ходу воздуха калориферы не рекомендуется.

3.4.1. Исходные данные для расчета калориферов

Расчет калориферных установок предусматривает определение расчетной тепловой производительности установки Q_p , расчетной температуры нагретого воздуха t_{1p} , расчетного расхода теплоносителя G_p и его температуры на выходе из установки t_{2p} .

Коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч·°С) калориферов определяется формулой

$$K = A (\nu\rho)^n \omega^m, \quad (3.13)$$

где A — коэффициент; n и m — показатели степени, характеризующие тепло- и аэродинамические качества данного типа калориферов; ω — скорость теплоносителя в трубах калориферов, м/с.

Таблица 3.2. Значения числовых коэффициентов и показателей степени в формуле коэффициента теплопередачи калориферов [8, 9]

Тип или модель калорифера	Коэффициент A и показатели степени при скорости теплоносителя, м/с					
	$\omega < 0,25$			$\omega > 0,25$		
	A	m	n	A	m	n
ГОСТ 1814-42-СнМ						
однорядная установка	11,76	0,46	0,17	11,76	0,46	0,17
двухрядная установка	10,50	0,46	0,12	10,50	0,46	0,12
ГОСТ 1814-42-Б:						
однорядная установка	10,60	0,46	0,17	10,60	0,46	0,17
двухрядная установка	14,25	0,37	0,23	14,25	0,37	0,23
ГСТМ	15,18	0,30	0,18	15,18	0,30	0,18
КФС; КМС; КЗПП; КЗВП	13,10	0,331	0,166	11,10	0,393	0,106
КФБ; КМБ; К4ПП; К4ВП	13,10	0,331	0,166	9,50	0,446	0,094
КВБ (модификация КФС)	18,50	0,275	0,192	15,30	0,343	0,149
КФСО	19,40	0,384	0,201	14,30	0,501	0,122
КФБО	17,90	0,381	0,176	12,70	0,517	0,133
КВБ-П-01	19,00	0,405	0,130	19,00	0,405	0,13
СТД-3009В	16,30	0,302	0,149	13,20	0,371	0,081
СТД-3010Г						
КВМ-П	18,00	0,345	0,152	18,00	0,345	0,152
КВС-П	17,94	0,320	0,132	17,94	0,320	0,132
КВБ-П	17,00	0,320	0,130	17,00	0,320	0,130
КСК-1	19,04	0,438	0,093	19,04	0,438	0,093
КСК-2	20,80	0,432	0,157	20,80	0,432	0,157
КСК-3	19,27	0,482	0,145	19,27	0,482	0,145
КСК-4	16,78	0,546	0,176	16,78	0,546	0,176
КТ-1	12,79	0,535	0,121	13,84	0,526	0,220
КТ-2	11,25	0,535	0,112	11,91	0,533	0,203
КТ-3	9,42	0,595	0,117	9,90	0,593	0,185
КД	11,50	0,500	0,150	11,50	0,500	0,150

Числовые значения коэффициента A и показателей степеней m и n для различных типов калориферов приведены в табл. 3.2. Массовая скорость воздуха в живом сечении калорифера $\nu\rho$, кг/(см²·с), определяется по формуле

$$\nu\rho = L\rho / (3600f_{\text{ж}}), \quad (3.14)$$

где $f_{\text{ж}}$ — площадь живого сечения калориферной установки для прохода воздуха, м².

Для определения значения K в зависимости от ω и $\nu\rho$ можно использовать номограммы, приведенные на рис. 3.3—3.5. При этом выполняется следующая итеративная процедура. Приняв при начальном приближении $\omega^{(0)}$ равным 0,1 м/с для одноходовых и 0,8—1 м/с для многоходовых калориферов, определяют значение K и по формуле (3.12) находят значения $Q_{\text{р}}$. По формуле (3.15) определяют новое значение скорости воды $\omega^{(1)}$:

$$\omega^{(1)} = 0,278Q / [f_{\text{т}} (t_{1\text{р}} - t_{2\text{р}})], \quad (3.15)$$

где $f_{\text{т}}$ — площадь живого сечения трубок калориферов для прохода теплоносителя, м².

Если $\omega^{(1)} \neq \omega^{(0)}$, процедуру повторяют, принимая за $\omega^{(0)}$ значение $\omega^{(1)}$. Расчет считается законченным при относительной разнице значений ω , полученных на двух последовательных приближениях, не превышающей $\pm 5\%$.

Расчетная температура воздуха на выходе из калориферной установки определяется по формуле

$$\tau_{1\text{р}} = \tau_{2\text{р}} + \frac{4,22 \cdot 10^6}{L\rho} Q. \quad (3.16)$$

Пример 3.5. Определить расчетную тепловую производительность отопительно-приточной калориферной установки, описанной в примере 3.4, которая присоединена к тепловой сети двумя параллельными ветвями, каждая из которых содержит по шесть последовательно соединенных калориферов. Температурный график тепловой сети 150—70 °С. Расчетная температура наружного воздуха —40 °С. Коэффициент загрязнения калориферов $\alpha_1 = 0,8$.

1. По данным табл. П9.7 теплотехнические данные калориферов типа К4ВП-9 следующие: площадь поверхности нагрева одного калорифера $F = 53,3$ м²; площадь живого сечения для прохода воздуха $f_{\text{ж}} = 0,485$ м²; площадь живого сечения для прохода теплоносителя $f_{\text{т}} = 0,00237$ м².

2. Расчетные данные установки: площадь поверхности нагрева 12 калориферов

$$F_{\text{у}} = 53,3 \cdot 12 = 639,6 \text{ м}^2,$$

при этом эффективная площадь поверхности

$$F_{\text{э}} = F_{\text{у}} \alpha_1 = 639,6 \cdot 0,8 = 511,68 \text{ м}^2;$$

площадь живого сечения установки для прохода воздуха через ряд из шести калориферов

$$f_{\text{ж.у}} = 6 \cdot 0,485 = 2,91 \text{ м}^2;$$

площадь живого сечения установки для прохода теплоносителя через два параллельных хода

$$f_{\text{т.у}} = 0,00237 \cdot 2 = 0,00474 \text{ м}^2.$$

3. Расчетный массовый расход воздуха при расчетной плотности $\rho_{\text{р}} = 1,128$ кг/м³ и расчетной температуре в вентиляторе 40 °С

$$G_{\text{в}} = L_{\text{р}} \rho_{\text{р}} = 65 914 \cdot 1,128 = 74 350 \text{ кг/ч.}$$

4. Массовая скорость воздуха в живом сечении калориферов

$$\nu\rho = 74 350 / (3600 \cdot 2,91) = 7,1 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2 \text{)}.$$

5. При $\omega^{(0)} = 1,0$ м/с по номограмме рис. 3.4 определяем значение K . Для этого соединяем прямой линией точку с координатой 7,1 на шкале $\nu\rho$ с точкой с координатой 1,0 на шкале ω . Значение $K = 26,7$ ккал/(м²·ч·°С) находится в точке пересечения этой прямой с осью K для калориферов К4ВП (вертикаль № 7). 6. По формуле (3.12) определяем тепловую производительность установки:

$$Q = \left(\frac{4,22 \cdot 10^6}{74 350} + \frac{2 \cdot 10^6}{26,7 \cdot 511,68} \right)^{-1} (150 + 70 + 80) = 1,477 \text{ Гкал/ч.}$$

В этом выражении содержится варьируемое значение $K = 26,7$, так как оно основано на предположительной скорости воды ω .

7. По формуле (3.15) при Q , равном 1,477 Гкал/ч, определяем $\omega^{(1)}$:

$$\omega^{(1)} = 0,278 \cdot 1,477 / [0,00474 (150 - 70)] = 1,083 \text{ м/с.}$$

При полученном значении $\omega^{(1)}$ определяется новое значение $K = 26,8$ ккал/(м²·ч·°С).

8. С учетом нового значения K , используя достоверные данные предыдущего решения, по формуле (3.12) определяем новое значение Q :

$$Q = 300 \left(56,76 + \frac{3908,7}{26,8} \right)^{-1} = 1,4807 \text{ Гкал/ч.}$$

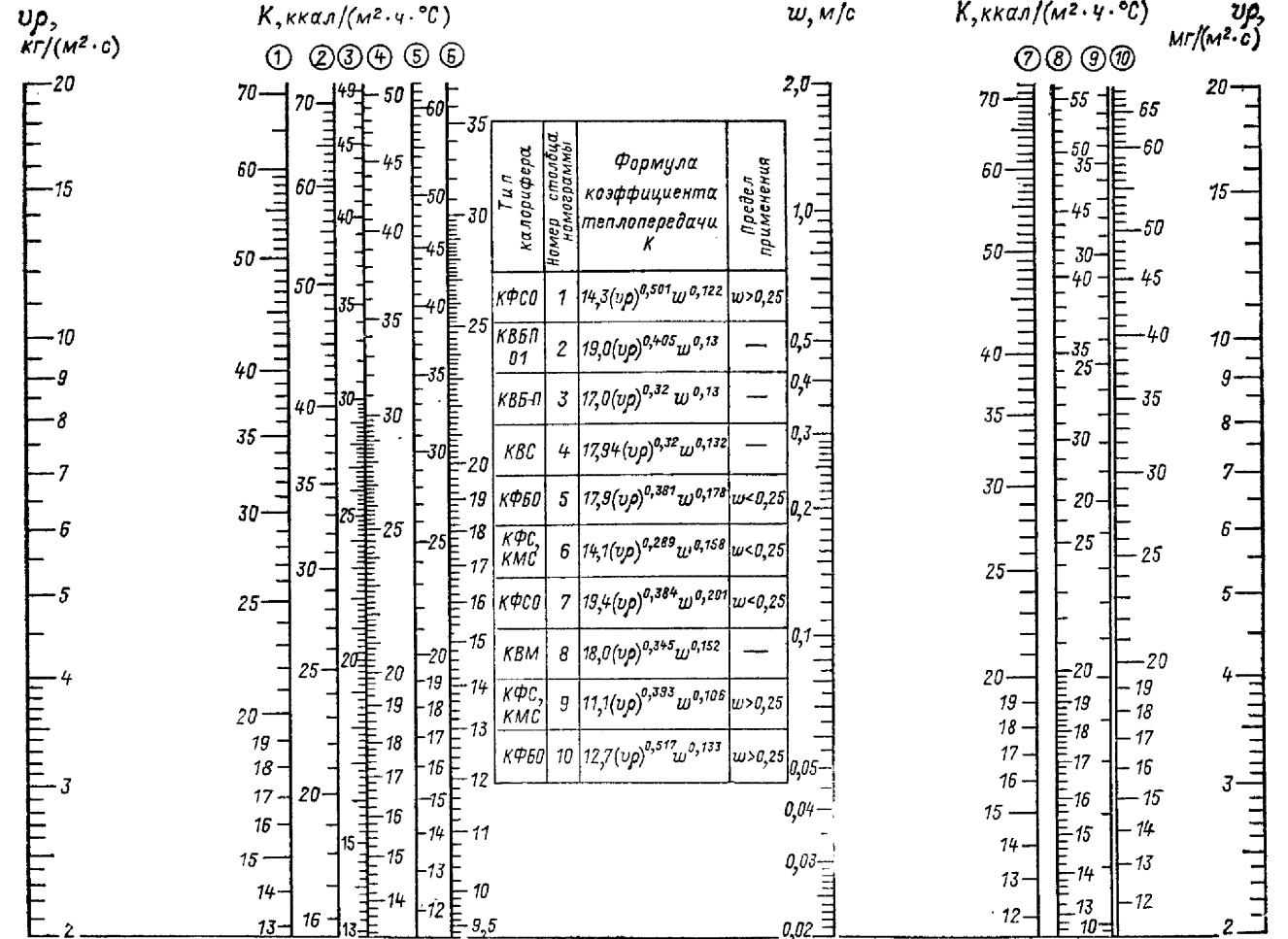


Рис. 3.3. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи калориферов КВБ-П, КВМ, КМС, КФС, КФБО и КФСО

9. Скорость теплоносителя составит

$$\omega^{(2)} = 0,733 \cdot 1,4807 = 1,0853 \text{ м/с.}$$

Так как $\omega^{(2)}$ практически не отличается от $\omega^{(1)}$ (отличие равно 0,03%), итеративный цикл заканчивается при значении $\omega = 1,085$ м/с.

10. Температура воздуха на выходе из калориферной установки по формуле (3.16)

$$\tau_1 = -40 + (4,22 \cdot 10^6 \cdot 1,4807) / 74 350 = 44 \text{ °С.}$$

Полученная расчетная температура после калориферов на 4 °С выше требуемой. Наиболее рациональным способом снижения температуры приточного воздуха является снижение в допустимых пределах температуры обратной воды от калориферов.

Принимаем расчетную температуру обратной воды от калориферной установки равной 60 °С и $\omega^{(0)} = 1$ м/с. По номограмме рис. 3.4 определяем коэффициент теплопередачи $K = 26,2$ ккал/(м²·ч·°С). Тепловая производительность

$$Q = 290 \left(56,76 + \frac{3908,7}{26,2} \right) = 1,4236 \text{ Гкал/ч.}$$

При этом скорость теплоносителя $\omega^{(1)}$ по формуле (3.15) оказывается равной 0,927 м/с. При этом значении $\omega^{(1)}$ коэффициент теплопередачи равен 26,3 ккал/(м²·ч·°С), а тепловая производительность 1,412

Гкал/ч. При этом значении Q $\omega^{(2)} = 0,9201$ м/с, т. е. практически равно $\omega^{(1)}$.

Расчетная температура приточного воздуха составляет 40,14 °С, что практически соответствует требуемому значению.

3.4.3. Таблично-номографический метод расчета калориферных установок

Таблично-номографический метод расчета калориферных установок основан на использовании уравнений характеристик теплообменных аппаратов [22]. Тепловая производительность и параметры расчетного режима работы калориферных установок по этому методу определяются исходя из значения постоянного для каждой установки параметра E . Значение этого параметра зависит от конструктивных характеристик калориферов, их числа и схемы соединения по воздуху и теплоносителю. Параметр E определяет теплотехнические качества калориферной установки и определяется формулой

$$E = KF / (W_{\text{в}}^n W_{\text{т}}^m), \quad (3.17)$$

где K — коэффициент теплопередачи калорифера, ккал/(м²·ч·°С); F — площадь поверхности нагрева калориферов, м²; $W_{\text{в}}$ и $W_{\text{т}}$ — тепловые эквиваленты соответственно нагреваемого воздуха и теплоносителя (грею-

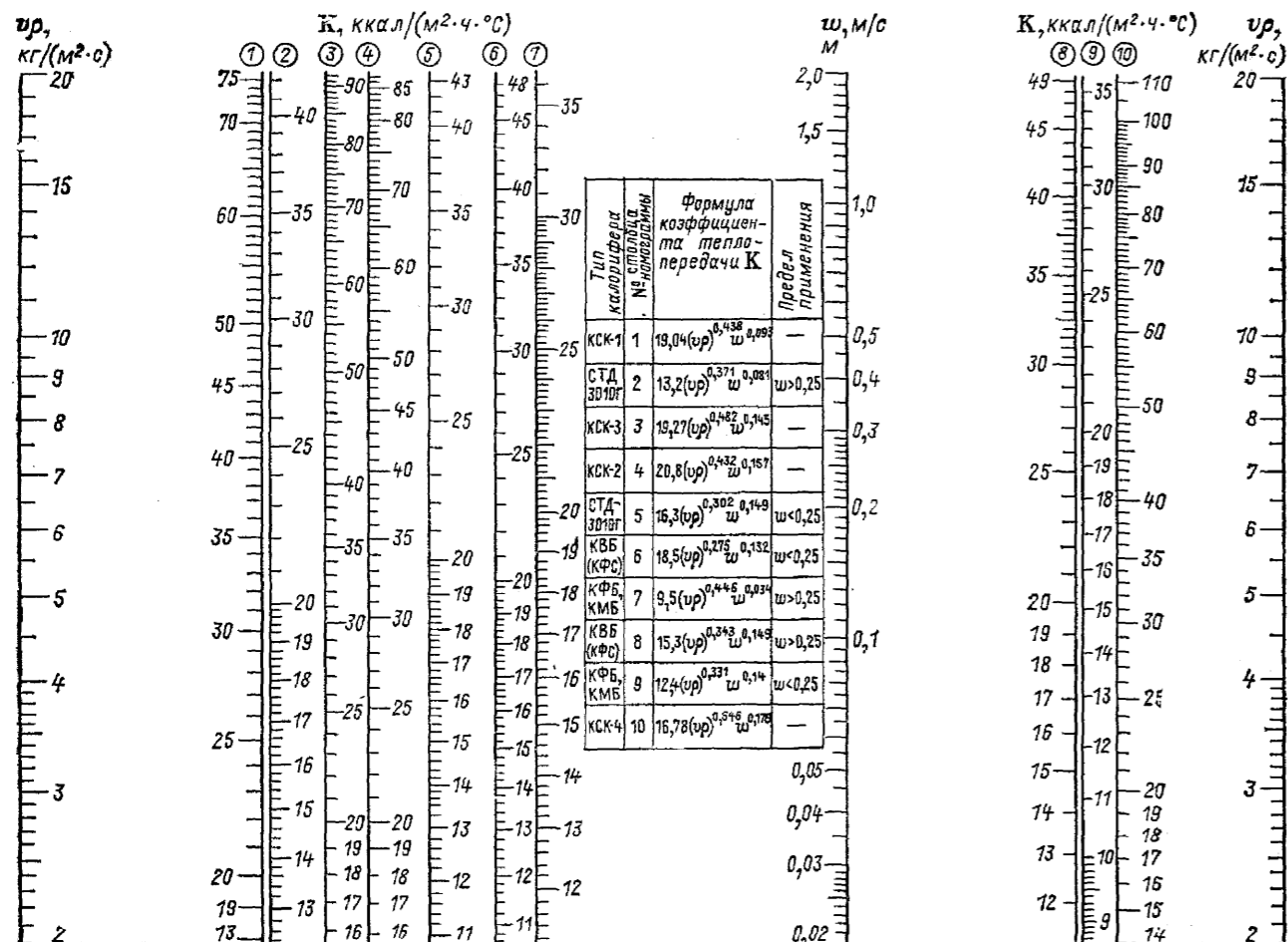


Рис. 3.4. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи калориферов КСК, КФБ, КМБ, КВБ, СТД3010Г

шей воды), равные произведениям массовых расходов сред на их теплоемкости, т. е.

$$W_B = L\rho C_B; \quad (3.18)$$

$$W_T = G_T C_T; \quad (3.19)$$

n и m — показатели степени в формуле (3.13) для определения коэффициента теплопередачи калориферов.

Если выразить массовые расходы воды и воздуха через их скорости в соответствующих живых сечениях для прохода этих сред, то формула (3.17) может быть приведена к виду

$$E = N \frac{FZS^{1-n}}{f_B^n T^m (1000f_T)^m}, \quad (3.20)$$

где N — числовой коэффициент, постоянный для данного типа калориферов; Z — число рядов в калориферной установке; S — количество калориферов в одном ряду; T — число параллельных присоединений теплоносителя в установке; f_B и f_T — площади живых сечений в калорифере для прохода соответственно воздуха и воды, m^2 .

По формуле (3.20) можно определять значения E для калориферных установок, состоящих из любого количества одинаковых калориферов при любой их компоновке и обвязке.

В таблицах приложения 11 приведены значения параметра E для калориферных установок, состоящих из

одинаковых калориферов числом от 1 до 12, при их одно- и двухрядной компоновке и наличии от 1 до 12 параллельных ходов по теплоносителю для всех выпускаемых в Советском Союзе моделей и типоразмеров калориферов.

Тепловая производительность калориферной установки исходя из теплотехнических качеств калориферов и температурного перепада в них определяется уравнением

$$Q_p = KF\Delta\theta_p, \quad (3.21)$$

где $\Delta\theta_p$ — средняя разность температур греющей воды и нагреваемого воздуха в калориферной установке, $^{\circ}C$,

$$\Delta\theta_p = t_{cp} - \tau_{cp} = \frac{t_{1p} + t_{2p}}{2} - \frac{\tau_{1p} + \tau_{2p}}{2}. \quad (3.22)$$

Здесь t_{cp} и τ_{cp} — средние температуры соответственно воды и воздуха.

Из теплового баланса между теплотой, отданной греющей сетевой водой и полученной нагреваемым воздухом, справедливо следующее равенство:

$$Q_p = W_B \Delta t_p = W_T \Delta \tau_p, \quad (3.23)$$

где Δt_p — расчетный температурный перепад воздуха в калориферах, $^{\circ}C$,

$$\Delta \tau_p = \tau_{1p} - \tau_{2p}; \quad (3.24)$$

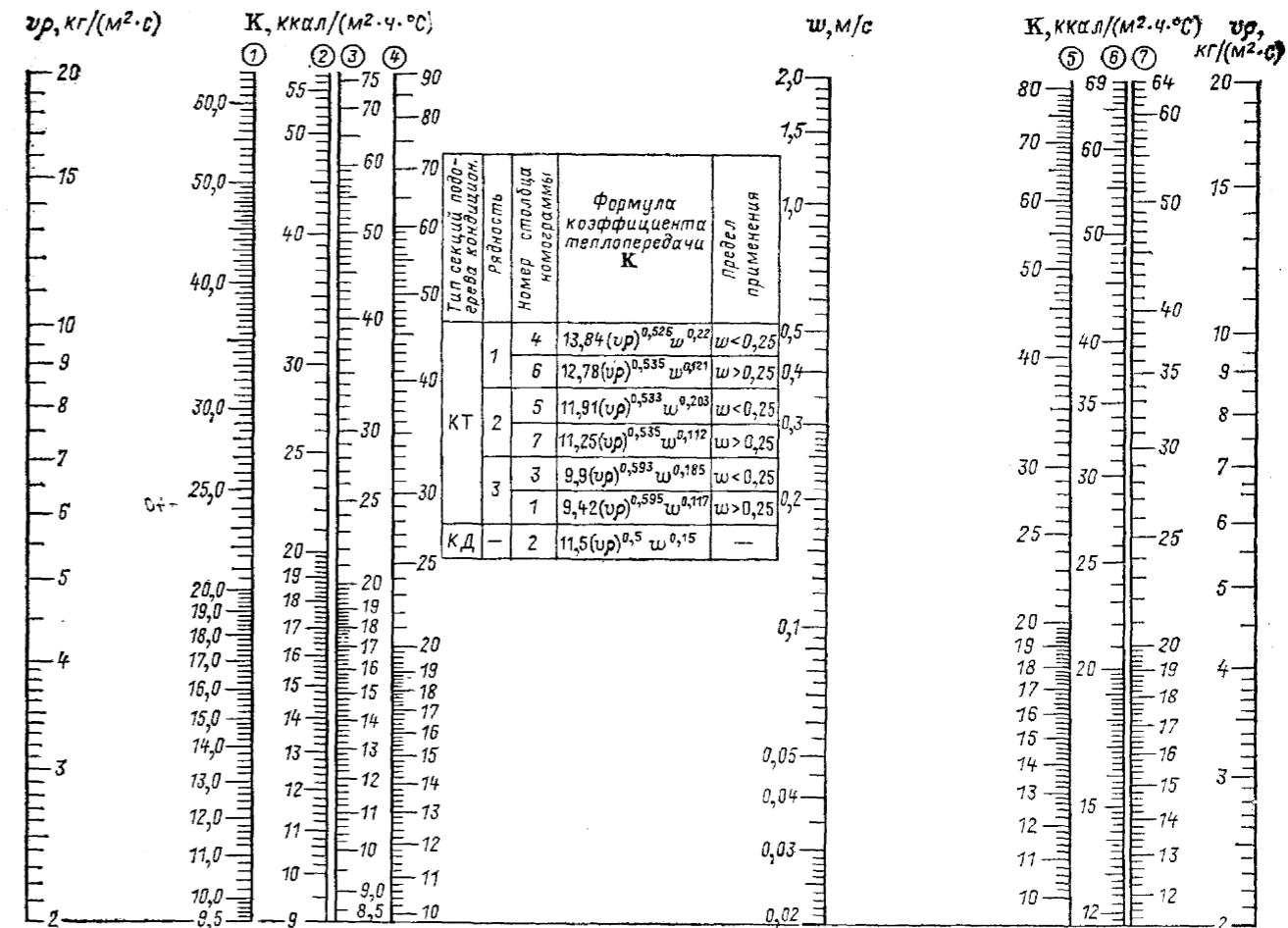


Рис. 3.5. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи калориферов КТ и КД

Δt_p — расчетный перепад температуры греющей воды, $^{\circ}C$,

$$\Delta t_p = t_{1p} - t_{2p}. \quad (3.25)$$

Из формул (3.17), (3.21) и (3.23) получаем выражение для параметра E :

$$E = W_B^{(1-n-m)} \Delta t_p^{(1-m)} \Delta \tau_p^m / (\delta_p - 0,5\Delta t_p), \quad (3.26)$$

где

$$\delta_p = t_{cp} - \tau_{2p}. \quad (3.27)$$

Модулем теплообменного процесса в калориферной установке с теплотехническим параметром E при заданном расходе воздуха и установленном перепаде температур теплоносителя называется величина, определяемая формулой

$$M = EW_B^{(n+m-1)} / \Delta t_p^m = \Delta \tau_p^{(1-m)} / (\delta_p - 0,5\Delta t_p). \quad (3.28)$$

Формула (3.28) использована при построении номограммы для определения температурного перепада нагреваемого воздуха в калориферной установке с известным теплотехническим параметром E при заданных значениях W_B и Δt_p .

Номограммы для расчета калориферных установок из серийно выпускаемых калориферов и секций подогрева кондиционеров приведены в приложении 11. Каждая такая номограмма состоит из трех частей:

1) поля I (рис. П11.1—П11.16) с логарифмическими

параллельными шкалами $W_B(L\rho)$, E , $\Delta T = \Delta t_p$ и M , а также вспомогательной прямой N ;

2) прямоугольной расчетной сетки (абак), расположенной на поле I между прямой N и шкалой M , которая образована взаимно перпендикулярными функциональными шкалами Δt_p и δ и семейством кривых M , численные значения которых нанесены у правой и верхней ее границ;

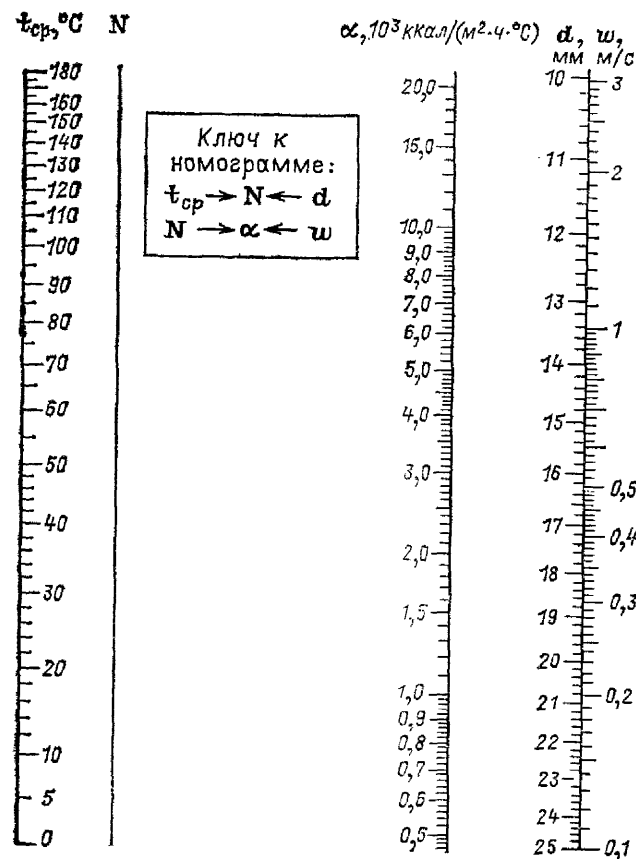
3) поля II (рис. П11.17) с функциональными логарифмическими шкалами Δt_p , ΔT_G , G , Q и $L\rho$.

Для определения по номограмме расчетной тепловой производительности Q_p калориферной установки, расчетного расхода сетевой воды G_p и температуры воздуха на выходе из установки τ_1 должны быть известны: массовый расход воздуха $L\rho$, $kg/ч$, расчетная температура воды в подающем и обратном трубопроводах (до и после калориферов) t_{1p} и t_{2p} , температура воздуха перед калориферной установкой τ_{2p} , марки (модель) и типоразмеры калориферов, их число и схема компоновки по воздуху и теплоносителю.

Расчет калориферной установки таблично-номографическим методом производится в следующей последовательности:

1) по таблице тепловых характеристик для данной модели (см. приложение 11) и типоразмеру калорифера находится табличное значение параметра $E_{табл}$, соответствующее числу калориферов и схеме их компоновки, а затем расчетный параметр установки

$$E_p = E_{табл} \alpha_1 \alpha_2, \quad (3.29)$$



Значение $d_{экв}$ определяется по формуле

$$d_{экв} = (D_B^2 - Z d_n^2) / (D_B + Z d_n), \quad (3.43)$$

где D_B — внутренний диаметр корпуса подогревателя, м; d_n — наружный диаметр трубок подогревателя, м; Z — число трубок в живом сечении подогревателя.

Если греющая вода проходит по трубкам, то в формуле (3.37) используется величина $d_{экв}$, а в формуле (3.38) $d_{экв}$; если греющая вода проходит по межтрубному пространству, то в формуле (3.37) — $d_{экв}$, а в формуле (3.38) — $d_{вн}$.

Значения α_1 и α_2 определяются в зависимости от $t_{ср}$, d и w по номограмме, приведенной на рис. 3.6. При расчете пароводяных подогревателей значение α_2 определяется по формуле (3.38) или по номограмме рис. 3.6.

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубки α_1 , $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$, определяется по формулам:

а) для вертикальных подогревателей

$$\alpha_1^a = (5500 + 65 t_{ср,к} - 0,2 t_{ср,к}^2) / \sqrt[4]{\Delta t h}; \quad (3.44)$$

б) для горизонтальных подогревателей

$$\alpha_1^b = 0,77 (5500 + 65 t_{ср,к} - 0,2 t_{ср,к}^2) / \sqrt[4]{\Delta t m d_n}, \quad (3.45)$$

где $t_{ср,к}$ — средняя температура слоя конденсата на поверхности трубок, $^\circ\text{C}$, принимается равной

$$t_{ср,к} = 0,5 (t_n - t_{ст}); \quad (3.46)$$

Рис. 3.6. Номограмма для определения коэффициента теплоотдачи α от воды к стенке и от стенки к воде в водо-водяных подогревателях

Рис. 3.7. Номограмма для определения коэффициента теплоотдачи α от пара к стенке трубки в вертикальных и горизонтальных скоростных пароводяных подогревателях с латунными трубками диаметром 14×16 мм

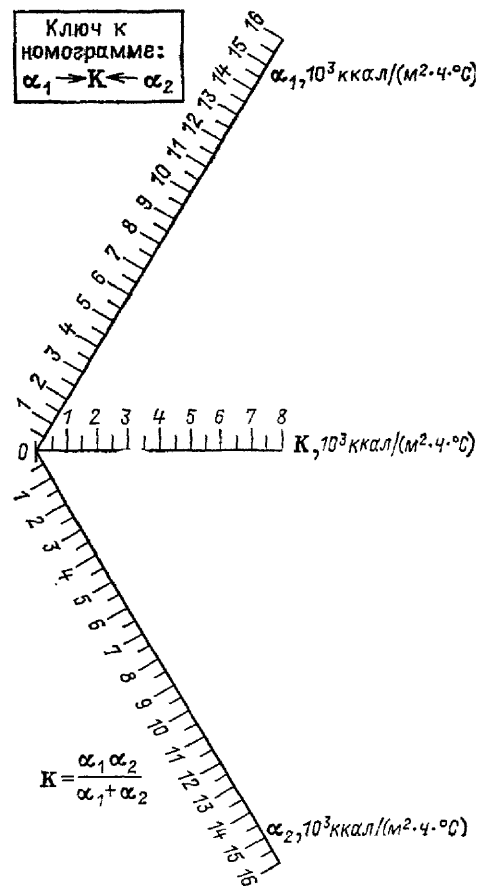
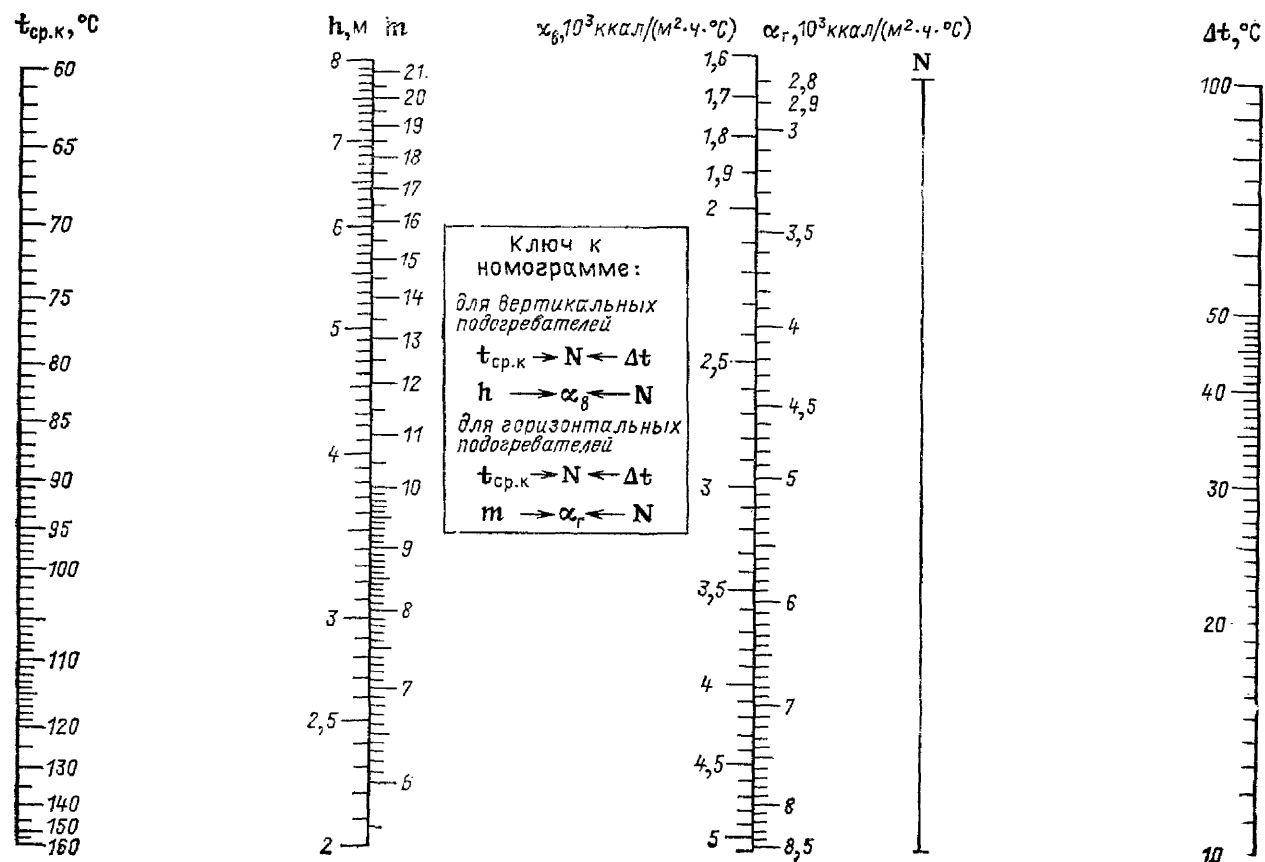


Рис. 3.8. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи K в водо-водяных и пароводяных подогревателях

здесь t_n — температура насыщения пара, $^\circ\text{C}$, принимается по данным табл. П13.2; $t_{ст}$ — средняя температура стенки трубок подогревателя, $^\circ\text{C}$, принимается равной

$$t_{ст} = 0,5 (t_n + t_{нагр}^{ср}); \quad (3.47)$$

Здесь $t_{нагр}^{ср}$ — средняя температура нагреваемой воды, $^\circ\text{C}$, определяется по формуле (3.40); Δt — температурный перепад между греющим паром и стенкой трубы, $^\circ\text{C}$,

$$\Delta t = t_n - t_{ст}; \quad (3.48)$$

m — приведенное число греющих трубок в вертикальном ряду подогревателя (см. табл. П7.1); h — расчетная высота трубок подогревателя, м; d_n — наружный диаметр трубок, м.

Значения α_1 для вертикальных и горизонтальных подогревателей могут быть найдены по номограмме, приведенной на рис. 3.7.

Значения K по найденным α_1 и α_2 как водо-водяных, так и пароводяных подогревателей, можно определить по номограмме, приведенной на рис. 3.8.

Среднегеометрическая разность температур в водяных подогревателях θ определяется по формулам:

а) для водо-водяных подогревателей

$$\theta = [(t_{гр} - t_{нагр}) - (t_{гр} - t_{нагр})] \times \left(2,3 \lg \frac{t_{гр} - t_{нагр}}{t_{гр} - t_{нагр}} \right)^{-1}; \quad (3.49)$$

б) для пароводяных подогревателей

$$\theta = (t_{нагр} - t_{нагр}) \left(2,3 \lg \frac{t_n - t_{нагр}}{t_n - t_{нагр}} \right)^{-1} \quad (3.50)$$

Значение θ можно определить по номограмме, приведенной на рис. 3.9.

При расчете отопительных водоподогревателей в качестве исходных данных принимаются расчетная тепловая нагрузка отопительной системы и параметры теплоносителя, соответствующие расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления.

Поверочный расчет скоростных водо-водяных подогревателей для систем горячего водоснабжения при отсутствии баков-аккумуляторов выполняется исходя из максимальной расчетной тепловой нагрузки $Q_{р,в}^{макс}$. Температуры холодной и нагретой водопроводной воды принимаются соответственно равными 5 и 60°C , греющей воды в точке излома температурного графика тепловой сети 70°C [26].

Для поверочного расчета подогревателя ГВС, присоединенного к тепловой сети по параллельной схеме, принимаются следующие исходные данные [10]:

температура сетевой воды после подогревателя 30°C ;

средняя температура нагреваемой воды $t_{нагр}^{ср} = 32,5^\circ\text{C}$;

средняя температура греющей воды $t_{гр}^{ср} = 50^\circ\text{C}$;

среднегеометрическая разность температур греющей и нагреваемой воды $\theta = 16,4^\circ\text{C}$.

При смешанной схеме включения подогревателей ГВС доля нагрузки I ступени подогревательной установки в общей максимальной нагрузке ГВС принимается равной 0,49. Средняя температура водопроводной воды во II ступени принимается равной:

46°C при температурном графике $150-70^\circ\text{C}$;

$47,5^\circ\text{C}$ при температурном графике $130-70^\circ\text{C}$;

Средняя температура сетевой воды во II ступени подогревателя принимается равной соответственно 56 и $57,5^\circ\text{C}$, а среднегеометрическая разность температур 10°C .

Средние температуры водопроводной воды в I ступени подогревателя принимаются для температурных графиков $150-70$ и $130-70^\circ\text{C}$ равными соответственно 18,5 и 20°C .

Средняя температура сетевой воды и среднегеометрическая разность температур в I ступени подогревателя ГВС определяются по номограмме, приведенной на рис. 3.10, в зависимости от $\alpha_{макс}$, равного отношению максимальной нагрузки ГВС к расчетной отопительной нагрузке.

При последовательной схеме присоединения подогревателей ГВС распределение тепловых нагрузок между подогревателями I и II ступеней, а также определение средних температур греющей и нагреваемой воды и среднегеометрической разности температур в каждой из ступеней производятся по номограммам, приведенным на рис. 3.11—3.15 в зависимости от значений α , равного отношению средней нагрузки ГВС к расчетной отопительной нагрузке, и β , равного отношению максимальной нагрузки ГВС к ее среднему значению.

Пример 3.7. Определить расчетный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение по тепловому пункту, обеспечивающему жилые дома квартирного типа, оборудованные ваннами длиной 1500 мм, если число жителей в домах составляет 6400 чел. Расход теплоты определить для зимнего и летнего периодов.

Решение. По «Нормам расхода горячей воды на бытовые нужды» (см. приложение 12) средняя за сутки отопительного периода норма расхода горячей воды на одного жителя для квартир, оборудованных ваннами длиной 1500 мм, составляет 105 л.

Плотность воды при температуре 56°C $\rho = 985,73 \text{ кг/м}^3$ (см. приложение 13).

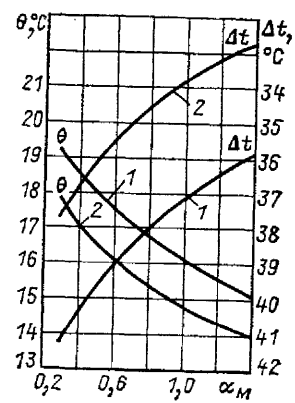
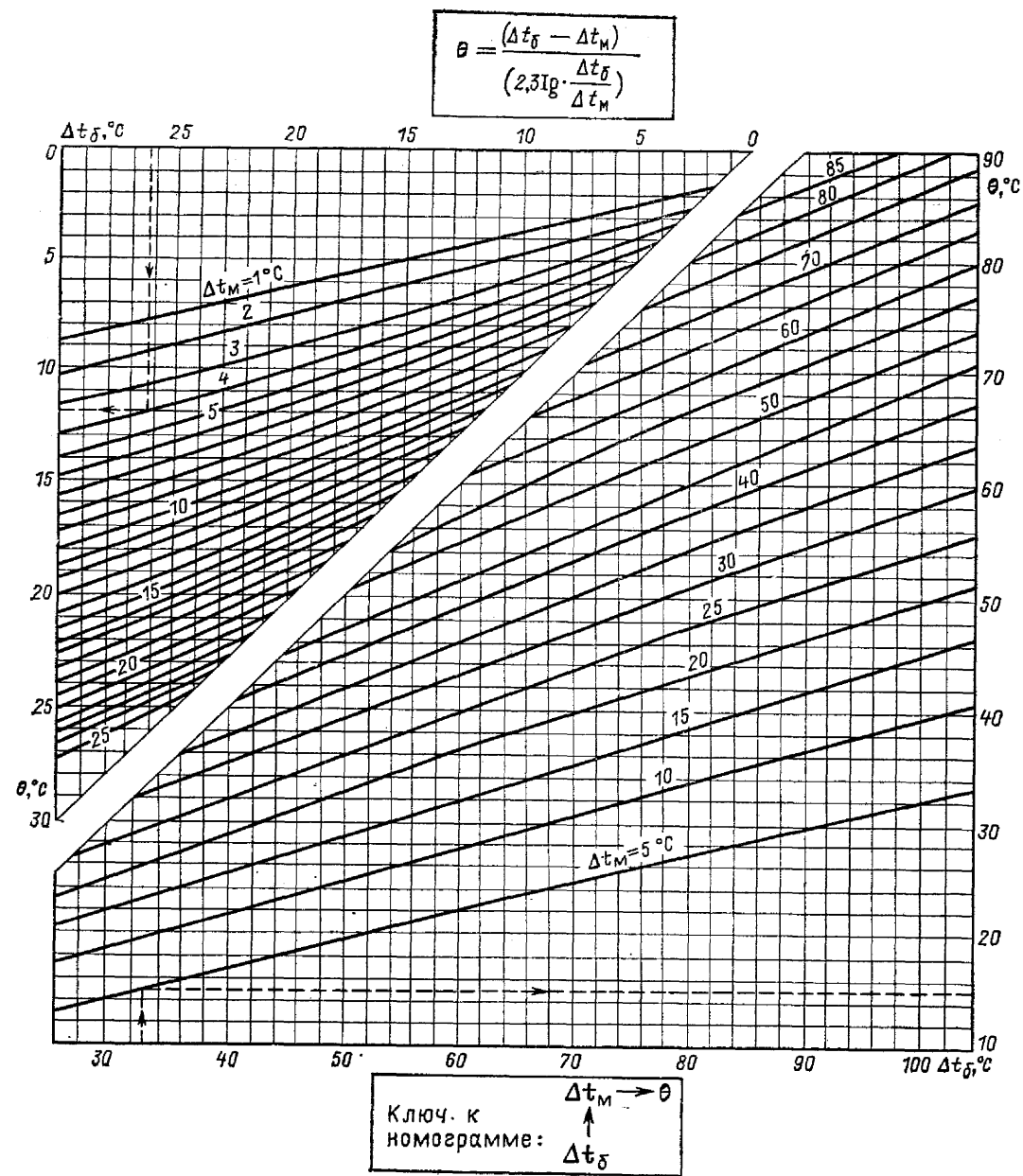


Рис. 3.9. Номограмма для определения среднелогарифмической разности температур θ в скоростных подогревателях:

Δt_{δ} и Δt_M — большая и меньшая разности температур

Рис. 3.10. Номограмма для определения средней температуры сетевой воды и среднелогарифмической разности температур воды в подогревателе I ступени при смешанной схеме:

1 — при графике 150—70 °С; 2 — при графике 130—70 °С

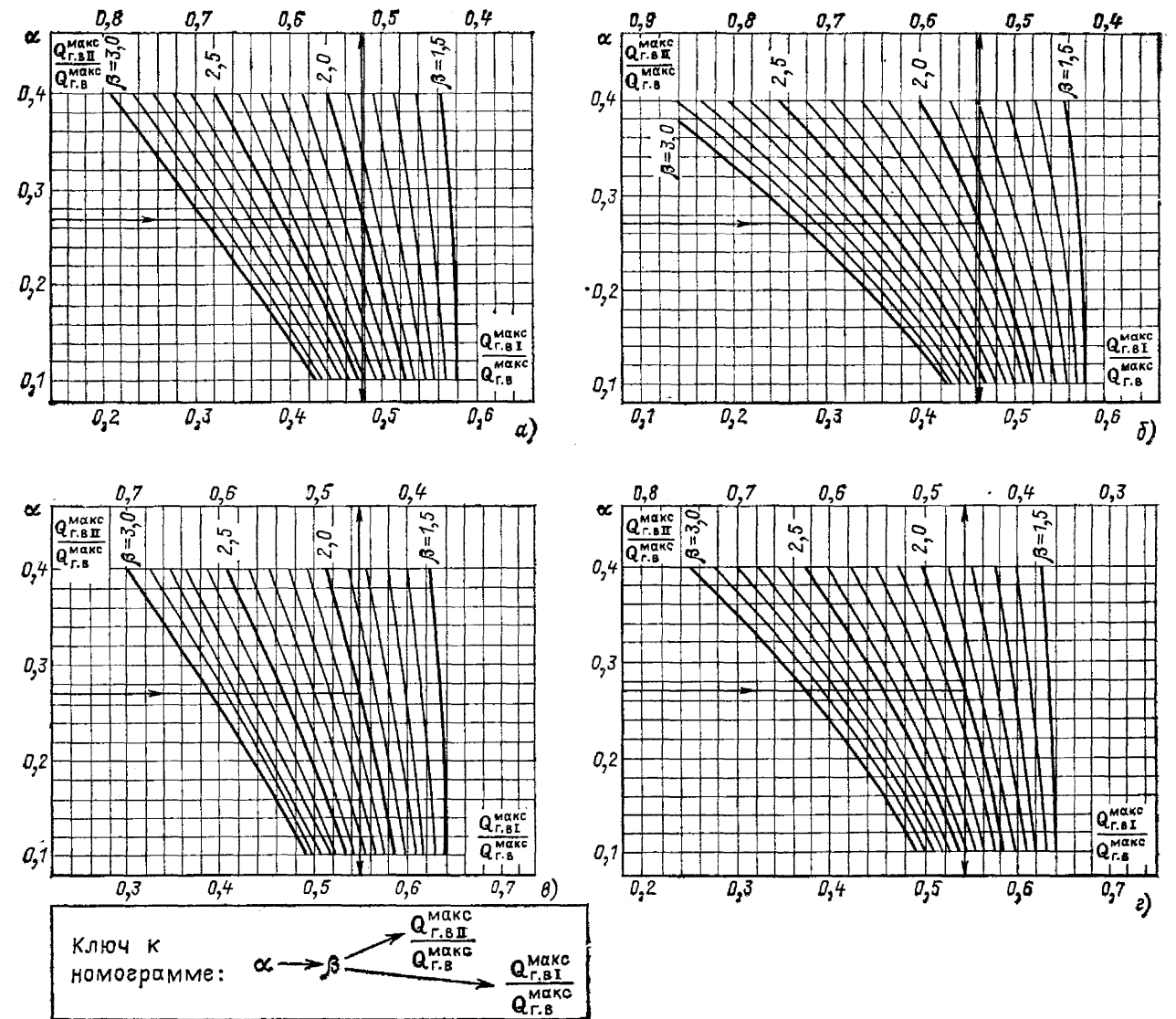


Рис. 3.11. Номограмма для распределения тепловой нагрузки между подогревателями I и II ступени, включенными по последовательной схеме:

а — отопительный график температур 150—70 °С; б — повышенный график температур 150—70 °С; в — отопительный график температур 130—70 °С; г — повышенный график температур 130—70 °С

По формуле (3.31) для отопительного периода

$$G_{г.в.}^{ср} = 6400 \cdot 105 / (24 \cdot 1000) = 28 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По формуле (3.30)

$$Q_{г.в.}^{ср} = 28 \cdot 985,73 (55 - 5) 10^{-6} = 1,38 \text{ Гкал/ч.}$$

Среднечасовой расход теплоты на ГВС в летний период по формуле (3.34)

$$Q_{г.в.}^{л.ср} = 1,38 \frac{55 - 15}{55 - 5} 0,8 = 0,88 \text{ Гкал/ч.}$$

Пример 3.8. Проверить соответствие установленного на тепловом пункте скоростного семисекционного водяного подогревателя № 10, ОСТ 34-588-68, присоединенного к тепловой сети по параллельной схеме. Тепловая нагрузка горячего водоснабжения соответствует данным примера 3.7.

Решение. 1. По табл. П7.2 находим характеристики подогревателя:
площадь поверхности нагрева секции $F_{сек} = 6,9 \text{ м}^2$;

площадь живого сечения трубок $f_{тр} = 0,0057 \text{ м}^2$;
площадь живого сечения межтрубного пространства $f_{мт} = 0,0122 \text{ м}^2$;
эквивалентный диаметр межтрубного пространства $d_0 = 0,0207 \text{ м.}$

2. При расходе нагреваемой воды по трубкам $28 \text{ м}^3/\text{ч}$ скорость воды в трубках

$$w_{тр} = 28 / (3600 \cdot 0,0057) = 1,37 \text{ м/с.}$$

3. Расчетный расход сетевой воды в точке излома графика

$$G_c = 1,38 \cdot 10^3 / [(70 - 30) 0,985] = 35 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

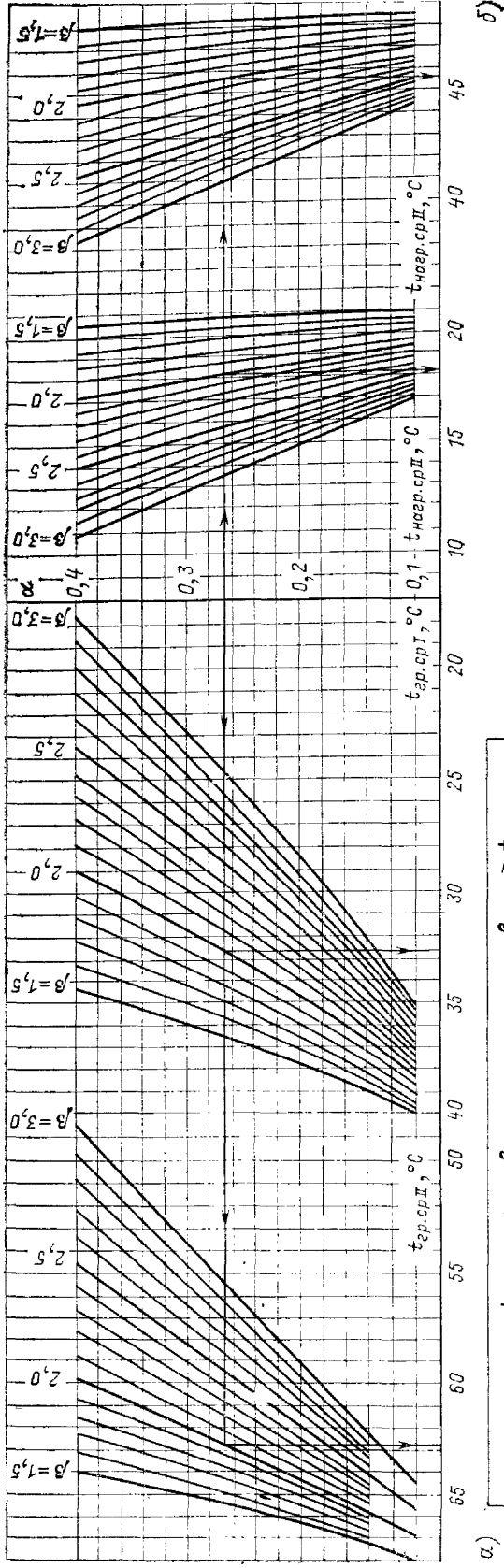
Скорость воды в межтрубном пространстве

$$w_{мт} = 35 / (3600 \cdot 0,0122) = 0,8 \text{ м/с.}$$

4. Средние температуры греющей и нагреваемой воды

$$t_{гр}^{ср} = 0,5 (70 + 30) = 50 \text{ °С;}$$

$$t_{нагр}^{ср} = 0,5 (5 + 60) = 32,5 \text{ °С.}$$

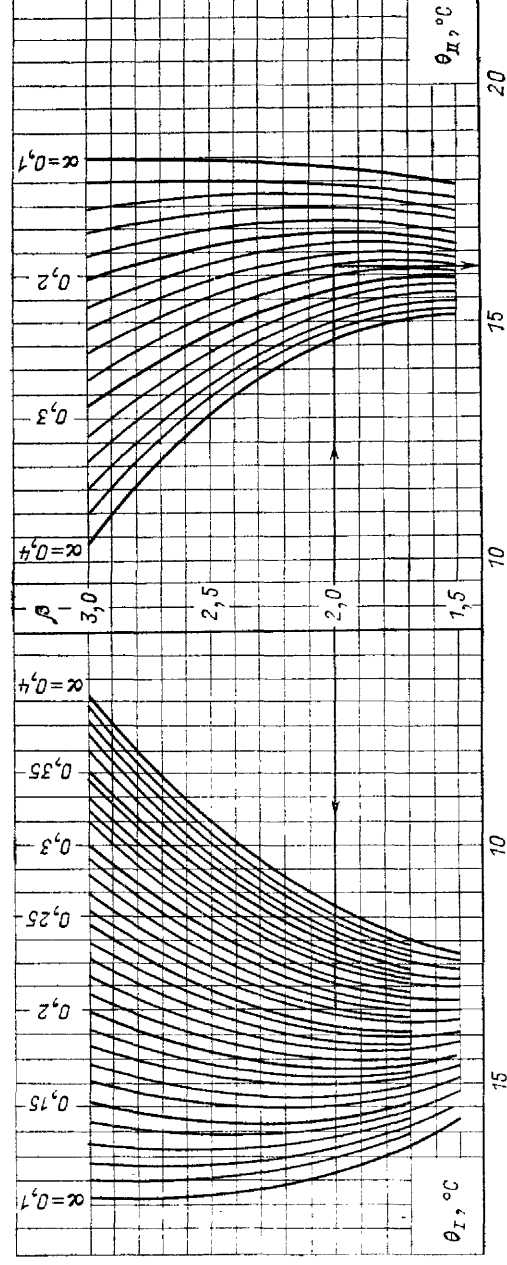


а) Ключ к номограмме: $t_{гр.ср.I}$ $t_{гр.ср.II}$ α $t_{нагр.ср.I}$ $t_{нагр.ср.II}$

б) $t_{нагр.ср.II}$ $t_{нагр.ср.I}$ α $t_{гр.ср.I}$ $t_{гр.ср.II}$

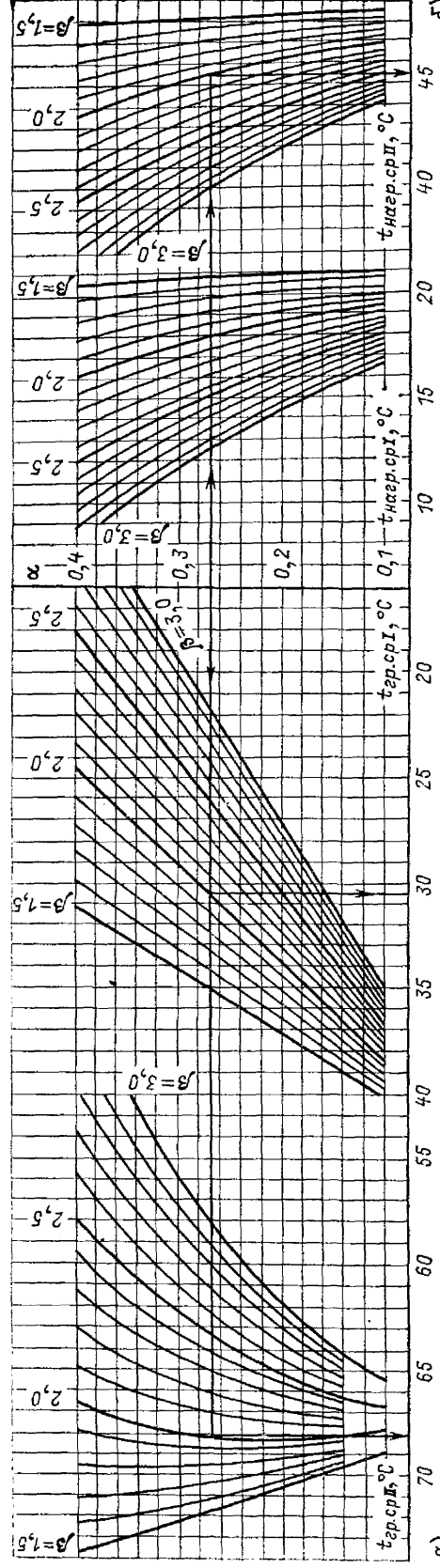
Рис. 3.12. Номограмма для определения средних температур воды в подогревателях, включенных по последовательной схеме, при отопительном графике 150—70 °С;

а — средняя температура греющей воды; б — средняя температура нагреваемой воды; α — среднелогарифмическая разность температур



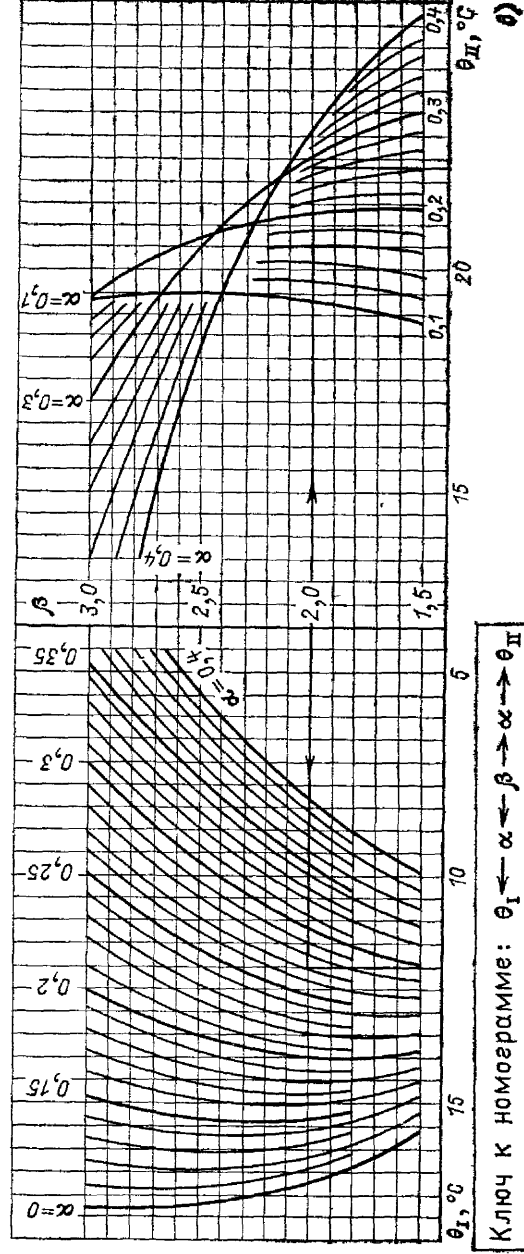
Ключ к номограмме: θ_1 α β α θ_2

б) $t_{нагр.ср.I}$ $t_{нагр.ср.II}$ β $t_{гр.ср.I}$ $t_{гр.ср.II}$



а) Ключ к номограмме: $t_{гр.ср.I}$ $t_{гр.ср.II}$ α $t_{нагр.ср.I}$ $t_{нагр.ср.II}$

б) $t_{нагр.ср.I}$ $t_{нагр.ср.II}$ β $t_{гр.ср.I}$ $t_{гр.ср.II}$



Ключ к номограмме: θ_1 α β α θ_2

Рис. 3.13. Номограмма для определения средних температур воды в подогревателях, включенных по последовательной схеме, при отопительном графике температур 150—70 °С;

а — средняя температура греющей воды; б — средняя температура нагреваемой воды; α — среднелогарифмическая разность температур

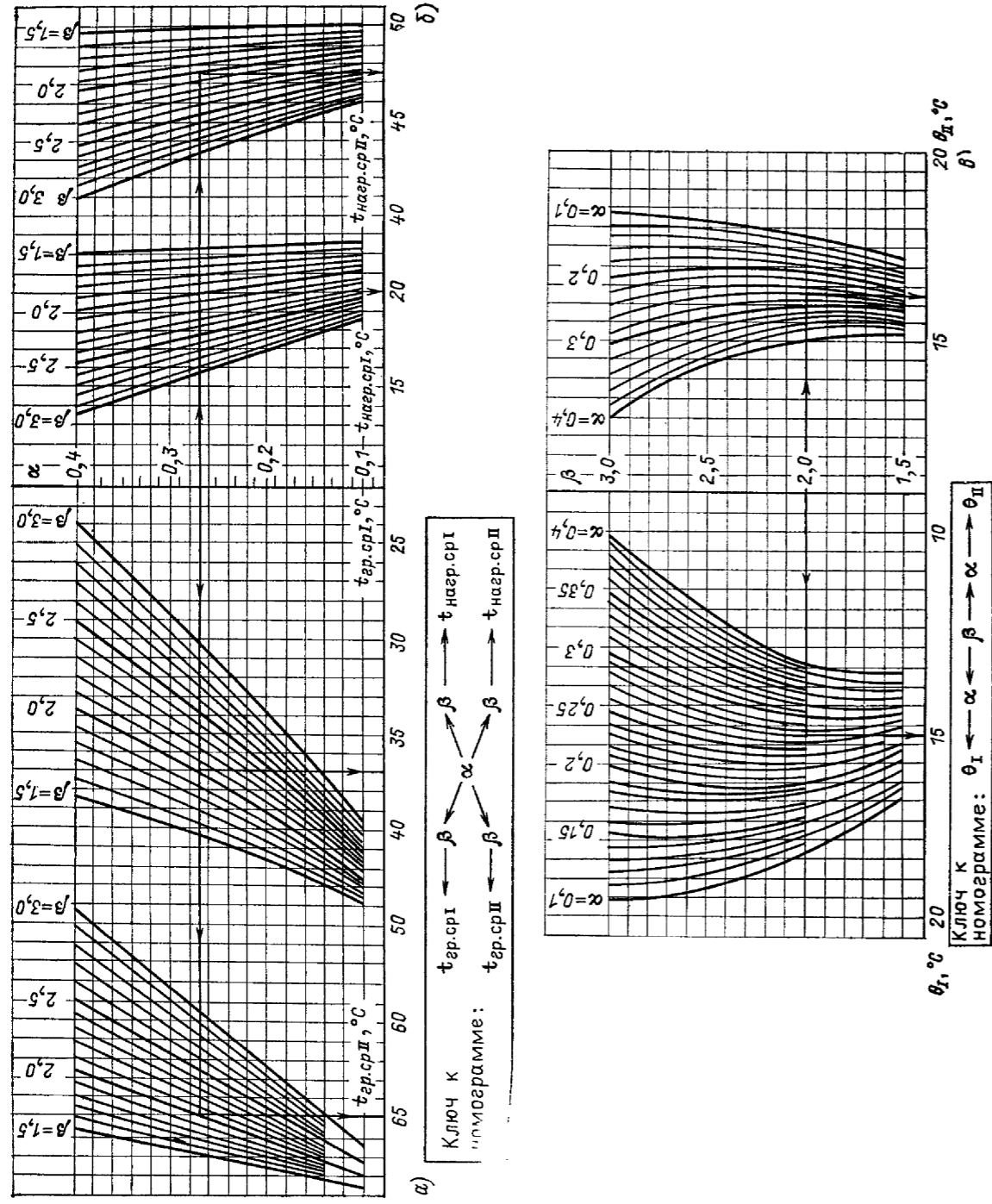


Рис. 3.14. Номограмма для определения средних температур в подогревателях, включенных по последовательной схеме, при отопительном графике температур 130—70 °С:

а — средняя температура греющей воды; б — средняя температура нагреваемой воды; α — среднелогарифмическая разность температур

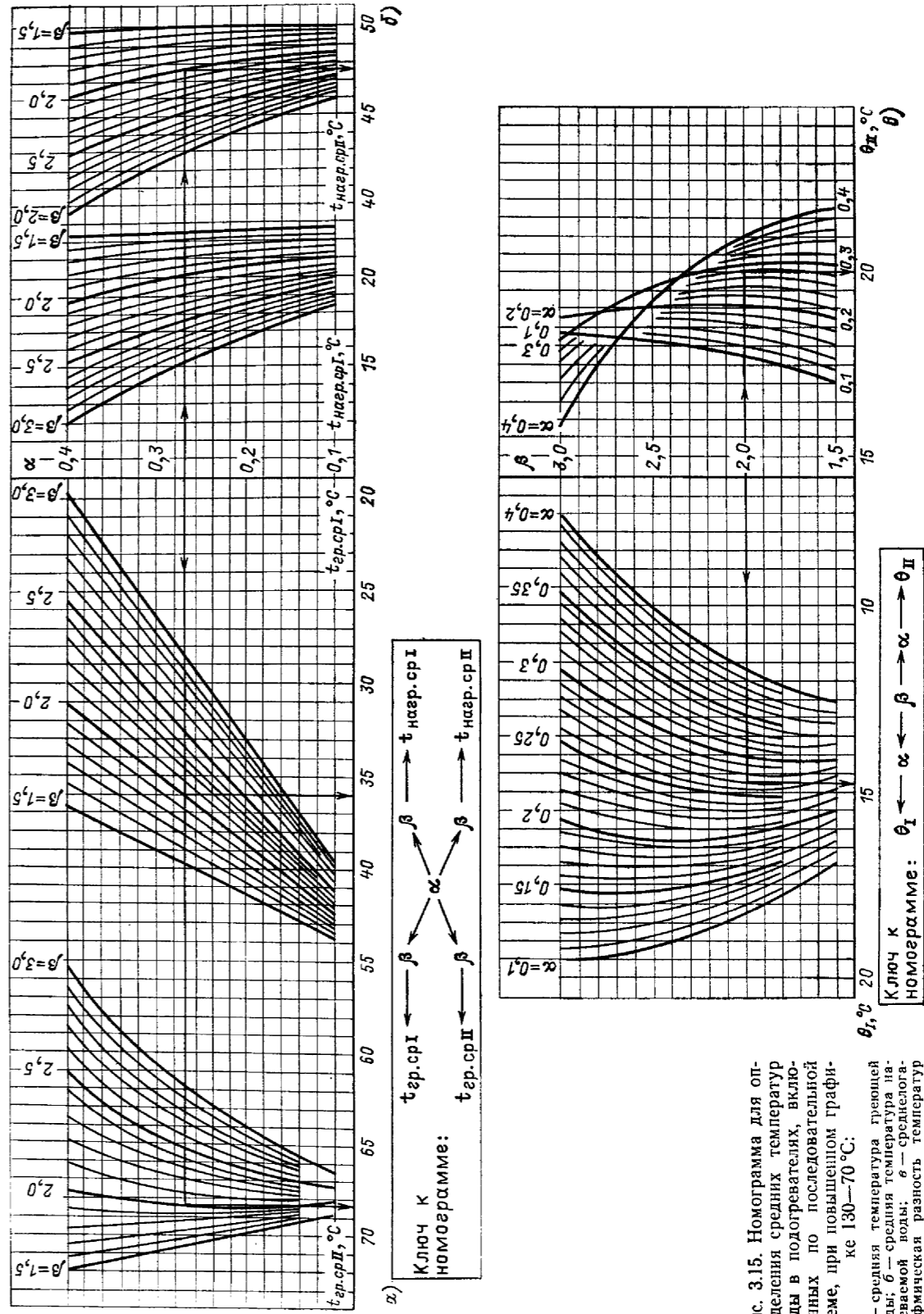


Рис. 3.15. Номограмма для определения средних температур воды в подогревателях, включенных по последовательной схеме, при повышении графика 130—70 °С:

а — средняя температура греющей воды; б — средняя температура нагреваемой воды; α — среднелогарифмическая разность температур

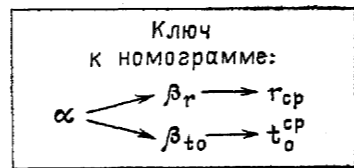
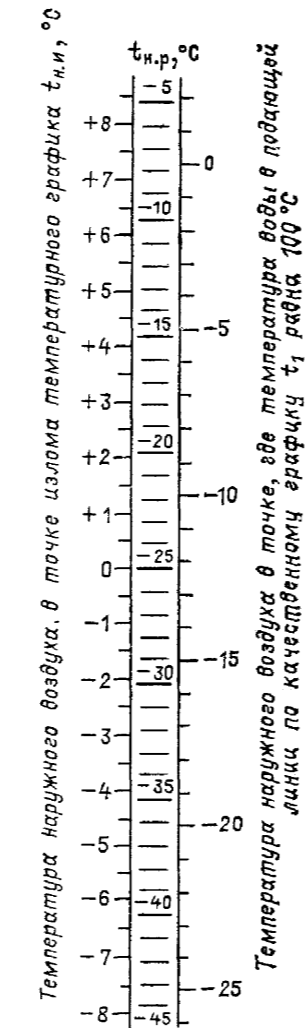
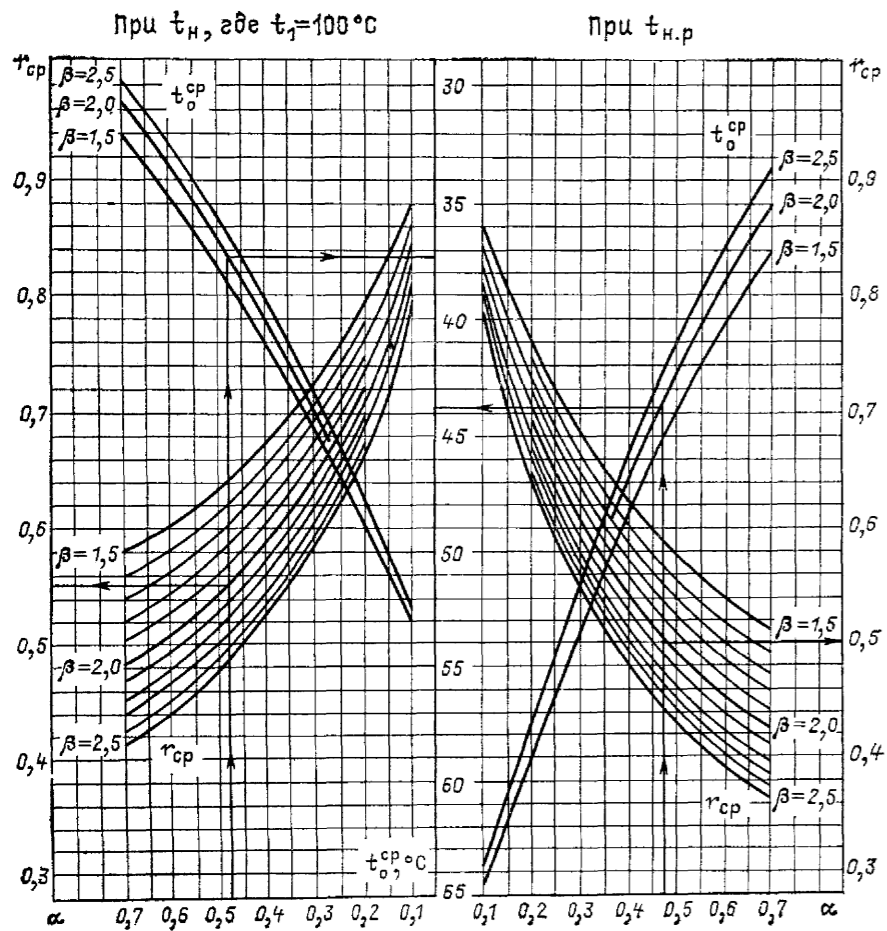
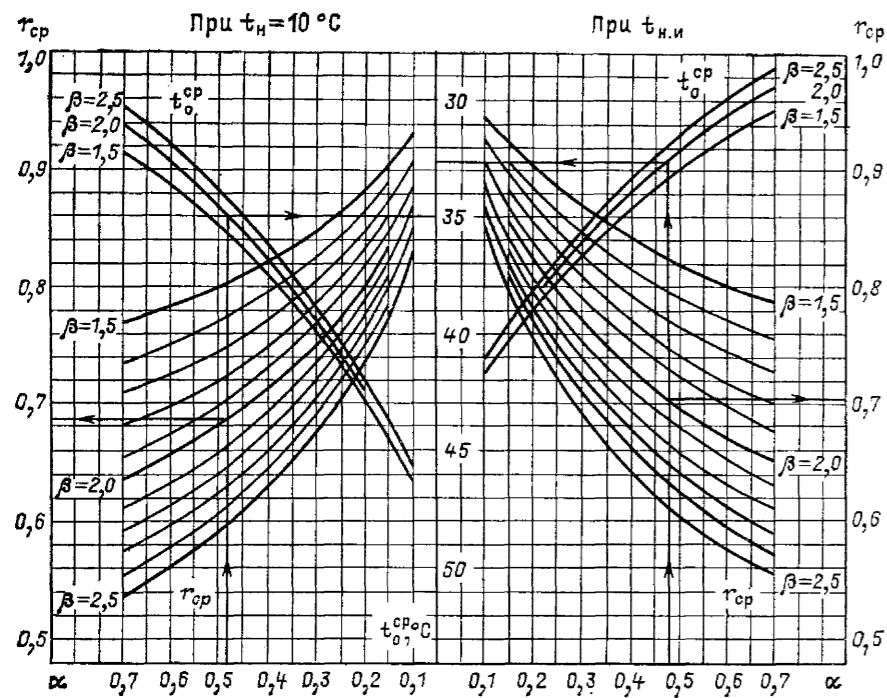


Рис. 4.2. Номограмма для построения графика температур обратной воды от теплового пункта при смешанной схеме включения подогревателей ГВС и отопительном графике ($t_{1р} = 130^\circ\text{C}$)

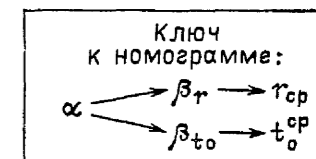
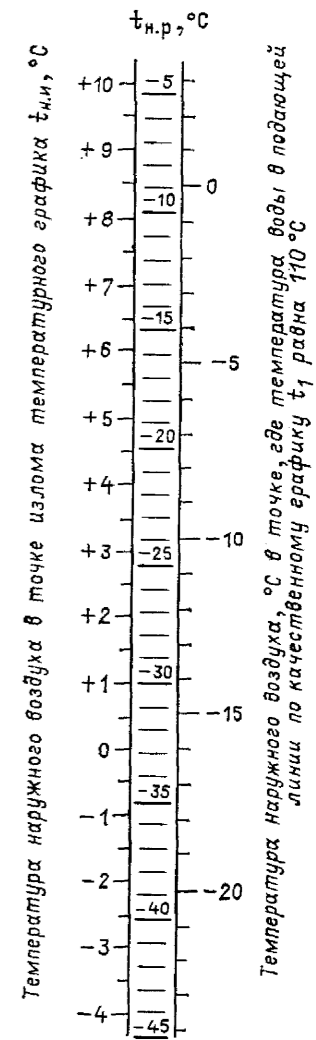
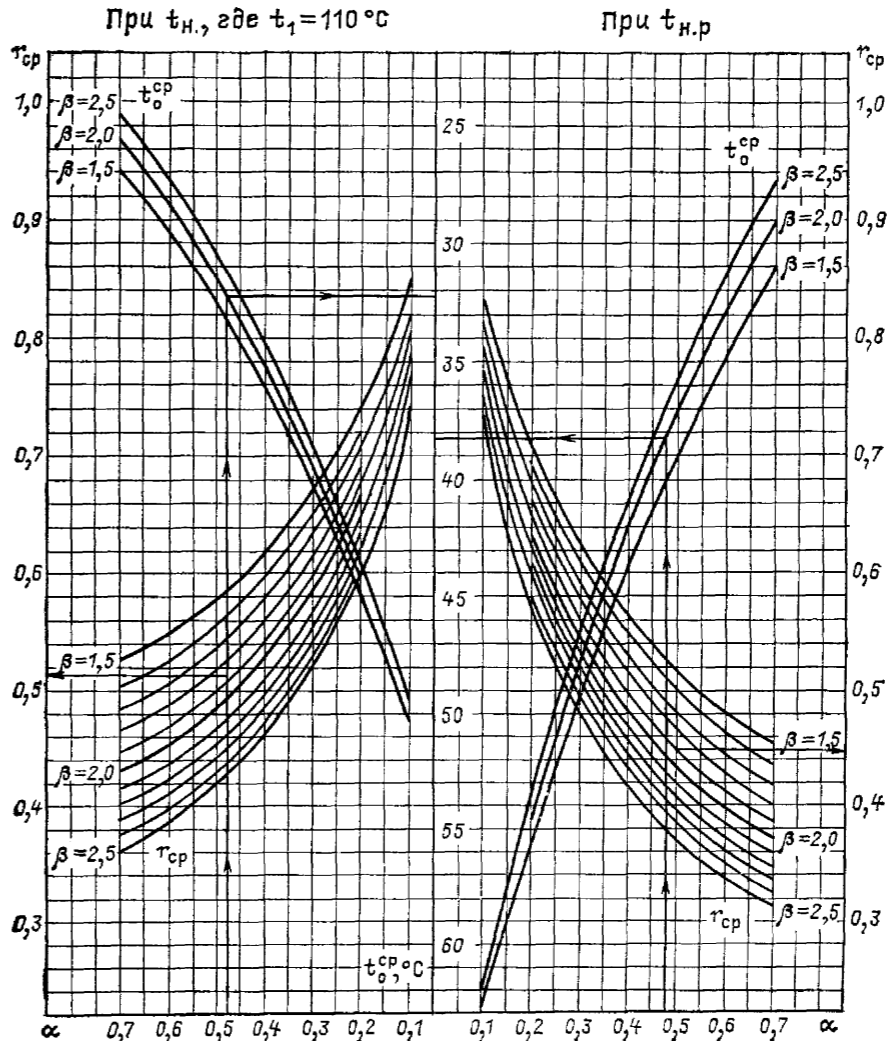
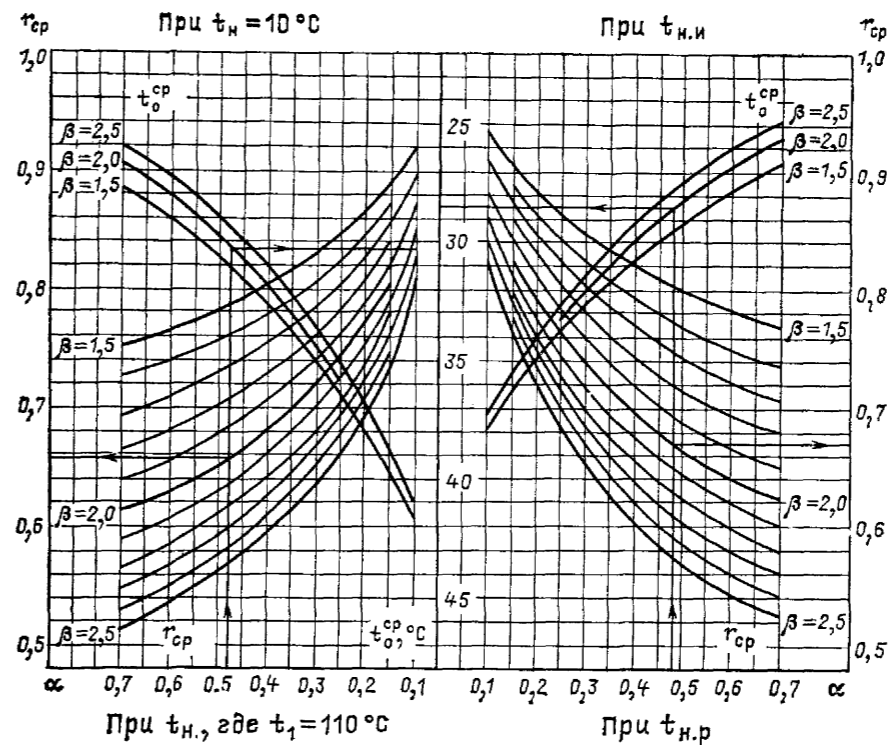


Рис. 4.3. Номограмма для построения графика температур обратной воды от теплового пункта при смешанной схеме включения подогревателей ГВС и отопительном графике ($t_{1р} = 150^\circ\text{C}$)

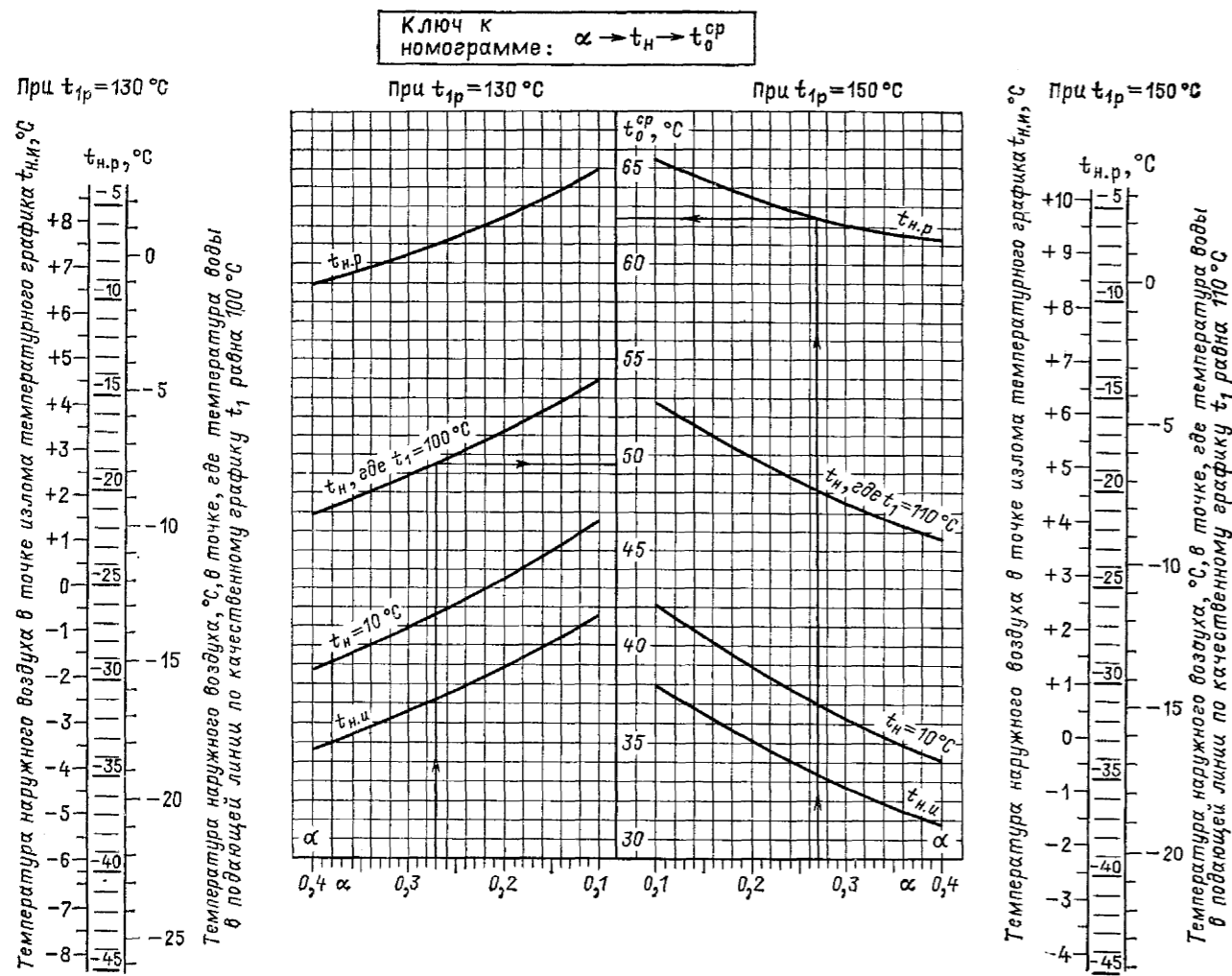


Рис. 4.4. Номограмма для построения графика температур обратной воды от теплового пункта при последовательной схеме включения подогревателей ГВС и качественном отопительном графике

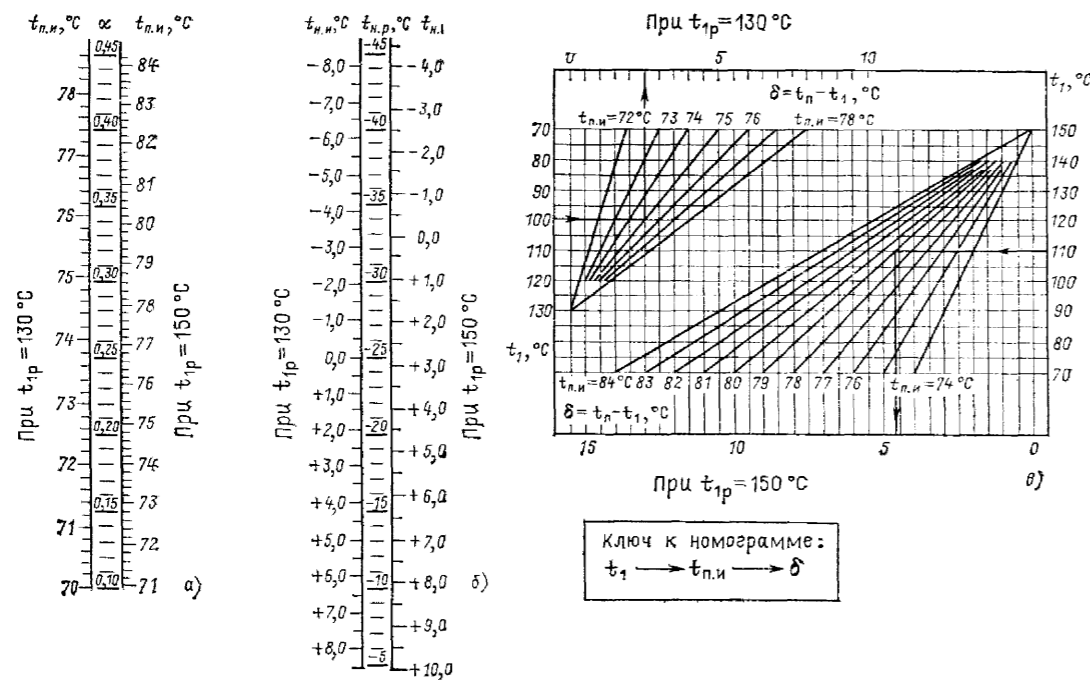


Рис. 4.5. Номограмма для построения повышенного графика температур при последовательной схеме включения подогревателей ГВС:

а — температура воды в точке излома графика; **б** — температура наружного воздуха в точке излома графика; **в** — надбавка к температуре воды в подающем трубопроводе по отопительному графику при переходе на повышенный график

4.4. ПОВЫШЕННЫЙ ГРАФИК ТЕМПЕРАТУР

Температура подающей воды при повышенном графике в диапазоне температур наружного воздуха от точки излома графика $t_{н,и}$ до $t_n=8\text{ }^\circ\text{C}$ определяется по номограмме, приведенной на рис. 4.5, а, в зависимости от значения α_x и расчетной температуры воды в подающей линии.

Температура наружного воздуха $t_{н,и}$, соответствующая точке излома отопительного и повышенного графиков, определяется по номограмме, приведенной на рис. 4.5, б.

Надбавка к температуре воды в подающем трубопроводе по отопительному графику в диапазоне температур наружного воздуха $t_{н,и} \leq t_n \leq t_{н,р}$ определяется по номограмме рис. 4.5, в.

График температуры обратной воды от систем теплоснабжения с характерным α_x строится при средней нагрузке ГВС по четырем точкам, определяемым по номограмме, приведенной на рис. 4.6.

4.5. СКОРРЕКТИРОВАННЫЙ ГРАФИК ТЕМПЕРАТУР

Температура воды в сети по скорректированному графику определяется с помощью таблиц и номограмм, построенных из расчета подачи воды в систему ГВС при $t_{г,в}=60\text{ }^\circ\text{C}$.

При скорректированном графике температуры воды в подающем и обратном трубопроводах сети рекомендуется определять для пяти температур наружного воздуха:

- 1) при расчетной температуре наружного воздуха $t_{н,р}$;
- 2) при температуре наружного воздуха $t_{н,к}$, при которой температура воды в обратном трубопроводе по скорректированному графику $t_2^{ск}$ равна $60\text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) при температуре наружного воздуха $t_{н,п}$, соответствующей точке, где температуры в подающей линии одинаковы при скорректированном и отопительном графиках;
- 4) при температуре наружного воздуха $t_{н,и}^{ск}$, соответствующей точке излома скорректированного графика;
- 5) при температуре наружного воздуха $t_n=10\text{ }^\circ\text{C}$.

Для тепловой сети, рассчитанной с учетом средней нагрузки ГВС (расход сетевой воды в подающем трубопроводе $G_{п}^p$ равен сумме расчетного расхода на отопление $G_{о,р}$ и среднего расхода на горячее водоснабжение $G_{г,в}$, а в обратном трубопроводе — только расхода на отопление $G_{о,р}$), относительный расход сетевой

Рис. 4.6. Номограмма для определения температур обратной воды от теплового пункта при повышенном графике

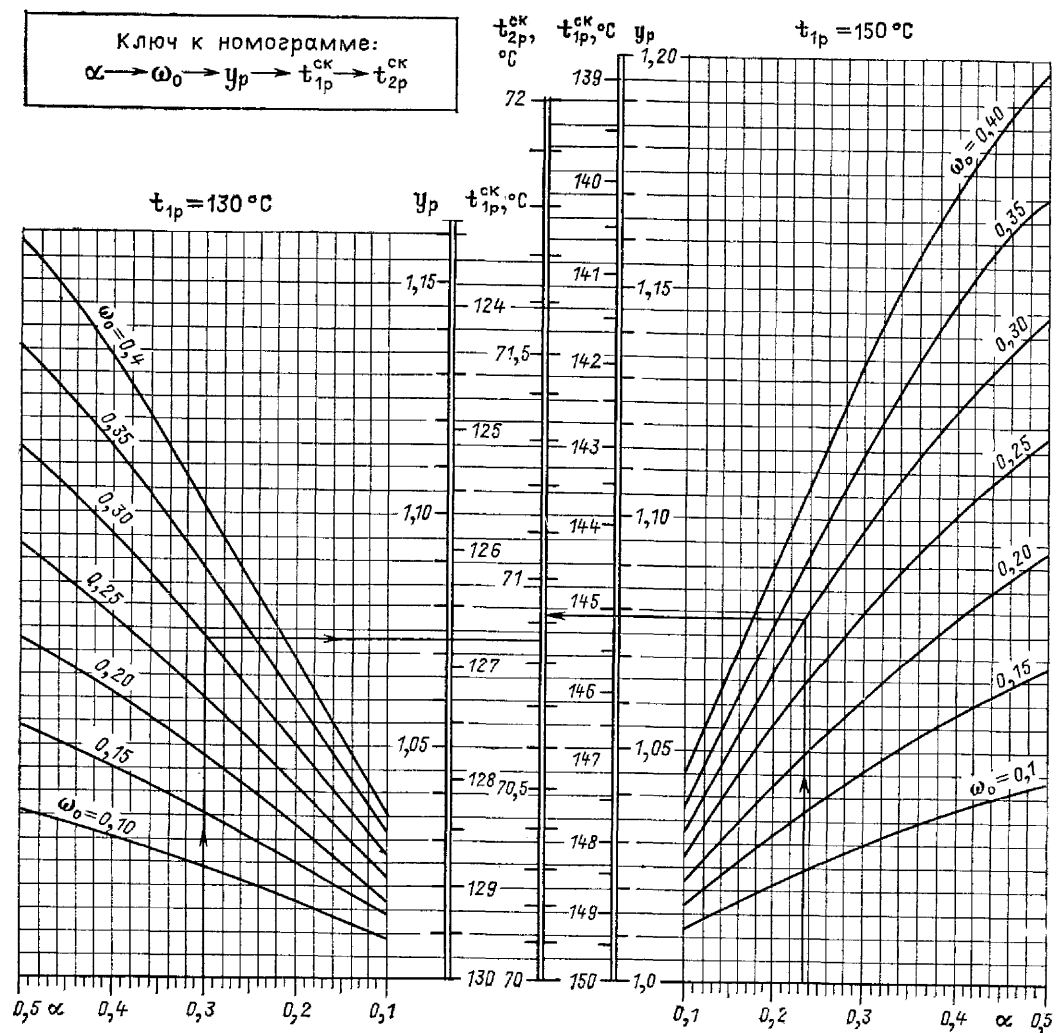


Рис. 4.11. Номограмма для определения относительного расхода воды y_p и температур воды t_{1p}^{ck} и t_{2p}^{ck} для скорректированного графика при $t_{н.р}$

воды на отопление y в вышеуказанных первых трех точках температуры наружного воздуха определяется по табл. 4.9—4.10 в зависимости от α_x и показателей гидравлической устойчивости подающего ω_n и обратного ω_o трубопроводов тепловой сети. Эти показатели определяются как отношение суммы произведений расчетной потери напора соответственно в подающем ΔH_{pi}^p или обратном ΔH_{oi}^p трубопроводе от сетевого насоса до каждого данного потребителя (включая потери в водоподогревательной установке источника теплоты) и расчетного расхода воды на горячее водоснабжение этого же потребителя $G_{г.в.и}$ к произведению расчетного напора сетевого насоса H_n^p и суммарного расхода сетевой воды на системе ГВС:

$$\omega_n = \frac{\sum_1^n (\Delta H_{pi}^p G_{г.в.и})}{H_n^p \sum_1^n G_{г.в.и}} \quad (4.13)$$

и

$$\omega_o = \frac{\sum_1^n (\Delta H_{oi}^p G_{г.в.и})}{H_n^p \sum_1^n G_{г.в.и}} \quad (4.14)$$

где n — общее количество тепловых пунктов с нагрузкой ГВС.

С достаточной для практики точностью показатель гидравлической устойчивости может быть принят равным отношению потерь напора в соответствующем трубопроводе от сетевого насоса (включая потери в водоподогревательной установке ТЭЦ) до теплового пункта с нагрузкой ГВС, располагаемый напор на вводе которого характерен для данной сети, к расчетному напору сетевого насоса.

Температура воды в подающем и обратном трубопроводах при скорректированном графике по найденным значениям y для первых трех характерных точек определяется по номограммам, приведенным на рис. 4.7—4.9.

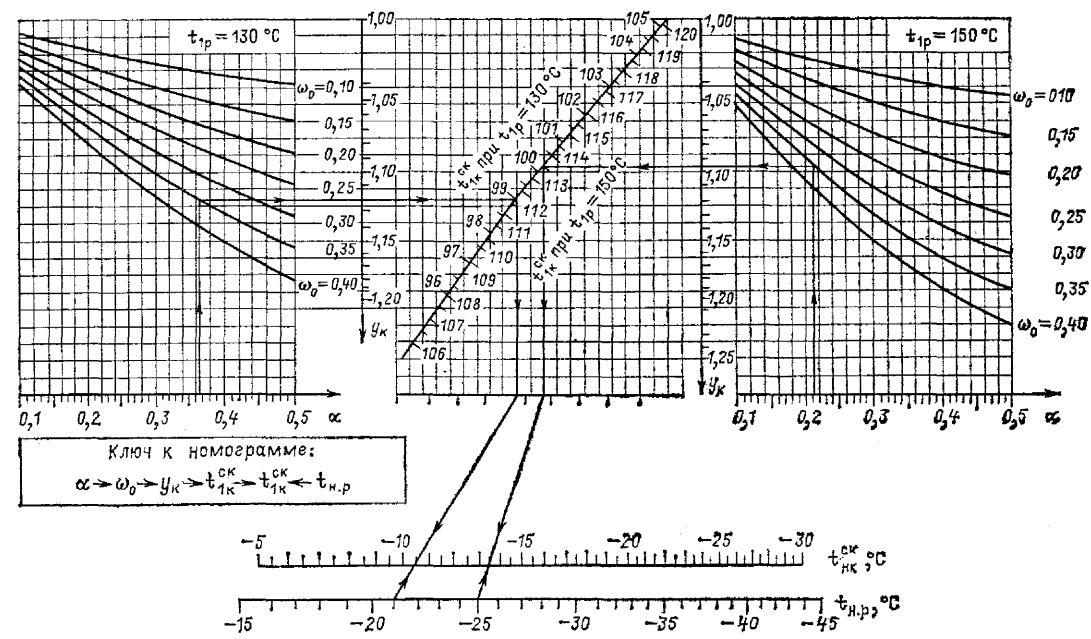


Рис. 4.12. Номограмма для определения относительного расхода воды y_k , температуры воды в подающем трубопроводе t_{1k}^{ck} , температуры наружного воздуха $t_{н.к}^{ck}$ в точке, где при скорректированном графике $t_2^{ck} = 60$ °C

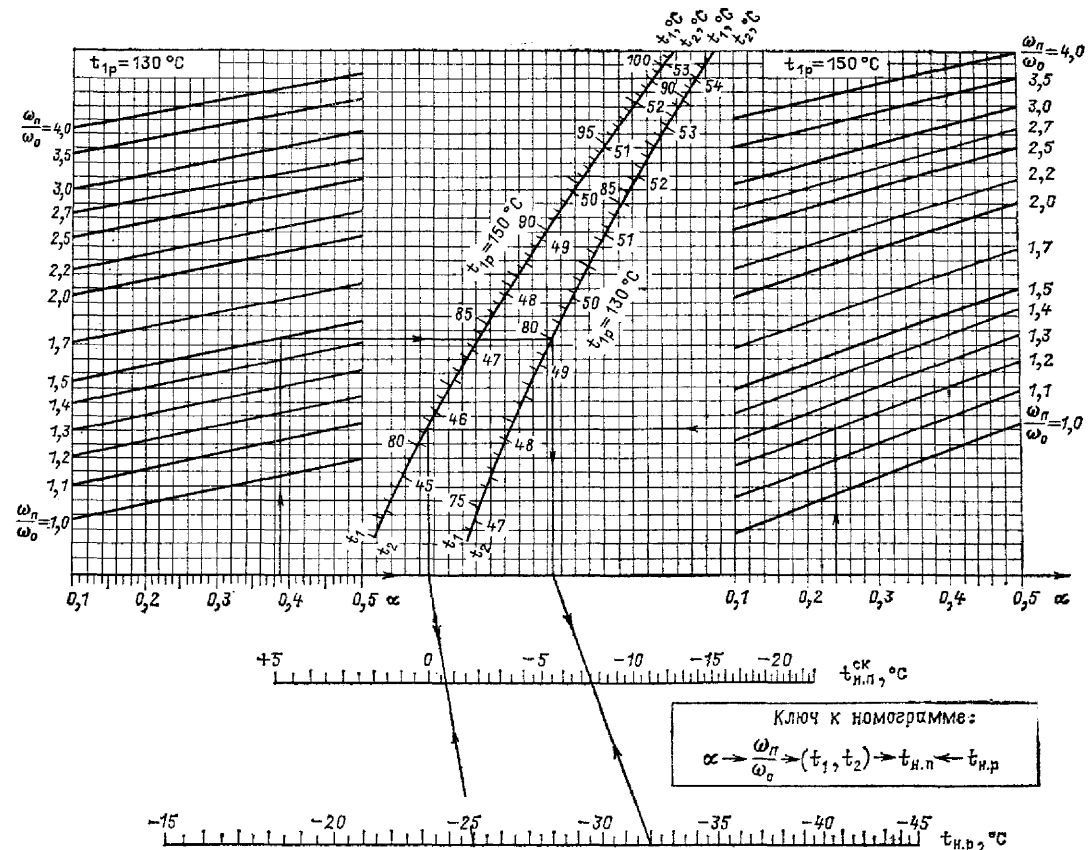


Рис. 4.13. Номограмма для определения температуры наружного воздуха $t_{н.п}^{ck}$ для точки, где $t_1^{ck} = t_2$

Рис. 4.14. Номограмма для определения относительного расхода воды y_n , температуры обратной воды $t_{2н}^{СК}$ и температуры наружного воздуха $t_{н.п}$ в точке излома скорректированного графика

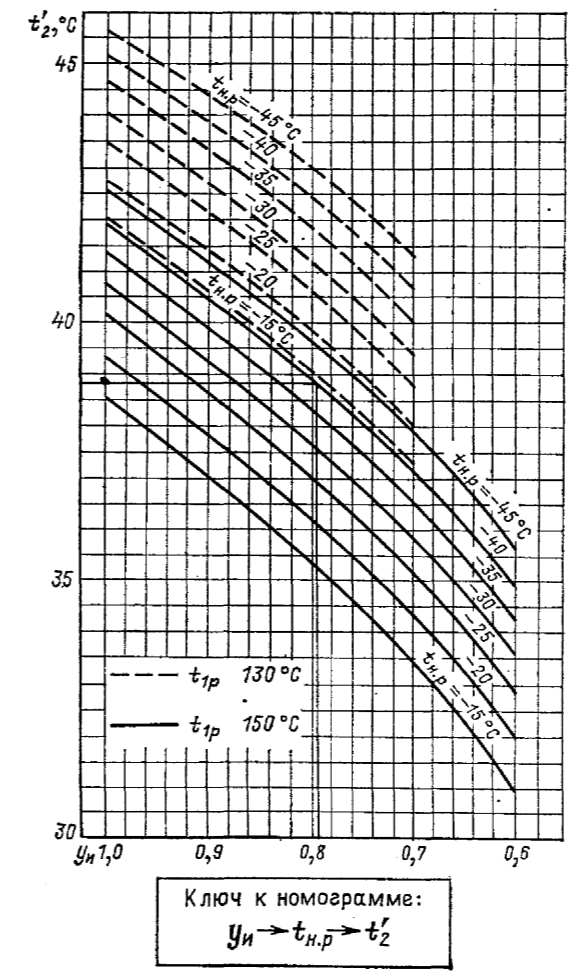
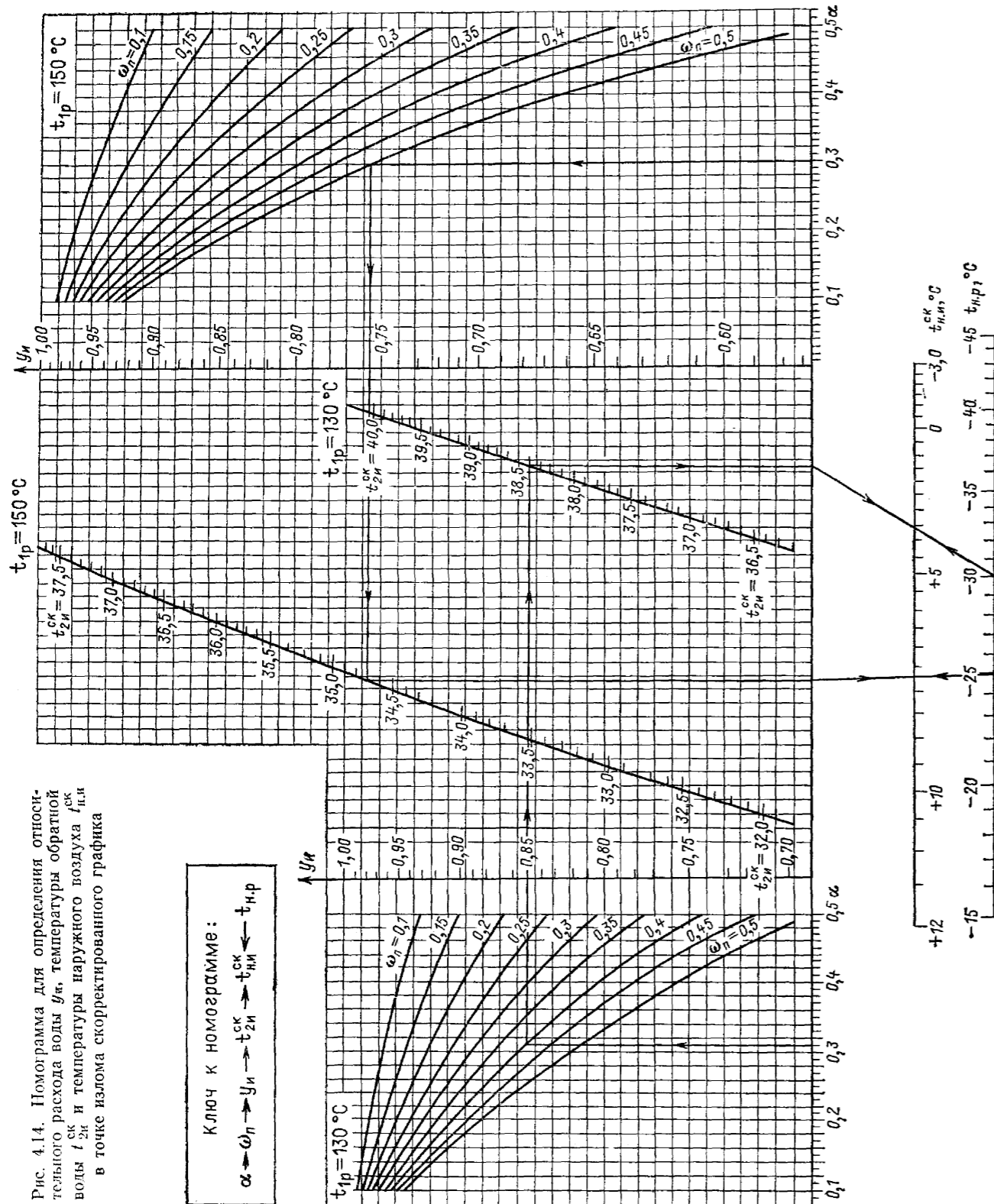


Рис. 4.15. Номограмма для определения температуры обратной воды при скорректированном графике в точке $t_{н.п} = 10^\circ\text{C}$

Температура наружного воздуха $t_{н.п}$, которой по отопительному графику $130-70^\circ\text{C}$ соответствует температура воды в подающем трубопроводе $t_1 = 80^\circ\text{C}$, а по

Таблица 4.11. Температура наружного воздуха $t_{н.п}$, соответствующая температуре воды в подающем трубопроводе по отопительному графику $t_1 = 80^\circ\text{C}$ (при $t_{1р} = 130^\circ\text{C}$) и $t_1 = 90^\circ\text{C}$ (при $t_{1р} = 150^\circ\text{C}$)

$t_{н.р}$	$t_{н.п}$	$t_{н.р}$	$t_{н.п}$	$t_{н.р}$	$t_{н.п}$
-5	6,3	-19	-0,8	-33	-7,9
-6	5,9	-20	-1,3	-34	-8,4
-7	5,3	-21	-1,8	-35	-9,0
-8	4,8	-22	-2,3	-36	-9,4
-9	4,3	-23	-2,8	-37	-9,4
-10	3,8	-24	-3,4	-38	-10,0
-11	3,3	-25	-3,8	-39	-11,0
-12	2,8	-26	-4,4	-40	-11,5
-13	2,2	-27	-4,8	-41	-12,0
-14	1,7	-28	-5,4	-42	-12,5
-15	1,2	-29	-5,9	-43	-13,0
-16	0,7	-30	-6,4	-44	-13,5
-17	0,2	-31	-7,0	-45	-14,0
-18	-0,3	-32	-7,4		

графику $150-70^\circ\text{C}$ —температура $t_1 = 90^\circ\text{C}$, определяется по табл. 4.11.

Значения точки излома отопительного и скорректированного графиков для сети, рассчитанной с учетом средней нагрузки горячего водоснабжения, совпадают.

Температура обратной воды по скорректированному графику в точке $t_{н.п} = 10^\circ\text{C}$ определяется в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха по номограмме, приведенной на рис. 4.10.

Для тепловой сети, рассчитанной на отопительно-вентиляционную нагрузку без учета расхода сетевой воды на ГВС, скорректированный график строят по вышеуказанным пяти характерным точкам по номограммам, приведенным на рис. 4.11—4.15.

Относительный расход сетевой воды для системы отопления и температура воды по скорректированному графику при расчетной температуре наружного воздуха определяются по номограмме рис. 4.11 в зависимости от значения α_x и показателя гидравлической устойчивости ω_0 .

Температура воды в подающем трубопроводе и относительный расход воды для точки $t_{н.к}$, при которой температура обратной воды по скорректированному графику $t_{2н}^{СК} = 60^\circ\text{C}$, а также значение $t_{н.к}$ определяются по номограмме, приведенной на рис. 4.12.

Температура воды в подающем и обратном трубопроводах в точке пересечения отопительного и скорректированного графиков, а также соответствующая этой точке температура наружного воздуха $t_{н.п}$ определяются по номограмме, приведенной на рис. 4.13.

Температура обратной воды в точке излома графика $t_{2н}^{СК}$, где температура в подающем трубопроводе $t_{1н}^{СК} = 60^\circ\text{C}$, а также температура наружного воздуха $t_{н.п}$, соответствующая этой точке, и относительный расход воды y_n определяются по номограмме рис. 4.14.

Температура обратной воды, соответствующая при скорректированном графике температуре наружного воздуха $t_{н.п} = 10^\circ\text{C}$, определяется в зависимости от относительного расхода воды в точке излома графика y_n и от расчетной температуры наружного воздуха по номограмме, приведенной на рис. 4.15.

4.6. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в летний период поддерживается на уровне излома температурного графика.

Температура обратной воды после подогревателей ГВС, присоединенных по последовательной и смешанной схемам, в летний период определяется в зависимости от удельного расхода сетевой воды $g_{Т.л}^{CP}$, отнесенного к 1 Гкал/ч средней летней нагрузки ГВС.

Удельный расход $g_{Т.л}^{CP}$ и температура обратной воды от этих подогревателей $t_{о.л}^{CP}$ определяются в зависимости от α и β по номограммам, приведенным на рис. 4.16 для систем с расчетной летней температурой воды в подающем трубопроводе $t_{п.л} = 70^\circ\text{C}$ и на рис. 4.17 при $t_{п.л} = 80^\circ\text{C}$.

Температура обратной воды от подогревателей ГВС, включенных по параллельной схеме, в летний период определяется при средней нагрузке и $t_{п.л} = 70^\circ\text{C}$ по номограмме, приведенной на рис. 4.1.

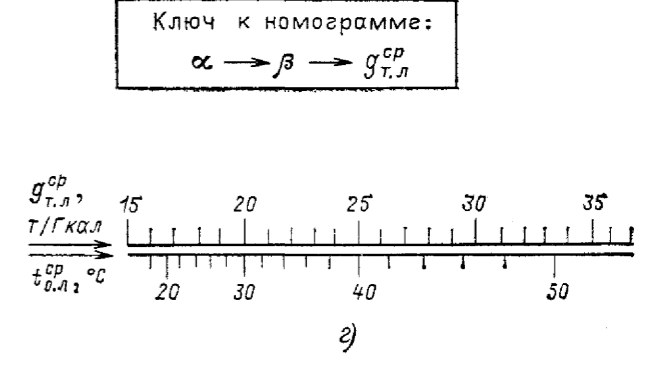
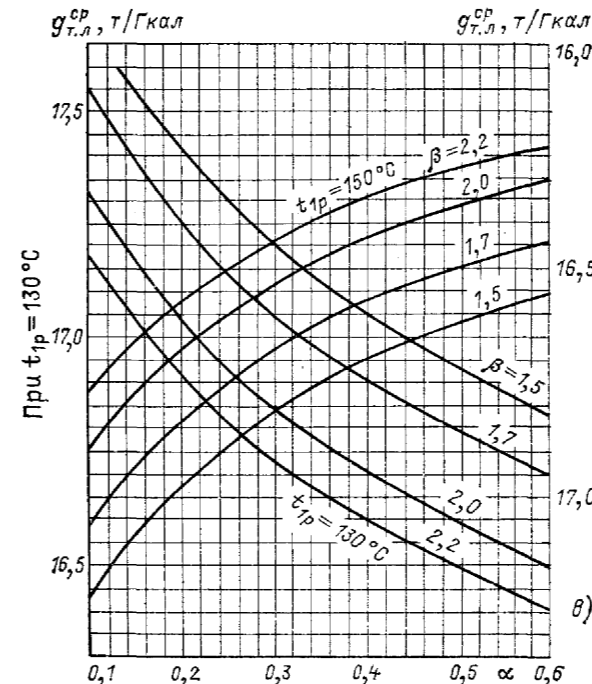
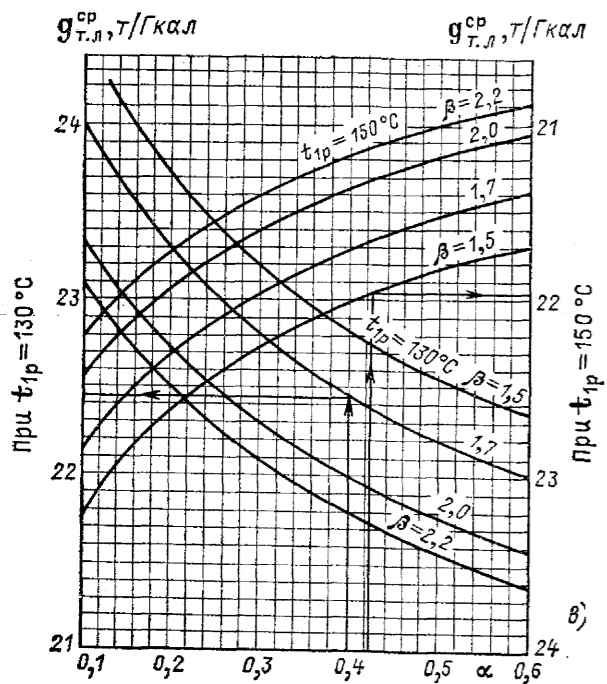
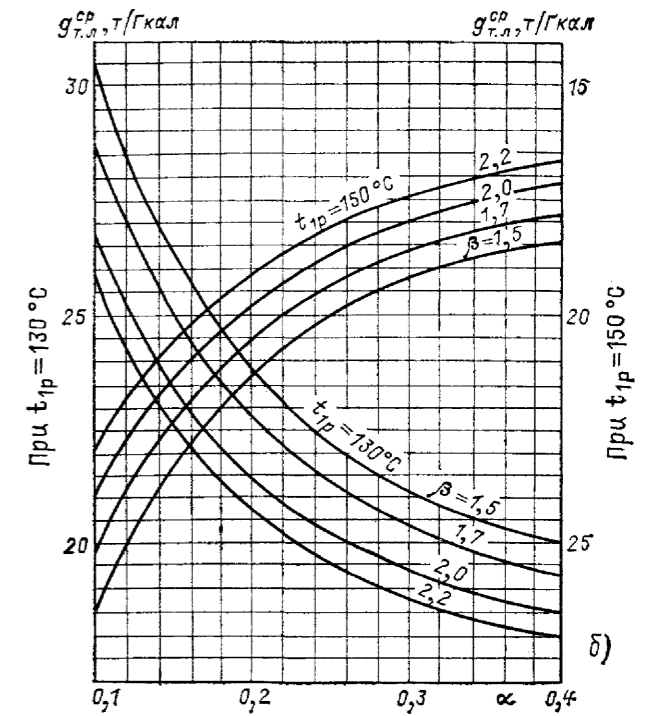
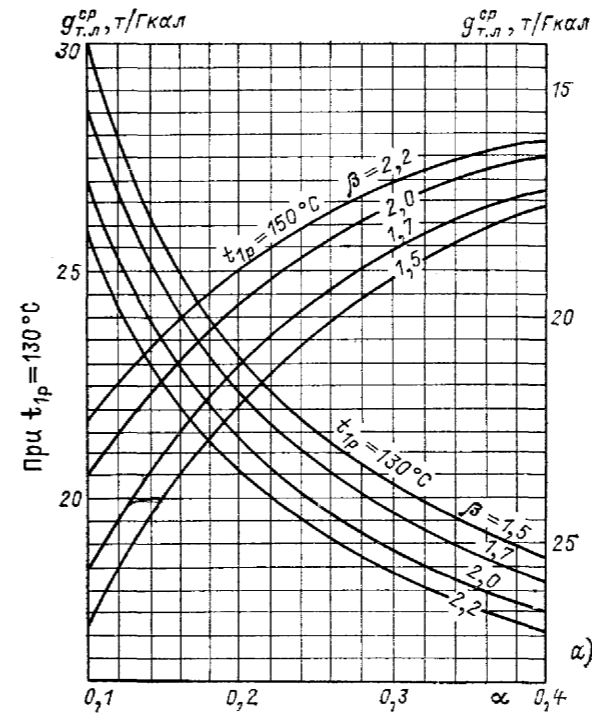
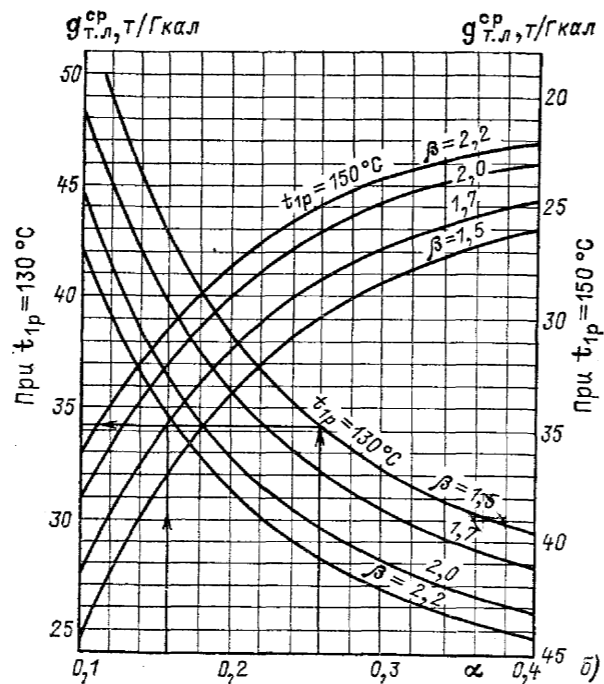
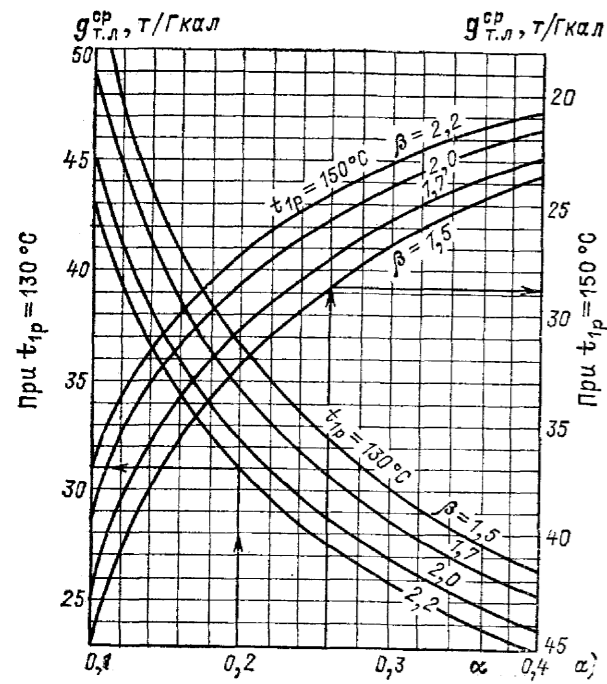


Рис. 4.16. Номограммы для определения удельного расхода сетевой воды на 1 Гкал/ч средней летней нагрузки ГВС и температуры обратной воды от подогревателей при $t_{н.л.} = 70^\circ\text{C}$:

а — для последовательной схемы при повышенном графике;
 б — для последовательной схемы при отопительном графике;
 в — для смешанной схемы; г — температура $t_{o,l}^{cp}$ в зависимости от $g_{т.л.}^{cp}$

Рис. 4.17. Номограммы для определения удельного расхода сетевой воды на 1 Гкал/ч средней летней нагрузки ГВС и температуры обратной воды от подогревателей при $t_{н.л.} = 80^\circ\text{C}$:

а — для последовательной схемы при повышенном графике;
 б — для последовательной схемы при отопительном графике;
 в — для смешанной схемы; г — температура $t_{o,l}^{cp}$ в зависимости от $g_{т.л.}^{cp}$

РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

5.1. РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ

Расчетный расход сетевой воды на тепловой пункт и по тепловой сети складывается из расчетных расходов по каждой системе теплопотребления: отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и т.д. [27]. На каждом тепловом пункте или у отдельного теплоприемника он обеспечивается соответствующей настройкой автоматических регуляторов [21]. При отсутствии автоматических регуляторов должны устанавливаться дроссельные диафрагмы, подобранные по расчетному расходу сетевой воды, исходя из располагаемого напора на вводе (перед системой или теплоприемником) и расчетных потерь напора в системе [2].

Расчетный расход сетевой воды на отопление или вентиляцию $G_{с.р}^{(в)}$, т/ч, определяется при расчетной температуре наружного воздуха [25], т. е. при расчетном температурном перепаде в сети,

$$G_{с.р}^{(в)} = Q_{о.р} \cdot 10^3 / (t_{1р} - t_{2р}), \quad (5.1)$$

где $Q_{о.р}$ — расчетный расход теплоты на систему отопления (вентиляции) или теплопотребляющий прибор, Гкал/ч; $t_{1р}$ и $t_{2р}$ — соответственно расчетные температуры воды в подающем трубопроводе тепловой сети и обратном трубопроводе от системы отопления (вентиляции) или от теплопотребляющего прибора, °С.

Расчетный расход воды по системе отопления, присоединенной к тепловой сети посредством подмешиваю-

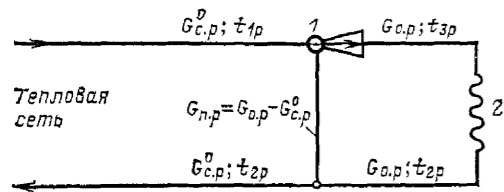


Рис. 5.1. Принципиальная схема подключения к тепловой сети системы отопления через подмешивающее устройство (элеватор):

1 — элеватор; 2 — система отопления; $G_{п.р}$ — расход подмешиваемой воды

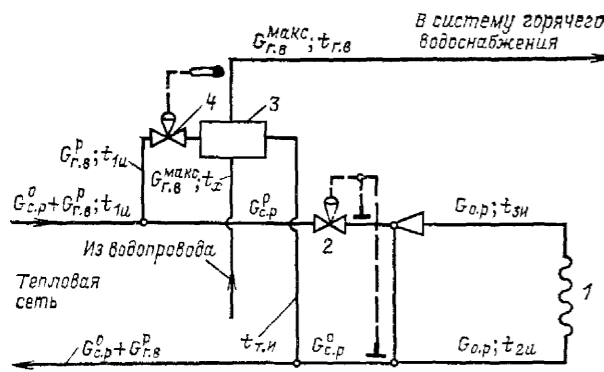


Рис. 5.2. Принципиальная схема теплового пункта с параллельным включением подогревателя ГВС:

1 — система отопления; 2 — регулятор расхода; 3 — подогреватель; 4 — регулятор температуры

щего устройства (элеватора, насоса, рис. 5.1), определяется по формуле

$$G_{о.р} = Q_{о.р} \cdot 10^3 / (t_{3р} - t_{2р}), \quad (5.2)$$

где $t_{3р}$ — расчетная температура воды на входе в систему отопления, °С.

Расчетные расходы воды сетевой $G_{с.р}^o$ и по системе отопления $G_{о.р}$ связаны между собой через коэффициент смещения $\mu_{см}^p$:

$$G_{о.р} = G_{с.р}^p (1 + \mu_{см}^p). \quad (5.3)$$

5.2. РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ГВС

5.2.1. Параллельная схема включения подогревателя

Расчетный расход сетевой воды на горячее водоснабжение при параллельной схеме включения подогревателя $G_{г.в}^p$, т/ч, определяется в точке излома температурного графика по формуле

$$G_{г.в}^p = Q_{г.в}^p \cdot 10^3 / (t_{1н} - t_{г.н}), \quad (5.4)$$

где $t_{1н}$ — температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома температурного графика, °С; $t_{г.н}$ — температура сетевой воды после водоподогревателя ГВС в точке излома графика, °С, принимается по проектным данным, а при отсутствии таковых — равной 30 °С; $Q_{г.в}^p$ — расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, Гкал/ч.

Расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение при параллельной схеме принимается равным:

при отсутствии на тепловых пунктах автоматических регуляторов расхода и температуры, указанных на рис. 5.2, — по средней нагрузке ГВС, определяемой по формуле (3.30);

при отсутствии на тепловых пунктах автоматического регулятора расхода и наличии только регулятора температуры — по балансовой нагрузке горячего водоснабжения

$$Q_{г.в}^o = 1,15 Q_{г.в}^{ср}; \quad (5.5)$$

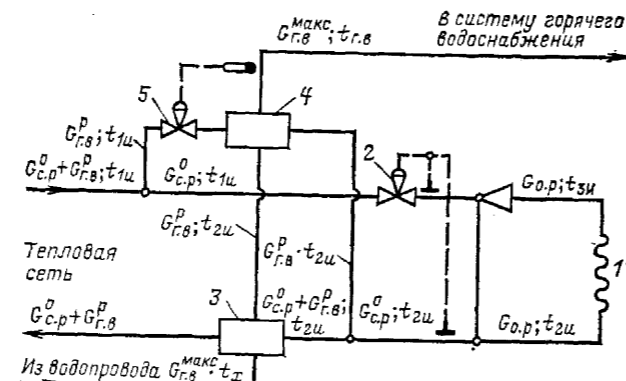


Рис. 5.3. Принципиальная схема теплового пункта со смешанным включением подогревателей ГВС:

1 — система отопления; 2 — регулятор расхода; 3 — подогреватель I и II ступеней; 4 — регулятор температуры

при наличии на тепловых пунктах регулятора постоянства расхода воды на отопление и регулятора температуры у подогревателя ГВС (см. рис. 5.2) — по максимальной нагрузке горячего водоснабжения, равной

$$Q_{г.в}^{макс} = \beta Q_{г.в}^{ср}, \quad (5.6)$$

где β — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды.

5.2.2. Смешанная схема включения подогревателя

Расчетный расход сетевой воды на горячее водоснабжение при смешанной схеме включения подогревателей, т/ч, определяется в точке излома температурного графика по формуле

$$G_{г.в} = [(t_{г.н} - t_{2н} + \delta_{н}) Q_{г.в}^p \cdot 10^3] / (t_{г.н} - t_{2н}), \quad (5.7)$$

где $t_{г.н}$ — температура воды в системе ГВС (принимается равной 60 °С); $t_{2н}$ — температура воды в холодном водопроводе (принимается равной 5 °С); $t_{1н}$ — температура

воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома температурного графика (принимается равной 70 °С); $t_{2н}$ — температура воды в обратном трубопроводе от отопительной системы в точке излома температурного графика, °С; $\delta_{н}$ — недогрев водопроводной воды до температуры обратной воды от системы отопления в I ступени подогревательной установки, °С (принимается равной 10 °С при полностью автоматизированных тепловых пунктах и 5 °С — при отсутствии на вводе автоматических регуляторов постоянства расхода для систем отопления); $Q_{г.в}^p$ — расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, Гкал/ч.

Расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение при смешанной схеме включения подогревателей принимается равным:

при отсутствии на тепловых пунктах автоматических регуляторов расхода и температуры — по средней нагрузке горячего водоснабжения $Q_{г.в}^{ср}$, определяемой по формуле (3.30);

при наличии на тепловом пункте только автоматического регулятора температуры ГВС и отсутствии регулятора расхода — по балансовой нагрузке горячего водоснабжения

$$Q_{г.в}^o = 1,1 Q_{г.в}^{ср}; \quad (5.8)$$

при наличии на тепловом пункте регуляторов постоянства расхода воды на отопление и регулятора температуры на систему ГВС (рис. 5.3) — по максимальной нагрузке горячего водоснабжения $Q_{г.в}^{макс}$, определяемой по формуле (5.6).

5.2.3. Последовательная схема включения подогревателя

Последовательная схема применяется только при наличии на тепловом пункте автоматических регуляторов расхода на систему отопления и регулятора температуры на систему ГВС (рис. 5.4).

При отсутствии на тепловом пункте регуляторов последовательная схема должна быть преобразована в смешанную.

Расчетный расход сетевой воды на ГВС при последовательной схеме и качественном графике температур определяется по формуле (5.7). При этом за расчетную тепловую нагрузку принимается средняя нагрузка $Q_{г.в}^{ср}$, определяемая по формуле (3.30) с коэффициентом 1,25, а недогрев водопроводной воды до температуры обрат-

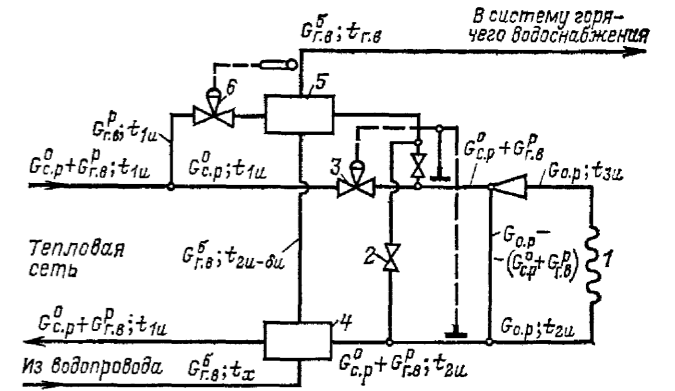


Рис. 5.4. Принципиальная схема теплового пункта с последовательным включением подогревателей ГВС:

1 — система отопления; 2 — переключатель летнего режима; 3 — регулятор расхода; 4, 5 — подогреватели I и II ступеней; 6 — регулятор температуры

ной воды в I ступени подогревателя принимается равным 5 °С.

При последовательной схеме и повышенном температурном графике расход сетевой воды на горячее водоснабжение для потребителей с α , равным α_x , не учитывается, т. е. принимается $G_{г.в}^p = 0$.

Суммарный расчетный расход сетевой воды на тепловые пункты и для тепловой сети с последовательными схемами включения подогревателей при наличии регуляторов постоянства расхода у подавляющего большинства потребителей следует принимать с коэффициентом 1,1 как при качественном, так и при повышенном графиках температур.

5.2.4. Непосредственный водоразбор на горячее водоснабжение

Расчетный расход сетевой воды на горячее водоснабжение при непосредственном водоразборе определяется в зависимости от отношения среднесуточной часовой тепловой нагрузки систем ГВС к расчетному расходу теплоты на отопление α .

При $\alpha \leq 0,1$ расход воды на горячее водоснабжение при гидравлическом расчете тепловых сетей города не учитывается и поправки к температурному графику не вводятся.

При $0,1 \leq \alpha \leq 0,3$ расход воды на горячее водоснабжение при гидравлическом расчете тепловых сетей не учитывается, но температурный график корректируется в соответствии с α (см. § 4.4).

При $\alpha > 0,3$ расчетный расход сетевой воды на горячее водоснабжение определяется по формуле

$$G_{г.в}^{ср} = \frac{Q_{г.в}^{ср} \cdot 10^3}{t_{г.н} - t_x}, \quad (5.9)$$

где $Q_{г.в}^{ср}$ — среднесуточный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение, определяемый по формуле (3.30).

Для гидравлического расчета сети за расчетный расход сетевой воды по подающему трубопроводу принимается суммарный расход на отопление и ГВС:

$$G_{под}^p = G_{с.р}^o + G_{г.в}^{ср}, \quad (5.10)$$

а по обратному трубопроводу сети — только расход от систем отопления $G_{с.р}^o$.

ном расходе теплоносителя, м; $u_{см}^p$ — расчетный коэффициент смешения элеватора, определяемый по (4.6);

3) напор в подающем трубопроводе тепловой сети и в системах теплоснабжения при работе сети должен обеспечивать нескипание воды при ее максимальной температуре; при этом напоры в водоподогревателях источника теплоты и в подающем трубопроводе не должны превышать допустимых для их конструкции значений;

4) пьезометрический напор при останове сети (статический напор) в любой точке системы теплоснабжения, включая верхние точки непосредственно присоединенных систем теплоснабжения, должен быть не менее 5 м, но не выше допустимого для оборудования источника теплоты, тепловой сети и систем теплоснабжения.

Если при останове сети напор на отдельных участках превышает допустимые значения, следует предусмотреть деление тепловой сети на гидравлически независимые зоны, в каждой из которых напор должен быть безопасным для оборудования этой зоны.

Если в отдельных районах или у отдельных потребителей располагаемые напоры перед системами теплоснабжения оказываются меньшими, чем это требуется для нормальной работы систем, следует предусмотреть установку подкачивающих насосов на обратном или подающем трубопроводах или подмешивающих насосов. Последние в зависимости от гидравлического режима сети могут устанавливаться на перемычке между подающими и обратными трубопроводами или на одном из этих трубопроводов.

В открытых системах теплоснабжения следует проверять заполнение местных систем при максимальном водоразборе из обратного трубопровода, определяя напоры в этом трубопроводе при данном режиме. Линия давления в обратном трубопроводе при таком режиме должна быть нанесена на пьезометрический график.

Расход воды по обратному трубопроводу при максимальном водоразборе из него, т/ч, определяется по формуле

$$G_{обр} = G_{о(в)}^p - (1 - \omega_o) G_{г.в}^{макс}, \quad (6.20)$$

где $G_{о(в)}^p$ — расчетный расход сетевой воды на отопление и вентиляцию, т/ч; $G_{г.в}^{макс}$ — максимальный расход воды на горячее водоснабжение, т/ч; ω_o — показатель гидравлической устойчивости обратного трубопровода, равный в первом приближении среднему отношению расчетных потерь напора в этом трубопроводе от потребителей до сетевых насосов к расчетному напору этих насосов; с достаточной для практики точностью значение ω_o может быть принято равным 0,1—0,2.

Напор воды в любой точке подающего трубопровода открытых систем теплоснабжения в летний период, а также в отдельных тепловых сетях горячего водоснабжения при максимальном водоразборе должен не менее чем на 5 м превышать высоту присоединенных систем потребителей. Напор воды в циркуляционных трубопроводах этих сетей должен обеспечивать залив всех присоединенных систем горячего водоснабжения.

Расчетный напор сетевых насосов определяется отдельно для зимнего и летнего режимов работы сети, причем в последнем случае он находится только для закрытой системы теплоснабжения. Необходимый напор сетевых насосов, м, определяется при расчетных расходах сетевой воды и принимается

$$H_n = H_{тэц} + H_c + H_{м.с.}, \quad (6.21)$$

где $H_{тэц}$ — сумма максимальных потерь напора в водоподогревательной установке и коммуникациях источника теплоты, м; H_c — суммарные максимальные потери напора в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, м; $H_{м.с.}$ — потери напора в местной системе, включая потери на тепловом вводе и в сопле элеватора, м.

Потери напора в стационарных сетевых водоподогревателях источника теплоты определяются по номограммам рис. П15.6 и П15.7 [19], в местных системах — по проектным данным, при отсутствии таковых — гидравлическим расчетом, в водоподогревателях, установленных на тепловых пунктах (пароводяных и водоводяных), — по номограммам рис. П15.8—П15.12, в калориферных установках и секциях подогрева — по номограммам рис. П15.13 и П15.14 [8, 9].

Производительность сетевых насосов для зимнего режима определяется исходя из суммарного расчетного расхода сетевой воды на отопление и вентиляцию и среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение. При этом в закрытых системах теплоснабжения, в которых тепловые пункты не оборудованы регуляторами постоянства расхода, среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение следует принимать с коэффициентом 1,5.

В открытых системах теплоснабжения следует учитывать максимальный водоразбор из подающего трубопровода, т/ч, с учетом которого суммарный расход по нему определяется по формуле

$$G_n = G_{о(в)}^p + (1 + \omega_n) G_{г.в}^p, \quad (6.22)$$

где ω_n — показатель гидравлической устойчивости подающего трубопровода, который принимается равным среднему отношению расчетных потерь напора в подающем трубопроводе от сетевых насосов до потребителей, включая потери в водоподогревателях ТЭЦ, к расчетному напору этих насосов.

С достаточной для практики точностью значение ω_n может быть принято равным 0,7 в случаях, когда нагрузка горячего водоснабжения учитывается в гидравлическом расчете сети, и 0,2, когда эта нагрузка не учитывается в гидравлическом расчете.

Производительность сетевых насосов при летнем режиме в закрытой системе теплоснабжения определяется при максимальном водопотреблении.

Необходимый напор подкачивающих насосов определяется из анализа пьезометрического графика, а их производительность находится по суммарному расчетному расходу сетевой воды в месте их установки. При определении производительности подкачивающих насосов, устанавливаемых на подающем трубопроводе в открытой системе теплоснабжения, также необходимо учитывать фактический расход воды по этому трубопроводу при максимальном водоразборе из него.

Необходимый напор подпиточных насосов определяется при построении пьезометрического графика и должен выбираться из условия наименьшей потребности в устройстве подкачивающих и дроссельных подстанций и необходимости независимых присоединений потребителей.

При резком отличии необходимых напоров при работе и останове сети целесообразна установка двух групп подпиточных насосов с различными напорами.

В открытой системе теплоснабжения напор подпиточных насосов должен быть достаточным для обеспечения циркуляции расчетного расхода воды в сети в летний период.

Производительность подпиточных насосов в закрытой системе теплоснабжения должна компенсировать утечки воды в размере 1 % ее объема в трубопроводах тепловой сети и непосредственно присоединенных системах потребителей.

В открытой системе подпиточные насосы должны обеспечивать дополнительно подачу воды на горячее водоснабжение, которая при наличии баков-аккумуляторов принимается равной среднечасовому расходу, а при отсутствии их — максимальному часовому расходу на ГВС.

Если фактическая характеристика установленных сетевых насосов не соответствует по напору или по сво-

ей производительности разработанному гидравлическому режиму, необходимо проверить возможность выполнения следующих мероприятий:

- 1) изменения диаметра рабочего колеса насоса;
- 2) замены электродвигателя у насоса на другой с большей или меньшей частотой вращения и соответствующей мощностью;
- 3) устройства на сети подкачивающей насосной станции;
- 4) замены насоса.

При этом следует иметь в виду следующие зависимости подачи и напора, развиваемых насосами, от диаметра рабочего колеса и частоты его вращения:

$$H_1/H_2 = G_1^2/G_2^2 = n_1^2/n_2^2 = D_{к1}^2/D_{к2}^2. \quad (6.23)$$

Мощность на валу насоса, кВт, определяется формулой

$$N = GH/(367\eta). \quad (6.24)$$

Раздел седьмой

РАСЧЕТ ДРОССЕЛЬНЫХ И СМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

7.1. ДРОССЕЛЬНЫЕ ДИАФРАГМЫ

Расчетный расход теплоносителя через системы теплоснабжения и отдельные теплоприемники внутри систем обеспечивается расстановкой на вводах или перед теплоприемниками автоматических регулирующих устройств или постоянных сопротивлений — дроссельных диафрагм, рассчитанных на срабатывание всего избыточного напора, который определяется как разность между располагаемым напором перед системой (теплоприемником) и падением напора в системе (теплоприемнике) при расчетном расходе теплоносителя [5]. При этом должны учитываться все имеющиеся и намеченные к установке дроссельные устройства в данной системе.

Дроссельные диафрагмы для гашения избыточного располагаемого напора перед системой (теплоприемником) могут быть установлены как на подающем, так и на обратном трубопроводе или на обоих трубопроводах. Выбор места установки дроссельной диафрагмы определяется требованиями нормального гидравлического режима. Так, например, если давление в подающем трубопроводе значительно превышает допустимый для системы предел, то установка диафрагмы на обратном трубопроводе может поставить систему под опасное давление, и наоборот, при недостаточном давлении в обратном трубопроводе установка дроссельной диафрагмы на подающем трубопроводе может привести к опорожнению верхней части системы теплоснабжения.

Дроссельные диафрагмы должны быть с диаметром отверстия не менее 2,5 мм во избежание их засорения. Если при расчетах диаметр отверстия получается менее 2,5 мм, следует устанавливать последовательно две диафрагмы, например до и после теплоприемника с соответственно большими диаметрами отверстий. При установке двух диафрагм последовательно на одном трубопроводе расстояние между диафрагмами должно быть равным или большим десяти диаметров трубопровода.

Дроссельные диафрагмы устанавливаются, как правило, после грязевика на тепловом пункте или внутри системы до или после теплоприемника или группы приборов. При выборе места для установки дроссельной диафрагмы следует учитывать расположение расходомеров на тепловом пункте, с тем чтобы установка дроссельного органа не нарушала нормальной работы расходомера (сохранение необходимых прямолинейных участков без местных сопротивлений до и после расходомера). Кроме того, диафрагмы должны устанавливаться по возможности на участках трубопровода, име-

Отсюда следует, что

$$N_1/N_2 = G_1 H_1 / G_2 H_2 = n_1^3/n_2^3 = D_{к1}^3/D_{к2}^3. \quad (6.25)$$

В формулах (6.23)—(6.25) приняты обозначения: H — напор, развиваемый насосом, м; G — подача насоса при данном напоре, т/ч; n — частота вращения рабочего колеса, об/мин; D_k — диаметр рабочего колеса, мм; N — мощность на валу насоса, кВт; η — КПД насоса.

Выбор того или другого мероприятия по реконструкции существующих насосов или по сооружению насосной станции должен базироваться на технико-экономическом расчете, включающем их начальные затраты, а также годовую стоимость эксплуатационных расходов и стоимость электрической энергии на перекачку теплоносителя в том или ином случае.

Ющих двустороннее отключение с тем, чтобы при необходимости замены или ревизии диафрагмы спуск воды из системы был минимальным.

Дроссельные диафрагмы устанавливаются, как правило, во фланцевых соединениях. Они изготавливаются из листовой стали (см. рис. П16.8, а). При отсутствии фланцевых соединений дроссельные диафрагмы в виде втулок (рис. П16.8, б) устанавливаются в резьбовых соединениях трубопроводов (в сгонах или у резьбовой запорной арматуры).

Установка дроссельных диафрагм на наружных тепловых сетях, как правило, не допускается, так как засорение такой диафрагмы может создать аварийную ситуацию. При крайней необходимости дросселирования напора в наружном трубопроводе дроссельную диафрагму следует устанавливать на специальном обводе (байпасе) вокруг закрытой задвижки на дросселируемом трубопроводе (см. рис. П16.1).

При расчете дроссельной диафрагмы, устанавливаемой на байпасе, следует учитывать сопротивление самого байпаса в зависимости от скорости воды в нем, которое может определяться по номограмме, приведенной на рис. П16.2.

Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм, при его отношении к внутреннему диаметру трубы менее 0,2 с достаточной для практики точностью определяется по формуле

$$d_0 = 10 \sqrt[4]{G_p^2/H}, \quad (7.1)$$

где G_p — расчетный расход воды через дроссельное устройство, т/ч; H — напор, гасимый дроссельной диафрагмой, м.

Для определения диаметров отверстий дроссельных диафрагм целесообразно пользоваться номограммами, приведенными на рис. П16.3 и П16.7.

При отношении диаметра диафрагмы и диаметра трубы более 0,2 размер диафрагм следует определять по номограммам, приведенным на рис. П16.4—П16.6, а при малых расходах воды — по номограммам рис. П16.8 и П16.9.

7.2. ЭЛЕВАТОРЫ И СОПЛА

Расчетный диаметр горловины элеватора, мм, определяется по формуле

$$D_a = 8,5 \sqrt[4]{\frac{G_p^2 (1 + u_{см}^p)^2}{h}}, \quad (7.2)$$

где G_p — расчетный расход сетевой воды, т/ч; $u_{см}^p$ — расчетный коэффициент смещения; h — потери напора в системе отопления при расчетном расходе смешанной воды, м.

Если располагаемый напор перед элеватором строго соответствует значению, определяемому по формуле (6.19), то необходимый диаметр сопла, мм,

$$d_c = 8,5 \sqrt{G_p^2 / h (1 + u_{см}^p)^2}, \quad (7.3)$$

или

$$d_c = D_9 / (1 + u_{см}^p). \quad (7.4)$$

Обычно располагаемый напор перед элеватором больше или меньше определяемого по формуле (6.19) и диаметр сопла рассчитывается из условия гашения всего располагаемого напора. В этом случае диаметр выходного сечения сопла, мм, определяется по формуле

$$d_c = 9,6 \sqrt[4]{G_p^2 / H}, \quad (7.5)$$

где H — располагаемый напор, м.

Необходимый располагаемый напор перед элеватором может определяться по номограмме, приведенной на рис. П16.10.

Диаметр горловины элеватора, мм, и соответствующий этому диаметру номер определяются при помощи номограммы, приведенной на рис. П16.11, а сопло к элеватору — по номограмме на рис. П16.12.

Во избежание вибрации и шума, которые обычно возникают при работе элеватора под напором, в 2—3 раза превышающим требуемый по формуле (6.19), часть этого напора рекомендуется гасить дроссельной диафрагмой, устанавливаемой перед монтажным патрубком до элеватора.

При выборе номера элеватора по расчетному диаметру его горловины следует выбирать стандартный элеватор с ближайшим меньшим диаметром горловины, так как завышенный диаметр приводит к резкому снижению КПД элеватора [6].

Диаметр отверстия сопла следует определять с точностью до десятой доли миллиметра с округлением в меньшую сторону. Диаметр отверстия сопла элеватора во избежание засора должен быть не менее 3 мм.

При установке одного элеватора на группу небольших зданий его номер определяется исходя из максимальных потерь напора в распределительной сети после элеватора и в системе отопления для самого неблагоприятно расположенного потребителя, которые следует принимать с $K=1,1$. При этом перед системой отопления

каждого здания следует устанавливать дроссельную диафрагму, рассчитанную на гашение всего избыточного напора при расчетном расходе смешанной воды.

7.3. ПОДМЕШИВАЮЩИЕ НАСОСЫ

Системы отопления присоединяются к тепловым сетям с подмешиванием на тепловых пунктах в следующих случаях:

1) с насосом на перемычке между подающим и обратным трубопроводами ввода — при недостаточном располагаемом напоре для работы элеватора и давления в подающем трубопроводе, превышающем статическое давление данной отопительной системы не менее чем на 0,5—1,0 кгс/см², но не опасном для прочности этой системы;

2) с насосом на подающем трубопроводе после подмешивающей перемычки между подающим и обратным трубопроводами — при статическом давлении системы, равном или превышающем давление в подающем трубопроводе тепловой сети или при необходимости увеличения располагаемого напора в отопительной системе;

3) с насосом на обратном трубопроводе от системы отопления до подмешивающей перемычки (по ходу обратной воды) — при давлении в обратном трубопроводе сети, превышающем допустимый предел для данной системы.

Производительность подмешивающего насоса G_n , т/ч, в зависимости от места установки его в схеме теплового пункта должна приниматься равной:

при установке на перемычке между подающим и обратным трубопроводами

$$G_n = 1,1 G_{o.p} u_{см}^p, \quad (7.6)$$

при установке на подающем или обратном трубопроводе

$$G_n = 1,1 G_{o.p} (1 + u_{см}^p), \quad (7.7)$$

где $G_{o.p}$ — расчетный расход сетевой воды на систему отопления; $u_{см}^p$ — необходимый коэффициент смещения подмешивающего узла.

Напор, развиваемый подмешивающим насосом, должен на 1—2 м превышать расчетные потери напора в системе отопления.

В случаях, когда подмешивающий насос устанавливается на центральном тепловом пункте промышленного предприятия, имеющего разветвленную внутривоздушную тепловую сеть, его напор должен определяться с коэффициентом 1,1 к сумме максимальных потерь напора в этой сети в наиболее загрязненной местной системе с учетом устанавливаемых на местных тепловых пунктах и внутри систем дроссельных устройств.

при работе, так и при останове сети [20]. Импульсом регулятора подпитки является, как правило, напор в обратном коллекторе тепловой сети (рис. 8.1) до сетевого насоса.

Если статический напор в системе теплоснабжения отключен от напора в обратном коллекторе, поддерживаемого при работе сети, то при переходе к статическому режиму регулятор подпитки должен автоматически переадресовываться по дополнительному импульсу от падения напора в нагнетательном коллекторе сетевых

насосов (дополнительный импульс на рис. 8.1 указан штриховой линией) или же по этому импульсу в работу должен включаться аварийный подпиточный насос, обеспечивающий заданное статическое давление в сети.

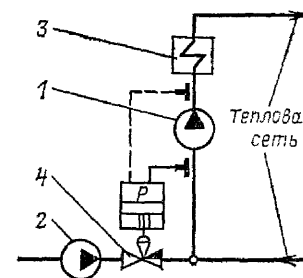


Рис. 8.1. Принципиальная схема автоматизации подпитки тепловой сети у источника теплоты:

1 — сетевой насос; 2 — подпиточный насос; 3 — подогреватель сетевой воды; 4 — клапан регулятора подпитки

8.2. ЗАЩИТА СТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Станционные водоподогреватели, расположенные до сетевых насосов, должны иметь автоматическую защиту от давления в обратном трубопроводе, если оно превышает или может превысить допустимый для них предел (см. графики напоров на рис. 8.2 и 8.3). Защита

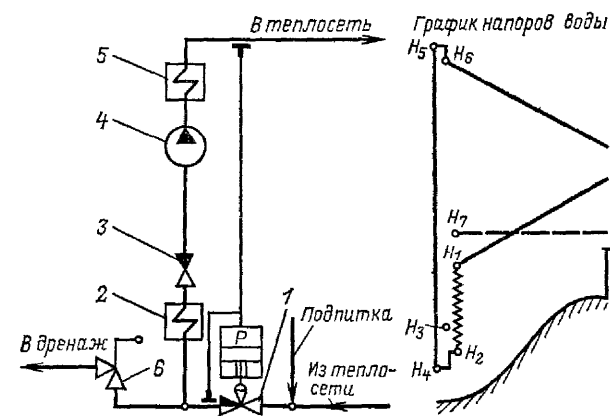


Рис. 8.2. Принципиальная схема автоматической защиты станционного водоподогревателя I ступени от повышенного давления (вариант I):

1 — клапан регулятора давления «после себя»; 2 — подогреватель I ступени; 3 — обратный клапан; 4 — сетевой насос; 5 — подогреватель II ступени; 6 — предохранительный клапан; H_1 — регулируемый напор в точке подпитки сети при ее работе; H_2 — регулируемый напор перед подогревателем I ступени; H_3 — допустимый напор (давление) для подогревателя I ступени; H_4 — напор перед сетевым насосом; H_5 — напор после сетевого насоса; H_6 — напор после подогревателя II ступени; H_7 — напор в точке подпитки сети при ее останове

осуществляется дросселированием давления воды в обратном трубопроводе перед водоподогревателем до разрешенного значения и отсечкой водоподогревателя от сети при ее останове. Это достигается установкой после подогревателя I ступени (до насоса) обратного клапана 3, который защищает водоподогреватель от давления в подающем трубопроводе, а перед водоподогревателем — клапана регулятора давления 1. В зависимости от схемы организации подпитки, последний включается по импульсу «после себя» (см. рис. 8.2) или «до себя» (см. рис. 8.3). После клапана 1 по ходу воды рекомендуется установка сбросного устройства 6.

Отсечка сетевого подогревателя I ступени от обратного трубопровода тепловой сети в том и другом случаях происходит по импульсу снижения давления в по-

дающем трубопроводе после сетевого насоса при его останове.

На случай неплотного закрытия какого-либо из указанных клапанов защита водоподогревателя от повышенного давления дублируется установкой предохранительного клапана (клапана аварийного сброса) 6.

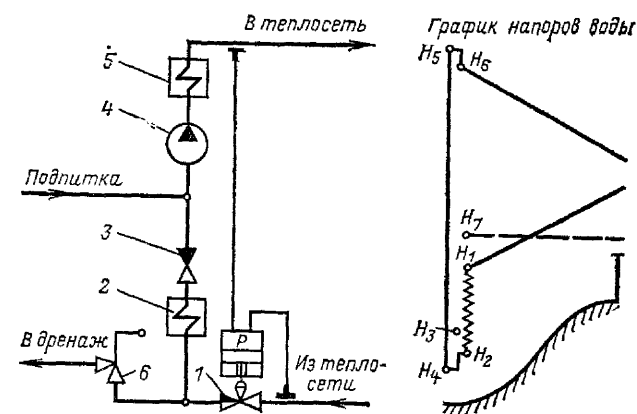


Рис. 8.3. Принципиальная схема автоматической защиты станционного водоподогревателя I ступени от повышенного давления (вариант II):

1 — клапан регулятора давления «до себя»; 2 — подогреватель I ступени; 3 — обратный клапан; 4 — сетевой насос; 5 — подогреватель II ступени; 6 — предохранительный клапан; H_1 — регулируемый напор в обратном трубопроводе сети; H_2 — напор перед подогревателем I ступени; H_3 — допустимый напор в подогревателе I ступени; H_4 — регулируемый напор в точке подпитки перед сетевым насосом; H_5 — напор после сетевого насоса; H_6 — напор после подогревателя II ступени; H_7 — напор в точке подпитки сети при ее останове

8.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Автоматизация насосно-перекачивающих станций должна обеспечивать включение резервного насоса при аварийном отключении работающего насоса или при падении давления в его напорном патрубке, а также поддержание заданного давления в сети при работе насосов.

При повышающемся от источника теплоты рельефе местности и устройстве подкачивающей насосной станции на подающем трубопроводе и станции подпора на обратном трубопроводе может возникнуть необходимость разделения сети на две гидравлически независимые зоны при ее останове.

График напоров воды и принципиальная схема автоматизации такой насосной приведены на рис. 8.4.

Поддержание заданного давления после подкачивающего насоса осуществляется регулятором 2 по схеме «после себя». Давление в обратном трубопроводе поддерживается регулятором подпора 3. При останове сетевых насосов на ТЭЦ клапаны 2 и 3 по импульсу падения давления до насоса 1 отсекают верхнюю и нижнюю зоны. Одновременно по импульсу падения давления на всасе останавливается подкачивающий насос.

В случае необходимости рассечка зон при останове подкачивающего насоса производится клапанами 2 и 3 по импульсу падения давления после насоса. Подпитку верхней зоны при рассечке сети осуществляет подпиточный насос 4 через регулятор подпитки 5, которые включаются в работу при падении давления в верхней зоне ниже уровня ее статического давления H_5 .

Для повышения надежности на случай неплотности клапанов 2 и 3 в схеме может быть предусмотрен также предохранительный клапан.

При понижающемся от источника теплоты рельефе местности и устройстве насосной станции на обратном

Раздел восьмой АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ЗАЩИТА ВОДЯНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

8.1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДПИТКИ СЕТИ

Надежность работы и устойчивость теплового и гидравлического режимов водяной системы централизованного теплоснабжения должны обеспечиваться автоматическими устройствами регулирования и защиты, установленными на источнике теплоты, в тепловой сети, на тепловых пунктах и в системах теплоснабжения [27].

Автоматизация подпитки тепловой сети должна обеспечивать постоянное давление в точке подпитки как

трубопроводе может возникнуть необходимость дросселирования давления воды в подающем трубопроводе и разделения сети при ее останове на две независимые зоны (верхнюю и нижнюю).

График напоров воды и принципиальная схема авторегулирования и защиты для этого случая приведены на рис. 8.5.

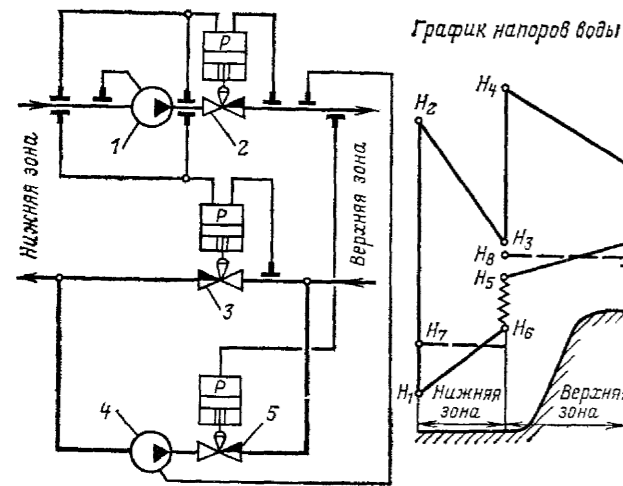


Рис. 8.4. Принципиальная схема автоматизации подкачивающей насосной станции на подающем трубопроводе сети при повышающемся от источника теплоты профиле местности:

1 — подкачивающий насос; 2 — клапан регулятора давления «до себя»; 3 — клапан регулятора подпора; 4 — подпиточный насос верхней зоны; 5 — клапан регулятора подпитки; H_1 — регулируемый подпор в точке подпитки нижней зоны; H_2 — напор после сетевого насоса; H_3 — напор в подающем трубопроводе перед подкачивающим насосом; H_4 — регулируемый напор в подающем трубопроводе после насосной станции; H_5 — напор в обратном трубопроводе верхней зоны, поддерживаемый регулятором подпора; H_6 — напор в обратном трубопроводе после регулятора подпора (по ходу воды); H_7 — напор в нижней зоне при останове сети; H_8 — напор в верхней зоне при останове сети.

Постоянное давление перед насосом поддерживает регулятор 2, включенным по схеме «до себя», а в подающем трубопроводе — регулятором 3, включенным по схеме «после себя».

При отсутствии необходимости регулирования давления перед насосом вместо регулирующего клапана 2 может быть установлен обратный клапан.

Расщелка осуществляется клапанами 2 и 3 при останове подкачивающего насоса по импульсу повышения давления перед ним.

При останове сетевых насосов на ТЭЦ от импульса падения давления в подающем трубопроводе перед регулирующим клапаном 3 происходит также останов подкачивающего насоса с последующей расщелкой зон.

При останове сети давление в нижней зоне поддерживается регулятором подпитки 4. Для повышения надежности нижней зоны в схеме защиты может быть также предусмотрена установка предохранительного клапана 5.

На тепловых пунктах и станциях насосного смешения должна предусматриваться расщелка подающего трубопровода высокой и низкой температурных зон при останове подмешивающего насоса с целью предотвращения при этом попадания высокотемпературной воды в низкотемпературную зону или в систему отопления.

При необходимости обеспечения постоянного коэффициента смешения на подающем трубопроводе до точки смешения (рис. 8.6) устанавливается регулирующийся клапан 2. Он поддерживает приблизительно равенство

перепадов давления в дроссельных устройствах 3, которые рассчитываются на одинаковое падение давления при соответствующих данному коэффициенту смешения расходах воды из высокотемпературной зоны и подмешиваемой воды. При этом перед дроссельным устройством на линии подмешиваемой воды давление поддерживается на $0,1-0,2$ кгс/см² большим, чем перед дросселем на подающей линии, что обеспечивает отсечку

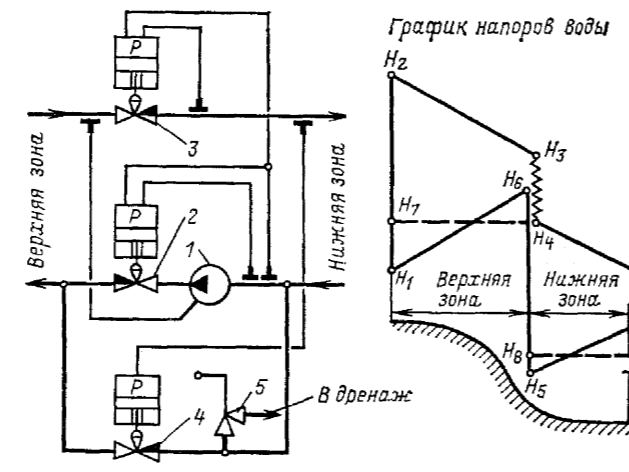


Рис. 8.5. Принципиальная схема автоматизации подкачивающей насосной станции на обратном трубопроводе сети при понижающемся от источника теплоты профиле местности:

1 — подкачивающий насос на обратном трубопроводе; 2 — клапан регулятора давления «до себя»; 3 — клапан регулятора давления «после себя»; 4 — клапан регулятора подпитки нижней зоны при останове сети; 5 — предохранительный клапан; H_1 — регулируемый напор в точке подпитки сети; H_2 — напор после сетевого насоса; H_3 — напор в подающем трубопроводе перед регулятором давления; H_4 — регулируемый напор в подающем трубопроводе после регулятора давления; H_5 — регулируемый напор в обратном трубопроводе перед подкачивающим насосом; H_6 — напор в обратном трубопроводе после подкачивающего насоса; H_7 — напор в верхней зоне при останове сети; H_8 — напор в нижней зоне при останове сети.

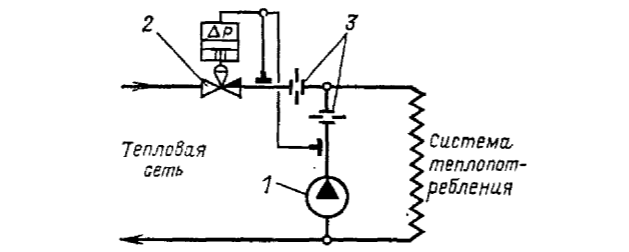


Рис. 8.6. Принципиальная схема автоматизации станции насосного смешения (вариант I):

1 — насос смешения; 2 — клапан регулятора постоянства коэффициента смешения; 3 — дроссельные устройства

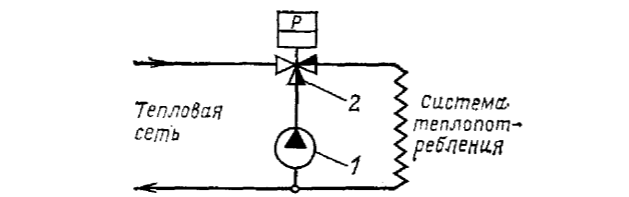


Рис. 8.7. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода с насосом смешения (вариант II):

1 — насос смешения; 2 — клапан расщелки

высокотемпературной зоны сети при останове насоса смешения. На тепловых вводах, где нет необходимости в поддержании строго определенного коэффициента смешения, предусматривается только расщелка высокотемпературной и низкотемпературной зон клапаном 4 при останове насоса смешения (рис. 8.7).

8.4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

На тепловых вводах, где давление в обратном трубопроводе меньше или может стать меньше статического давления системы теплоснабжения, требуется предусмотреть защиту системы от опорожнения [6]. Если при этом давление в подающем трубопроводе превышает статическое давление системы как при работе, так и при останове сети (линия А на рис. 8.8), то защита

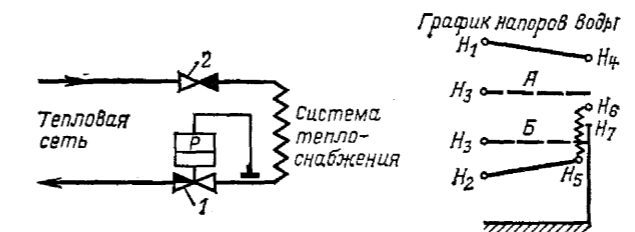


Рис. 8.8. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода при напорах в обратном трубопроводе меньших, а в подающем трубопроводе больших высоты системы теплоснабжения:

1 — клапан регулятора «подпора»; 2 — обратный клапан; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор в сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — регулируемый напор в системе теплоснабжения; H_7 — высота системы теплоснабжения

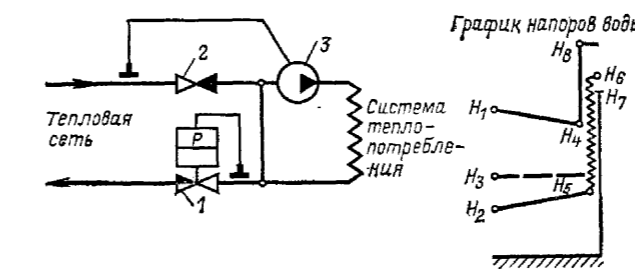


Рис. 8.9. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода при напорах в подающем и обратном трубопроводах, меньших высоты системы теплоснабжения:

1 — клапан регулятора подпора; 2 — обратный клапан; 3 — подкачивающий насос на подающем трубопроводе; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор в сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — регулируемый напор в обратном трубопроводе системы теплоснабжения; H_7 — высота системы теплоснабжения; H_8 — напор в подающем трубопроводе после подкачивающего насоса

от опорожнения обеспечивается установкой регулятора подпора 1. В случае, когда при останове сети давление в подающем трубопроводе становится ниже статического давления системы (линия Б на рис. 8.8), кроме регулятора подпора необходима также установка обратного клапана на подающем трубопроводе.

На тепловых вводах, где давление как в обратном, так и в подающем трубопроводе меньше статической высоты системы, кроме вышеуказанных мероприятий по защите ее от опорожнения требуется также установка подкачивающего насоса на подающем трубопроводе ввода (рис. 8.9). В случае необходимости этот насос может быть включен по схеме подкачки — подмеса, как это показано на рисунке.

При установке на обратном трубопроводе теплового ввода подкачивающего насоса давление на его всасывающей стороне должно поддерживаться постоянным, если изменение гидравлического режима сети может привести к опорожнению системы теплоснабжения. Если же при останове тепловой сети давление в обратном трубопроводе ввода может стать больше допустимого для системы теплоснабжения, следует предусмотреть отсечку системы от сети как по подающему, так

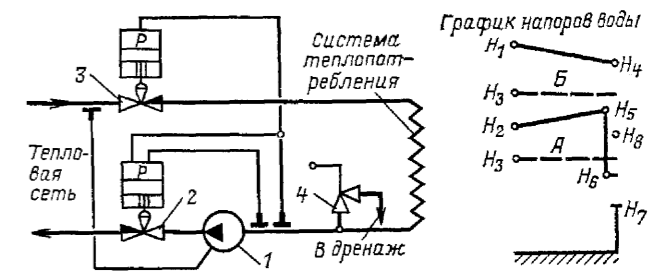


Рис. 8.10. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода без подмешивания при напоре в обратном трубопроводе, большем допустимого для системы теплоснабжения:

1 — подкачивающий насос на обратном трубопроводе; 2 — клапан регулятора давления «до себя»; 3 — клапан расщелки; 4 — предохранительный клапан; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор в сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — регулируемый напор в системе теплоснабжения перед подкачивающим насосом; H_7 — высота систем теплоснабжения; H_8 — максимально допустимый напор для системы теплоснабжения

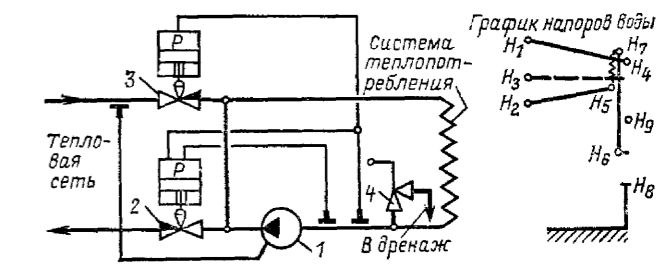


Рис. 8.11. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода с насосом смешения при напоре в обратном трубопроводе, большем допустимого для системы теплоснабжения:

1 — насос смешения на обратном трубопроводе; 2 — клапан регулятора давления «до себя»; 3 — клапан расщелки; 4 — предохранительный клапан; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор в сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — регулируемый напор в обратном трубопроводе системы теплоснабжения перед насосом; H_7 — напор в обратном трубопроводе после насоса смешения; H_8 — высота системы теплоснабжения; H_9 — максимально допустимый напор для системы теплоснабжения

и по обратному трубопроводу, которая должна также срабатывать при останове подкачивающего насоса.

Постоянство давления в обратном трубопроводе ввода обеспечивается клапаном 2 регулятора давления «до себя», который устанавливается на нагнетательной стороне насоса (рис. 8.10), а защита от повышенного давления при останове подкачивающего насоса — клапаном 3, устанавливаемым на подающем трубопроводе. Импульсом для обоих регуляторов служит повышение давления во всасывающем патрубке насоса.

При останове подкачивающего насоса и повышении давления на его всасывающей стороне система отсекается клапанами 2 и 3. Аналогичным образом автоматизируется тепловой ввод с насосом на обратном трубопроводе.

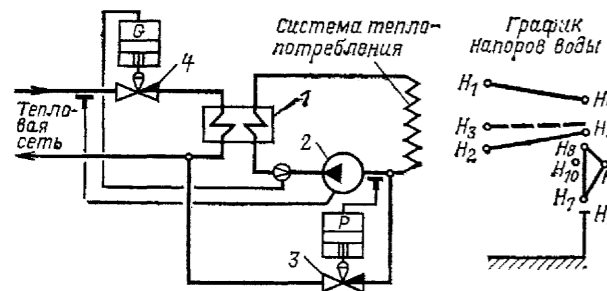


Рис. 8.12. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода при независимом присоединении системы теплопотребления из-за недопустимо высокого напора в обратном трубопроводе сети:

1 — подогреватель; 2 — циркуляционный насос; 3 — клапан регулятора подпитки; 4 — клапан отсечки; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — высота системы теплопотребления; H_7 — регулируемый напор на всасывающей стороне циркуляционного насоса; H_8 — напор после циркуляционного насоса; H_9 — напор после подогревателя; H_{10} — максимальный допустимый напор для системы теплопотребления

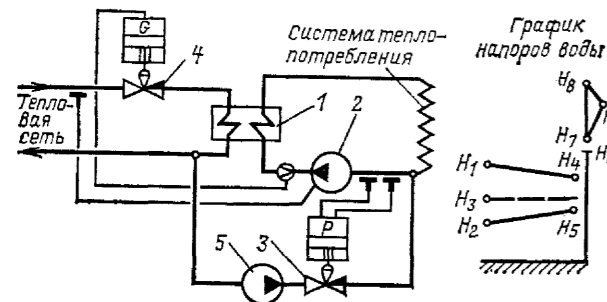


Рис. 8.13. Принципиальная схема автоматизации теплового ввода при независимом присоединении системы теплопотребления из-за недостаточности напоров в трубопроводах сети:

1 — подогреватель; 2 — циркуляционный насос; 3 — клапан регулятора подпитки; 4 — клапан регулятора отсечки; 5 — подпиточный насос; H_1 и H_2 — напоры в подающем и обратном трубопроводах ответвления; H_3 — напор в сети при ее останове; H_4 и H_5 — напоры в подающем и обратном трубопроводах теплового ввода; H_6 — высота системы теплопотребления; H_7 — регулируемый напор на всасывающей стороне циркуляционного насоса; H_8 — напор после циркуляционного насоса; H_9 — напор после подогревателя

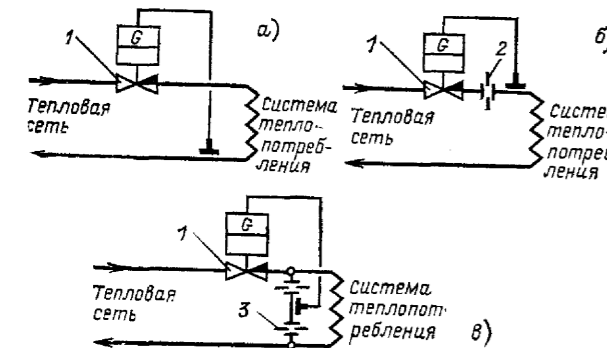


Рис. 8.14. Принципиальные схемы регулирования расхода воды регулятором прямого действия:

а — по перепаду давлений до и после системы теплопотребления; б — по перепаду давлений до и после дроссельной диафрагмы на подающем трубопроводе; в — по перепаду давлений до и после дроссельных диафрагм на перемычке малого диаметра; 1 — клапан регулятора постоянства расхода; 2 — дроссельный орган (диафрагма, сопло элеватора и т. п.); 3 — перемычка малого диаметра с дроссельными диафрагмами

воде, выполняющим функции подкачки — подмеса (рис. 8.11).

При независимом присоединении системы теплопотребления давление в ее обратном трубопроводе следует поддерживать постоянным путем автоматического регулирования подпитки из тепловой сети (рис. 8.12). В случаях, когда давление в обратном трубопроводе сети меньше необходимого для залива системы теплопотребления (рис. 8.13), для подпитки системы следует предусматривать установку подпиточного насоса 5.

В независимой системе теплопотребления, работающей по высокотемпературному графику с расчетной температурой воды в подающем трубопроводе выше 120°C , следует предусматривать защиту от резкого падения температуры в этом трубопроводе при останове тепловой сети, что достигается блокировкой циркуляционного насоса 2 местной системы с импульсом давления в подающем трубопроводе сети. Для местных систем,

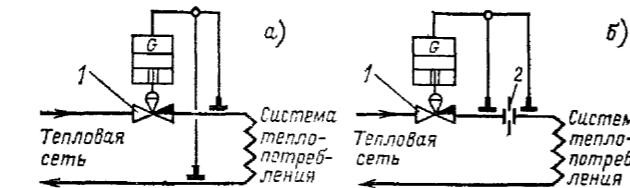


Рис. 8.15. Принципиальные схемы регулирования расхода воды на тепловом вводе потребителя регуляторами непрямого действия:

а — по перепаду давлений до и после системы теплопотребления; б — по перепаду давлений до и после дроссельного устройства; 1 — клапан регулятора постоянства расхода; 2 — дроссельный орган (диафрагма, сопло элеватора и т. п.)

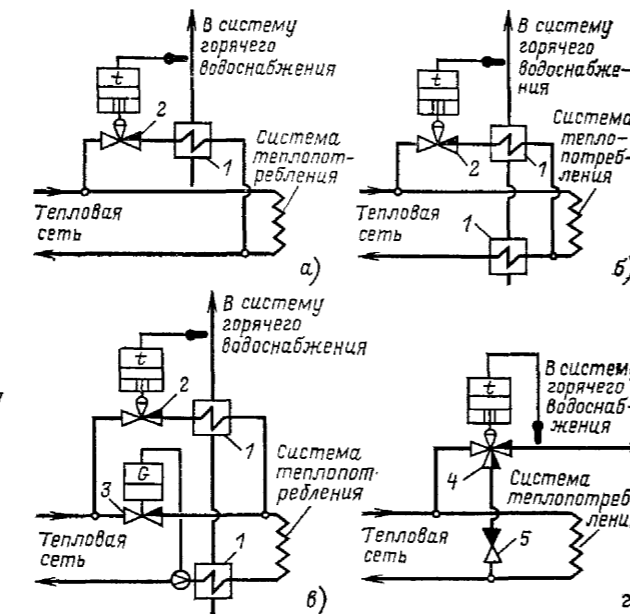


Рис. 8.16. Принципиальные схемы автоматизации тепловых вводов потребителей с системами горячего водоснабжения:

а — при параллельной схеме включения подогревателя; б — при смешанной схеме включения подогревателей; в — при последовательной схеме включения подогревателей; г — при непосредственном водоразборе; 1 — подогреватель водопроводной воды; 2 — клапан регулятора температуры нагретой воды; 3 — клапан регулятора постоянства расхода; 4 — клапан регулятора смешения; 5 — обратный клапан

где расчетный перепад температур не превышает 30°C , такую блокировку предусматривать не следует.

Во всех случаях следует предусматривать защиту тепловой сети от резкого повышения температуры в ее обратном трубопроводе при останове циркуляционного насоса: клапан отсечки 4 должен закрываться при прекращении циркуляции в местной системе.

Для регулирования расхода на вводах в системы теплопотребления могут применяться регуляторы прямого (рис. 8.14) и непрямого (рис. 8.15) действия. Постоянство расхода обеспечивается за счет поддержания неизменным перепада давления на любом постоянном сопротивлении, в качестве которого может служить дроссельная или измерительная диафрагма, сопло элеватора, водоподогреватель или сама система теплопотребления, если она имеет достаточное сопротивление.

Автоматическое регулирование систем горячего водоснабжения (рис. 8.16) должно обеспечивать поддержание постоянной температуры воды в этой системе на заданном уровне, а в открытых системах, кроме того, предотвращать переток сетевой воды из подающего трубопровода в обратный.

В двухступенчатых последовательных схемах включения водоподогревателей регулятор расхода на вводе должен поддерживать неизменным суммарный расход сетевой воды, поступающей в систему отопления напрямую из сети и через водоподогреватель II ступени, прикрываясь в часы «пик» при максимальном расходе сетевой воды через этот подогреватель и полностью пропуская расчетный расход на систему при отсутствии нагрузки горячего водоснабжения или при покрытии ее водоподогревателем I ступени.

8.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

В отопительно-вентиляционных калориферных установках автоматическое регулирование должно обеспечивать [25]:

- 1) постоянную температуру воздуха на выходе из калориферной приточной установки (рис. 8.17) и переменную, соответствующую наружной температуре температуры воздуха на выходе из отопительного агрегата;
- 2) требуемый расход теплоносителя через установку;
- 3) предотвращение замораживания калорифера при останове сети или при резком снижении температуры греющей воды;
- 4) прекращение циркуляции теплоносителя через калориферы при останове вентилятора калориферной установки.

Раздел девятый НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

9.1. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО НАЛАДКЕ

Мероприятия по наладке системы теплоснабжения разрабатываются на основе данных обследования и выполненных расчетов. Они включают в себя весь комплекс работ по подготовке системы к нормальной эксплуатации в расчетном режиме и в случае необходимости к ее регулировке.

Мероприятия по наладке, как правило, предусматривают:

ликвидацию дефектов в строительных конструкциях прокладки трубопроводов: каналов, тепловых камерах,

В отопительных системах промышленных зданий, где основным тепловыделяющим оборудованием являются отопительно-рециркуляционные агрегаты, регулирование подачи теплоты в цех может производиться изменением числа работающих агрегатов, которые могут включаться или отключаться по импульсу от темпе-

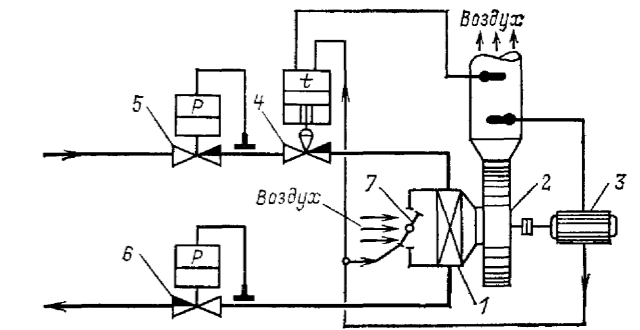


Рис. 8.17. Возможная принципиальная схема автоматизации установки приточной вентиляции:

1 — калорифер; 2 — вентилятор; 3 — электродвигатель; 4 — клапан регулятора температуры нагретого воздуха; 5 — клапан регулятора постоянства располагаемого напора; 6 — клапан регулятора подпора; 7 — воздушный клапан

ратуры воздуха в зоне их действия. При этом общий расход сетевой воды на систему должен регулироваться путем установки регуляторов постоянства напора на каждую калориферную установку или на отдельные группы калориферных установок, а также на тепловой ввод в целом.

Прекращение циркуляции сетевой воды через остановленную калориферную установку достигается блокировкой электродвигателя вентилятора и запорного органа на подводе теплоносителя — клапана регулятора или задвижки с электроприводом.

Небольшие установки и в особенности стандартные отопительные агрегаты целесообразно оборудовать ручными блокировочными устройствами (см. рис. П17.20).

В системах централизованного теплоснабжения нашей страны в схемах автоматического регулирования и защиты применяются регуляторы и исполнительные органы различных типов и конструкций [11—13, 21]. Описание наиболее распространенных из них приведено в приложении 17.

ствии с расчетной тепловой нагрузкой присоединенных потребителей, а сетевых и подпиточных насосов — с гидравлической характеристикой тепловой сети и систем теплоснабжения;

оснащение водоподогревательной установки контрольно-измерительными приборами в соответствии с техническими требованиями;

перекладку отдельных участков тепловых сетей, не обеспечивающих необходимую пропускную способность сети;

устройство (при необходимости) насосных подстанций на сети с указанием точек их размещения, принципиальных схем их компоновки и автоматизации, количества и характеристики рекомендуемых насосов;

приведение схем тепловых вводов в соответствие с требованиями разработанного гидравлического режима и правилами технической эксплуатации; типовые схемы тепловых вводов приведены на рис. 2.4—2.17;

приведение теплоприемников местных систем по количеству, площади поверхности нагрева, схеме обвязки и характеру подключения в соответствие с расчетной тепловой нагрузкой;

внедрение принципиальных схем автоматического регулирования и защиты, рекомендуемых для систем теплоснабжения, с привязкой их к источнику теплоты, конкретным точкам тепловой сети, тепловым вводам и системам теплоснабжения;

расстановку дроссельных устройств на тепловой сети, вводах, ответвлениях в местных системах и у отдельных теплоприемников с указанием диаметров отверстий диафрагм (шайб) и места их установки (на подающем или обратном трубопроводе);

особые указания по тепловому и гидравлическому режиму источника теплоты, тепловой сети, насосных и дроссельных станций, тепловых пунктов и систем теплоснабжения.

К перечню мероприятий прилагаются расчетные схемы тепловых сетей и систем теплоснабжения с указанием на них мест установки дроссельных устройств, графики температуры, давления и расхода теплоносителя, принципиальные схемы автоматизации водоподогревательной установки источника теплоты, тепловой сети, тепловых пунктов и отдельных теплоприемников, а также схемы реконструкции сети и систем. Кроме того, к перечню прилагаются таблицы расчета тепловых нагрузок потребителей, гидравлического расчета сети и расчета дроссельных устройств по сетям, вводам и системам теплоснабжения.

Комплекс мероприятий для наладки системы теплоснабжения должен обосновываться технико-экономическими расчетами. Например, при необходимости повышения располагаемого напора в конце тепловой магистрали требуемый результат может быть достигнут внедрением любого из нижеуказанных мероприятий:

1) увеличением напора сетевого насоса на источнике теплоты;

2) снижением потерь напора в трубопроводах сети за счет перекладки отдельных ее участков с увеличением диаметра труб;

3) установкой подкачивающего насоса перед участком сети, в котором требуется повышение напора;

4) прокладкой дополнительной магистрали с достаточной пропускной способностью непосредственно от головного участка сети или от источника теплоты до участков с недостающим напором.

Каждый из перечисленных вариантов в конкретных условиях имеет свои положительные и отрицательные стороны. Иногда наиболее приемлемый с точки зрения технико-экономических показателей вариант не может быть реализован по местным условиям. Например, в стесненных условиях расположения подземных коммуникаций под городскими проездами может отсутствовать возможность увеличения диаметра существующей прокладки теплотрассы до необходимого размера. Возможны ситуации, когда по условиям городской застройки

в районе, где необходимо сооружение насосной подкачивающей станции, отсутствует площадка для ее размещения.

Наладочные мероприятия следует проводить по тщательно разработанному плану, в котором должны предусматриваться очередность и порядок выполнения каждого вида работ.

В первую очередь должны выполняться работы, от которых зависит возможность обеспечения расчетным количеством теплоносителя всех потребителей теплоты: доведение тепловой и гидравлической мощности источника теплоты до расчетной, перекладка или дополнительная прокладка участков сети, сооружение или реконструкция насосных подстанций на сети, обеспечивающих расчетный напор на вводах потребителей.

До начала отопительного периода схемы тепловых пунктов и обвязки теплотребляющих приборов должны быть приведены в соответствие со схемами, предусмотренными тепловым и гидравлическим расчетом.

Весьма важным элементом наладочных работ является расстановка расчетных дроссельных устройств на тепловых вводах и в системах теплоснабжения, а также настройка регуляторов напора, расхода, температуры и т. д.

Наиболее целесообразно устанавливать все расчетные дроссельные устройства в системе теплоснабжения заранее, до начала отопительного периода. Это создает благоприятные условия для внедрения в систему расчетного режима. Если к началу отопительного периода дроссельные устройства не были установлены, необходимо, чтобы их установка производилась одновременно на всех тепловых пунктах и во всех системах. Для этого все дроссельные органы, диафрагмы и сопла должны быть заранее изготовлены и рассортированы по местам назначения. Установка их производится одновременно в дни отопительного потепления. В первую очередь устанавливаются центральные диафрагмы на вводах и ответвлениях к отдельным системам, затем к наиболее хорошо работающим приборам.

При наличии в системах автоматических регуляторов они должны одновременно с установкой дроссельных диафрагм настраиваться на поддержание заданных расчетных параметров: напора, расхода или температуры.

После установки дроссельных устройств необходимо убедиться, что все запорные органы (задвижки, вентили и краны) на вводах, ответвлениях и у теплотребляющих приборов полностью открыты.

9.2. РЕГУЛИРОВКА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Задачей регулировки централизованной системы теплоснабжения является достижение расчетных гидравлического и теплового режимов и удовлетворительного теплоснабжения всех потребителей теплоты, присоединенных к данной системе.

Непосредственной целью регулировки является распределение теплоносителя между всеми подключенными системами теплоснабжения, а внутри их — по теплотребляющим приборам в строгом соответствии с расчетной тепловой нагрузкой и тем самым обеспечение расчетной циркуляции воды в тепловых сетях.

Распределение теплоносителя между теплотребляющими приборами в соответствии с их расчетной нагрузкой обеспечивается в помещениях расчетную внутреннюю температуру при условии соблюдения требуемой температуры воды в сети и соответствия площадей поверхностей нагрева этих приборов расчетным теплоотерам помещений. В противном случае результаты регулировки позволяют дать рекомендации об изменении установленной площади поверхности нагрева.

Регулировка должна проводиться во всех звеньях системы теплоснабжения: в водоподогревательной уста-

новке источника теплоты, в тепловых сетях, на тепловых вводах и в системах теплоснабжения. При этом необходимо, чтобы регулировкой были охвачены все системы теплоснабжения, подключенные к сетям от одного источника теплоты. Если какая-либо система теплоснабжения не подвергается регулировке, она должна быть строго ограничена по расчетному расходу воды — по расходомеру при помощи регулятора или другого дроссельного устройства.

Регулировку следует проводить только после выполнения всех предварительно разработанных мероприятий по наладке.

Перед началом регулировки системы теплоснабжения должна быть обеспечена работа автоматических устройств, предусмотренных при разработке мероприятий для поддержания заданного гидравлического режима и безаварийной работы источника теплоты, сети, насосных станций и тепловых пунктов.

Регулировка централизованной системы теплоснабжения начинается с фиксирования фактических давлений воды в тепловых сетях при работе сетевых насосов, предусмотренных расчетным режимом, и поддержания в обратном коллекторе источника теплоты заданного напора.

Если при сопоставлении фактического пьезометрического графика с заданным обнаружатся значительно увеличенные потери напора на участках, необходимо установить их причину (функционирующие перемычки, не полностью открытые задвижки, несоответствие диаметра трубопровода принятому при гидравлическом расчете, засоры и т. п.) и принять меры к их устранению.

В отдельных случаях при невозможности устранения причин завышенных по сравнению с расчетом потерь напора, например при заниженных диаметрах трубопроводов, может быть произведена корректировка гидравлического режима путем изменения напора сетевых насосов с таким расчетом, чтобы располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей соответствовали расчетным.

Регулировка систем теплоснабжения с нагрузкой горячего водоснабжения, для которых гидравлический и тепловой режимы были рассчитаны с учетом соответствующих регуляторов на тепловых вводах, проводится при исправной работе этих регуляторов.

Регулировка систем теплоснабжения и отдельных теплотребляющих приборов базируется на проверке соответствия фактических расходов воды расчетным. При этом под расчетным расходом понимается расход воды в системе теплоснабжения или в теплотребляющем приборе, обеспечивающий заданный температурный график. Расчетный расход соответствует необходимому для создания внутри помещений расчетной температуры при соответствии установленной площади поверхности нагрева необходимой.

Степень соответствия фактического расхода воды расчетному определяется температурным перепадом воды в системе или в отдельном теплотребляющем приборе. При этом фактическая температура воды в сети не должна отклоняться от графика более чем на 2°С [20].

Заниженный температурный перепад указывает на завышенный расход воды и соответственно завышенный диаметр отверстия дроссельной диафрагмы или сопла. Завышенный температурный перепад указывает на заниженный расход воды и соответственно заниженный диаметр отверстия дроссельной диафрагмы или сопла.

Соответствие фактического расхода сетевой воды расчетному при отсутствии приборов учета (расходомеров) с достаточной для практики точностью определяется:

для систем теплоснабжения, подключенным к сетям через элеваторы или подмешивающие насосы, по формуле

$$y = \frac{(t_1 - t_2)(t'_3 + t'_2 - 2t'_в)}{(t'_1 - t'_2)(t_3 + t_2 - 2t_в)}, \quad (10.1)$$

где $y = G_{ф}/G_{р}$ — отношение фактического расхода сетевой воды, поступающей в отопительную систему, к расчетному; t'_1 , t'_3 и t'_2 — замеренные на тепловом вводе температуры воды соответственно в подающем трубопроводе, смешанной и обратной, °С; t_1 , t_2 и $t_в$ — температуры воды соответственно в подающем трубопроводе, смешанной и обратной по температурному графику при фактической температуре наружного воздуха, °С; $t'_в$ и $t_в$ — фактическая и расчетная температуры воздуха внутри помещений;

для систем теплоснабжения жилых и административных зданий, подключенных к тепловой сети без подмешивающих устройств, а также для отопительно-рециркуляционных калориферных установок по формуле

$$y = \frac{(t_1 - t_2)(t'_1 + t'_2 - 2t'_в)}{(t'_1 - t'_2)(t_1 + t_2 - 2t_в)}; \quad (10.2)$$

для отопительно-вентиляционных калориферных установок, забирающих наружный воздух, а также для систем теплоснабжения производственных зданий, ограждающие конструкции которых не обладают значительной теплоаккумулирующей способностью, подключенных к тепловой сети без подмешивающих устройств, по формуле

$$y = \frac{(t_1 - t_2)(t'_1 + t'_2 - 2\tau_n)}{(t'_1 - t'_2)(t_1 + t_2 - 2\tau_n)}, \quad (10.3)$$

где τ_n — фактическая температура наружного воздуха.

Скорректированный диаметр сопла элеватора, а также дроссельной диафрагмы, установленной перед системой, расчетное падение напоров в которой мало по сравнению с располагаемым напором на вводе этой системы (не более 5—10%), определяется по формуле

$$d_n = d_{ст} \sqrt{y}, \quad (10.4)$$

где d_n и $d_{ст}$ — новый скорректированный и существующий диаметры отверстия сопла или дроссельной диафрагмы, мм.

Для систем теплоснабжения или теплоприемников, расчетное падение напора в которых относительно велико по сравнению с располагаемым напором в сети перед ними, скорректированный диаметр дроссельной диафрагмы находят:

при возможности определения фактических потерь напора в системе $h_{ф}$, м, по формуле

$$d_n = d_{ст} \sqrt{\frac{H - h_{ф}}{y^2 H - h_{ф}}}; \quad (10.5)$$

при невозможности определения фактических потерь напора в системе — по их расчетному значению h_p , м, по формуле

$$d_n = d_{ст} \sqrt{\frac{H - h_p}{y^2 H - h_p}}, \quad (10.6)$$

где H — располагаемый напор перед системой теплоснабжения или теплоприемником. Значение h_p принимают по проектным данным или по данным гидравлического расчета.

Измерения температур на тепловом пункте производятся при стабильной температуре воды в подающем трубопроводе, не отличающейся от заданной по температурному графику более чем на 2°С.

Table with columns: населенные пункты, температура наружного воздуха за отопительный период, скорость ветра, продолжительность отопительного периода, and hourly average temperatures in various ranges from -50 to +8 °C.

Table with columns: населенные пункты, температура наружного воздуха за отопительный период, скорость ветра, продолжительность отопительного периода, and hourly average temperatures in various ranges from -50 to +8 °C.

Продолжение прилож. 1

Table with columns for settlement names, outdoor temperature periods, wind speed, and average temperatures in various ranges.

Примечания: 1. Расчетная температура для отопления принята равной средней температуре наружного воздуха...

ОТОПИТЕЛЬНЫЕ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ¹

Таблица П2.1. Удельные тепловые характеристики жилых и общественных зданий с расчетной температурой помещений +18 °С

Table with columns for outdoor volume, characteristics for buildings up to 1958 and after 1958, and outdoor volume.

¹ Удельные тепловые характеристики соответствуют климатическим зонам с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления...

холодной пятидневки), равной -30 °С. При другой расчетной температуре наружного воздуха к указанным значениям удельной тепловой характеристики следует применять коэффициент...

Таблица П2.2. Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и культурно-просветительных зданий и зданий детских учреждений

Table with columns for building names, volume, specific thermal characteristics, and average temperatures.

Таблица П2.3. Удельные тепловые характеристики промышленных зданий

Table with columns for building names, volume, specific thermal characteristics, and average temperatures for various industrial buildings.

Таблица П2.4. Значения коэффициента α при расчетных температурах наружного воздуха для проектирования отопления, отличных от -30 °С

Table with columns for calculation temperature, coefficient α, calculation temperature, and coefficient α for various temperatures.

ТЕПЛОФИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЭЦ

Таблица ПЗ.1. Технические характеристики теплофикационных и противодавленческих турбин

Тип турбины	Завод-изготовитель	Номинальная мощность, МВт	Параметры свежего пара		Номинальный расход свежего пара, т/ч	Пределы регулирования давления в отборах, кгс/см ²			Номинальная тепловая нагрузка отборов		Температура подогрева питательной воды, °С
			Давление, кгс/см ²	Температура, °С		производств. венном	отопительном		производств. венного, т/ч	отопительного, Гкал/ч	
							верхний	нижний			
P-40-130/31	ТМЗ	40	130	565	456/446	—	29—36	—	—	—	—
P-50-130/13	ЛМЗ	50	130	565	370/320	—	7—21	—	—	—	235
P-100-130/15	ТМЗ	100	130	565	760/650	—	12—18	—	—	—	234
ПР-25-90/10/0,9	ТМЗ	25	90	535	161/63	8—13	0,5—2,5	—	65	—	217
T-12-29	ТМЗ	12	29	400	83	—	1,2—2,5	—	—	31	156
T-12-35	ТМЗ	12	35	435	79,7	—	1,2—2,5	—	—	34	166
T-25-90	ТМЗ	25 (30)	90	535	129	—	0,7—2,5	—	—	48	218
T-50-130	ТМЗ	50	130	565	245	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	92	230
T-50/60-130	ТМЗ	55	130	565	256	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	95	232
T-50-130-6	ТМЗ	50	130	565	240	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	90	225
T-100-130	ТМЗ	100	130	565	441	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	160	229
T-100/120-130-2	ТМЗ	105	130	565	460	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	168	232
T-100/120-130-3	ТМЗ	110	130	555	480	—	0,6—2,5	0,5—2,0	—	175	232
T-170/205-130	ТМЗ	170	130	565	738	—	0,5—3,0	0,5—2,0	—	265	232
T-175/210-130	ТМЗ	175	130	555	745	—	0,6—3,0	0,5—2,0	—	270	232
T-175/215-130	ТМЗ	175	130	540	628	—	0,6—3,0	0,5—2,0	—	240	236
T-180/215-130	ТМЗ	180	130	560	628	—	0,6—2,0	0,5—1,5	—	242	232
T-250/300-240	ТМЗ	250	240	560	905	—	0,6—2,0	0,5—1,5	—	330	263
T-250/300-240-2	ТМЗ	250	240	540	955	—	0,6—2,0	0,5—1,5	—	330	263
ПТ-12-35/10	ТМЗ	12	35	435	109,2	8—13	1,2—2,5	—	50	21	152
ПТ-25-90/10	ЛМЗ, КТЗ	25 (30)	90	535	160	8—13	0,7—2,5	—	70 (83)	28 (33)	218
ПТ-50/60-130/7	ТМЗ	50	130	565	274	5—10	0,6—2,5	0,5—2,0	—	118	40
ПТ-60/75-90/13	ЛМЗ	60	90	535	390	10—16	0,7—2,5	—	165	60	232
ПТ-60/75-130/13	ЛМЗ	60	130	565	350	10—16	0,7—2,5	—	140	52	232
ПТ-80/100-130/13	ЛМЗ	80	130	555	450	10—18	0,35—2,5	—	185	—	230
ПТ-135/165-130/15	ТМЗ	135	130	565	738	12—21	0,4—2,5	—	320	110	232

Примечание. В знаменателе указан номинальный расход пара в противодавлении.

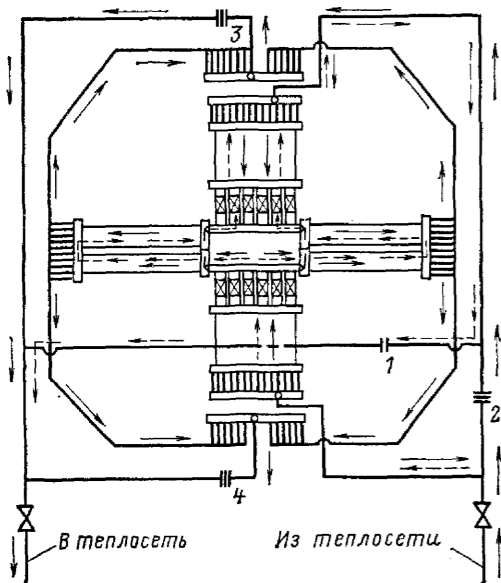


Рис. ПЗ.1. Гидравлическая схема котла ПТВМ-50-1

Стрелками показано движение воды: сплошными — при двухходовой, штриховыми — при четырехходовой схеме. Положение заглушек при работе котла:

№ заглушки	Двухходовая схема	Четырехходовая схема
1	Установить	Снять
2	Снять	Установить
3	Установить	Снять
4	Снять	Установить

Таблица ПЗ.2. Технические характеристики водогрейных котлов [18]

Марка котла	Теплопроизводительность, Гкал/ч	Расход воды, т/ч				Расчетные гидравлические потери котла, м
		в основном режиме		в пиковом режиме		
		расчетный	минимальный	расчетный	минимальный	
КВГМ-4	4	49,5	40	—	—	11,9
КВТС-4	4	49,5	40	—	—	10,4
ГВГМ-6,5	6,5	80,0	65	—	—	12,0
КВТС-6,5	6,5	80,0	65	—	—	10,7
КВГМ-10	10	123,5	100	—	—	15,0
КВТС-10	10	123,5	100	—	—	11,0
КВГМ-20	20	247,0	200	—	—	23,0
КВТС-20	20	247,0	200	—	—	15,0
КВГМ-30	30	370,0	300	—	—	19,0
КВТС-30	30	370,0	300	—	—	12,4
КВГМ-50	50	618,0	500	1230	1000	13,3
КВГМ-100	100	1235,0	1000	2460	2000	16,5
ПТВМ-30	40	495,0	400	—	—	17,0
ПТВМ-30	35	430,0	350	—	—	17,0
ПТВМ-50	50	618,0	500	1200	1000	9,5
ПТВМ-100	100	1235,0	1000	2140	1500	20,4
ПТВМ-180	180	2250,0	1530	3860	2500	23,8
КВТК-100	100	1236,0	1000	2450	2000	17,0

Примечания: 1. Расчетная температура сетевой воды на входе в котел в основном режиме 70, а в пиковом режиме 110 °С; расчетная температура на выходе из котла во всех режимах 150 °С. 2. Расчетное давление сетевой воды внутри котла должно быть не более 25 и не менее 8 кгс/см². 3. Топливо для котлов типов КВГМ и ПТВМ (рис. ПЗ.1) — газ и мазут М-100, а для котлов типов КВТС и КВТК — каменный уголь.

Таблица ПЗ.3. Основные конструктивные данные сетевых водоподогревателей [19] (рис. ПЗ.2 и ПЗ.3)

Типоразмер	Диаметр корпуса D, мм	Полная высота H или длина L, мм	Длина трубок, мм	Количество трубок	Диаметр присоединительного патрубка, мм		Площадь живого сечения для прохода воды в подогревателях, м ²	
					Вход пара	Вход и выход сетевой воды	двухходовых	четырехходовых
ПСВ-45-7-15	720×8	4605	3410	228	200	150	0,0259	0,0129
ПСВ-63-7-15	816×8	4810	3410	320	200	250	0,0369	0,0182
ПСВ-90-7-15	1020×8	5060	3410	456	350	300	0,0518	0,0259
ПСВ-125-7-15	1020×8	5060	3410	640	350	300	0,0727	0,0364
ПСВ-200-3-23	1232×10	5400	3410	1020	450	350	0,1160	0,0580
ПСВ-200-14-23	1232×12	5400	3410	1020	300	350	0,1155	0,0516
ПСВ-315-3-23	1524×10	7150	4545	1212	600	500	0,1380	0,1375
ПСВ-315-14-23	1544×16	7150	4545	1212	450	500	0,1380	0,1375
ПСВ-500-3-23	1624×10	7350	4545	1928	800	500	0,2190	0,2190
ПСВ-500-14-23	1640×16	7350	4545	1928	500	500	0,2180	0,2182
ПСГ-800-3-8-1	2100	6900	4600	2300	900	500	0,4370	0,2185
ПСГ-1300-3-8-1	2500	7500	5000	3440	1000	600	0,6540	0,3270
ПСГ-130-3-8-11	2500	8190	5000	3440	1000	600	0,6540	0,3270
ПСГ-2300-2-8-1	3000	9320	6080	4999	800 (1) 1200 (2)	800	0,9500	0,4750
ПСГ-2300-3-8-11	3000	9100	6080	4999	1000	800	0,9500	0,4750

Примечания: 1. Трубки изготовлены из мягкой латуни марки Л-68 по ГОСТ 11383-75 и имеют диаметр 19×1 мм у вертикальных и 24×1 мм у горизонтальных водоподогревателей. 2. Цифры в скобках указывают количество входных патрубков.

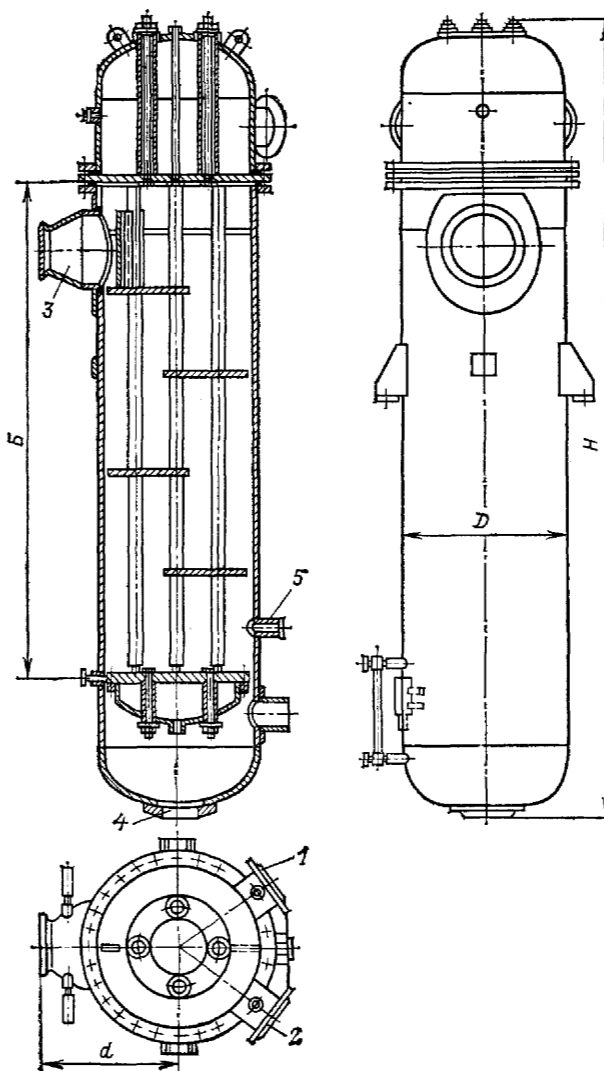


Рис. ПЗ.2. Подогреватели сетевой воды типа ПСВ:

1, 2 — вход и выход воды; 3 — вход пара; 4 — выход конденсата; 5 — отсос воздуха

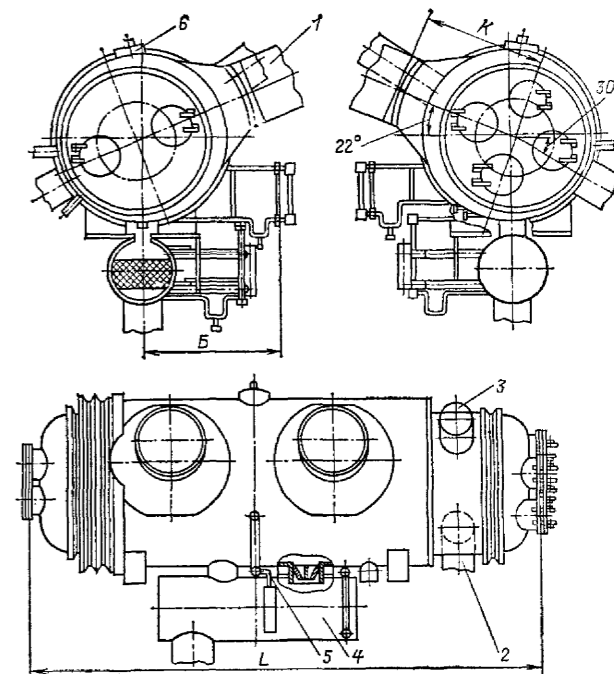


Рис. ПЗ.3. Подогреватели сетевой воды типа ПСГ:

1 — подвод пара; 2 — подвод сетевой воды; 3 — отвод сетевой воды; 4 — конденсатосборник; 5 — к регулятору уровня конденсата; 6 — лаз

Таблица ПЗ.4. Технические характеристики сетевых водоподогревателей [19]

Типоразмер	Число ходов по воде	Расчетные параметры					Номинальная теплопроводность, Гкал/ч	Гидравлические параметры при номинальном расходе	
		пара		воды				Скорость воды, м/с	Потери напора, м
		Абсолютное давление, кгс/см ²	Номинальный расход, т/ч	Номинальный расход, т/ч	Температура, °С				
на входе	на выходе	на входе	на выходе						
ПСВ-45-7-15	4	8,0	15,0	90	70	150	7,2	2,00	2,00
ПСВ-45-7-15	2	2,5 8,0	14,0 19,0	180	70 100	110 150	7,2 9,0	2,00 2,10	1,50
ПСВ-63-7-15	4	8,0	20,0	120	70	150	9,6	1,95	2,50
ПСВ-63-7-15	2	2,5 8,0	19,0 20,0	240	70 110	110 150	9,6 9,6	1,85 2,00	2,00
ПСВ-90-7-15	4	8,0	30,0	175	70	150	14,0	2,00	3,00
ПСВ-90-7-15	2	2,5 8,0	27,0 29,0	350	70 110	110 150	14,0 14,0	1,95 1,95	2,50
ПСВ-125-7-15	4	8,0	41,0	250	70	150	20,0	1,95	3,50
ПСВ-125-7-15	2	2,5 8,0	38,0 41,0	500	70 110	110 150	20,0 20,0	2,00 2,10	2,75
ПСВ-200-3-23	4	4,0	48,0	400	70	130	24,0	2,00	4,00
ПСВ-200-3-23	2	2,5 4,0	62,0 63,0	800	70 90	110 130	32,0 32,0	2,00 2,00	3,00
ПСВ-200-14-23	4	8,0 15,0	66,0 51,5	400	70 120	150 180	32,0 24,0	2,00 2,10	4,00
ПСВ-200-14-23	2	8,0 15,0	65,0 86,0	800	110 130	150 180	32,0 40,0	2,10 2,10	3,00
ПСВ-315-3-23	2	2,5 4,0	110,0 110,0	1130	70 80	120 130	56,5 55,5	2,35 2,40	3,80
ПСВ-315-14-23	2	8,0 15,0	92,5 97,0	1130	110 140	150 180	45,2 45,2	2,40 2,50	4,80
ПСВ-500-3-23	2	2,5 4,0	115,0 102,5	1500	70 95	110 130	6,0 52,5	1,95 2,00	5,50
ПСВ-500-14-23	2	8,0 15,0	122,5 162,0	1500	110 130	150 180	60,0 75,0	2,00 2,10	6,00
ПСГ-800-3-8-I	4	0,3-2,5	58,0	1250	120	170	30,0	1,59	3,50
ПСГ-1300-3-8-I, II	4	0,3-2,5	105,0	2000	120	170	55,0	1,70	4,20
ПСГ-2300-2-8-I	4	0,3-2,0	170,0	3500	115	165	87,5	2,05	6,70
ПСГ-2300-2-8-II	4	0,6-2,5	170,0	3500	120	170	87,5	2,05	6,70
ПСГ-5000-2,5-8-I	4	0,3-1,5	295,0	6000	105	155	165,0	2,22	9,70
ПСГ-5000-3,5-8-I	4	0,6-2,0	295,0	6000	115	165	165,0	2,22	9,70

Примечание. Цифры после ПСВ или ПСГ обозначают: первая — площадь поверхности нагрева подогревателя, м²; вторая и третья — разрешенное избыточное давление в паровом пространстве и в трубках, кгс/см².

Таблица ПЗ.5. Технические характеристики сетевых подогревателей типов БО и БП

Марка сетевого подогревателя	Площадь поверхности нагрева, м ²	Число ходов	Количество и длина трубок, шт. х мм	Площадь проходного сечения для воды, м ²	Расчетный расход воды, т/ч	Параметры среды				Гидравлические потери в трубной системе при расчетном расходе, м	Длина конденсатной пленки, м	Диаметры патрубков, мм		
						Расчетное давление, кгс/см ²		Температура, °С				Вход пара	Вход и выход воды	Выход конденсата
						воды	пара	воды	пара					
БП-43м	43	4	232x3170	0,01395	100	12	7,0	120	161	5,5	1,47	219	159	57
БП-65м	65	2	360x3170	0,0433	320	14	5,0	130	250	2,5	1,45	219	273	57
БО-90м	90	4	488x3170	0,0292	160	14	1,5	110	175	2,8	1,45	325	219	426
БП-90м	90	2	488x3170	0,0587	500	14	5,0	130	250	3,4	1,45	325	325	426
БО-130м	130	4	708x3166	0,0426	250	14	1,5	110	175	3,8	1,45	377	273	89
БО-200м	200	4	1016x3410	0,0614	335	14	1,5	120	150	5,5	1,72	476	273	133
БП-200м	200	2	1018x3410	0,1225	1000	14	7,0	135	250	4,5	1,72	377	377	133
БП-200у	200	2	1018x3410	0,1225	1000	14	13,0	150	350	4,5	1,72	325	377	133
БП-300-2м	300	2	1144x4545	0,1372	1030	14	14,0	170	350	4,3	1,72	377	377	426
БО-350м	350	4	1320x4545	0,0792	1100	14	2,0	116	133	3,5	1,60	630	377	219
Бпр-350м	350	4	1318x4450	0,0792	1100	14	2,0	116	133	3,5	1,60	1020;	377	219
БП-500	500	2	1880x4545	0,226	1216	14	14,0	154	350	1,5	1,60	426	426	426
БО-550-3м	550	4	2092x4545	0,1251	1800	14	2,5	145	250	3,2	1,60	820	426	426
Бпр-550	550	4	2092x4545	0,1251	1800	15	3,0	116	250	3,2	1,60	1220;	426	426
												820		

Таблица ПЗ.6. Расчетные данные и технические характеристики охладителей конденсата (рис. ПЗ.4)

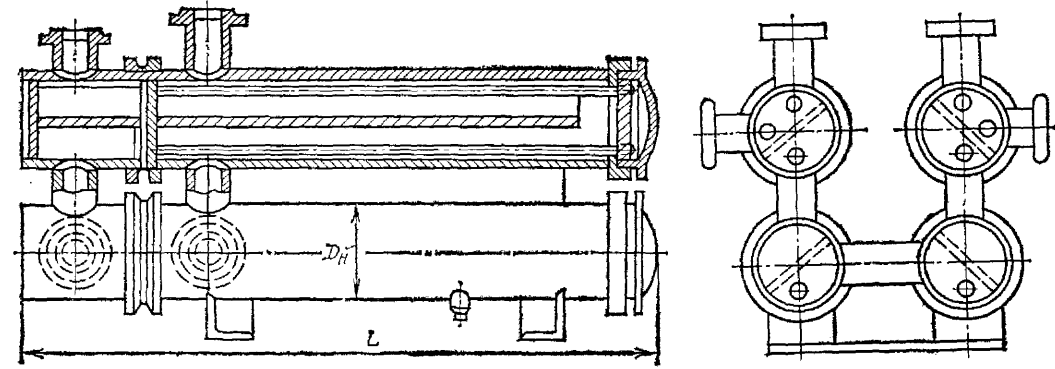


Рис. ПЗ.4. Охладитель конденсата типа ОГ

Характеристики	Тип					
	ОГ-6	ОГ-12	ОГ-24	ОГ-35	ОГ-130	ОГ-32
Площадь поверхности охлаждения, м ²	6	12	24	35	130	32
Число корпусов	1	2	4	4	4	1
Диаметр корпуса D _н , мм	273	273	273	325	426	426
Длина корпуса L, мм	2328	2000	2000	2170	4310	3904
Расчетное давление в корпусе, кгс/см ²	5	7	7	14	3,5	11
Расчетное давление в трубной системе, кгс/см ²	5	16	16	16	11	3,5
Расчетная температура на входе в корпус, °С	130	165	165	75	80	24
Расчетная температура на выходе из трубной системы, °С	100	135	135	80	70	104
Расчетный расход в трубной системе, т/ч	10	80	80	130	75	400
Число трубок	98	65	65	45	230	11
Диаметр трубки, мм	56	124	248	328	608	136
Длина трубки, мм	22x2	22x2	22x2	22x2	22x2	22x2
Число ходов в корпусе	1586	1578	1578	1646	3186	3556
Число ходов в трубной системе	2	2	2	2	2	8
Площадь проходного сечения по трубкам, м ²	0,0142	0,00787	0,00787	0,0104	0,0386	0,0043
Площадь проходного сечения между трубками, м ²	0,0149	0,01374	0,01374	0,0214	0,03456	0,07519
Эквивалентный диаметр сечения между трубками, мм	0,0255	0,0216	0,0216	0,0259	0,0235	0,0282
Условный диаметр для охлаждающей среды на входе, мм	100	100	100	150	300	300
Условный диаметр для охлаждающей среды на выходе, мм	100	100	100	150	300	300
Условный диаметр для охлаждаемой среды на входе, мм	100	100	100	150	150	50
Условный диаметр для охлаждаемой среды на выходе, мм	100	100	100	150	150	50

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ

Технические данные центробежных насосов, применяемых в централизованных системах теплоснабжения [15, 16, 17]

Марка насоса	Поддача G, м ³ /ч	Полный напор H, м	Частота вращения n, об/мин	Мощность электродвигателя N, кВт	Диаметр рабочего колеса D _к , мм	Внутренний диаметр патрубка	
						всасывающего D _{вс} , мм	напорного D _{нап} , мм
старая	новая						
Насосы отопительно-циркуляционные консольные (для воды с температурой до 90 °С)							
ЦНИПС-10	—	2—8—12—16	2,5—1,9—1,3—0,5	1450	0,25	—	82
ЦНИПС-20	—	2—10—16—22	2,4—2,25—1,8—1,1	1450	0,25	—	82
ПРОН-5	—	10	2,5	2880	1,70	—	100
ПРОН-7	—	17	2,8	2880	1,70	—	100
ПРОН-12	—	25	3,0	2880	1,70	—	100
ПРОН-15	—	30	3,3	2880	1,70	—	100
ПРОН-20	—	38	3,4	2880	1,70	—	100
Центробежные насосы типа К (для воды с температурой до 105 °С)							
1,5К-6	—	6—11—14	20—17—14	2900	1,70	128	40
1,5К-6а	—	5—9—13	16—14—11	2900	1,70	115	40
1,5К-6б	—	4—9—13	12—11—9	2900	1,00	105	40

ТРУБОПРОВОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

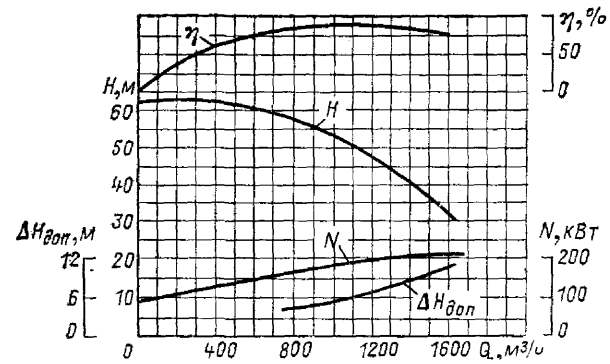


Рис. П4.4. Характеристика насоса СЭ1250-45, $D_k=415$ мм, $n=1470$ об/мин

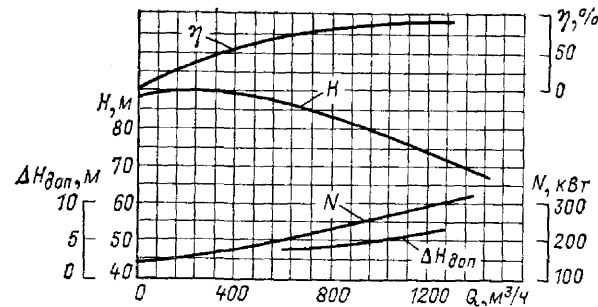


Рис. П4.5. Характеристика насоса СЭ1250-70, $D_k=490$ мм, $n=1475$ об/мин

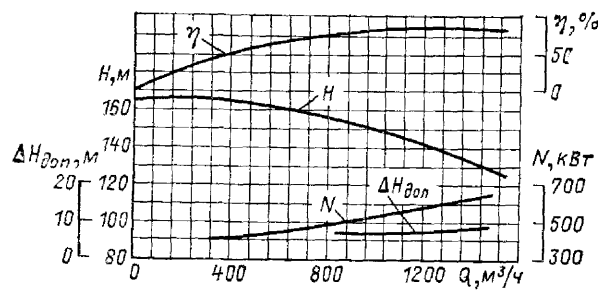


Рис. П4.6. Характеристика насоса СЭ1250-150, $D_k=475$ мм, $n=1450$ об/мин

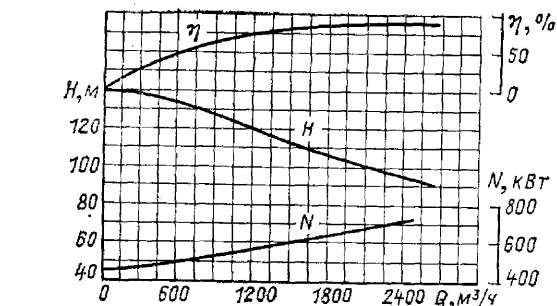


Рис. П4.7. Характеристика насоса СЭ2000-100, $D_k=315$ мм, $n=2975$ об/мин

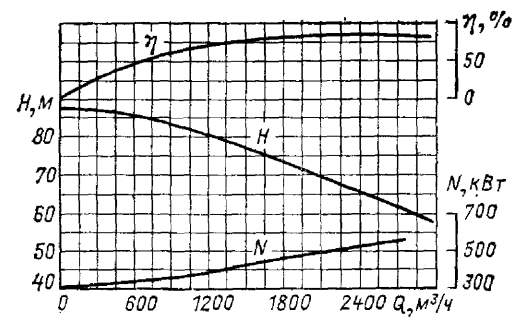


Рис. П4.8. Характеристика насоса СЭ2500-60, $D_k=470$ мм, $n=1480$ об/мин

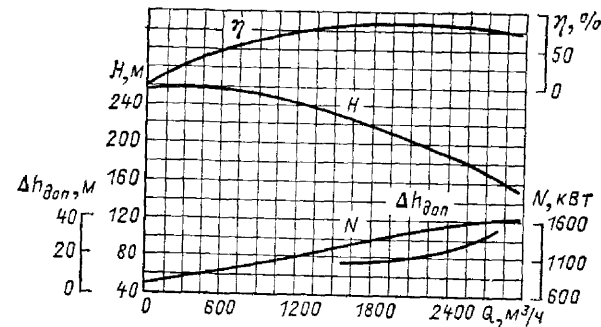


Рис. П4.9. Характеристика насоса СЭ2500-180, $D_k=415$ мм, $n=2980$ об/мин

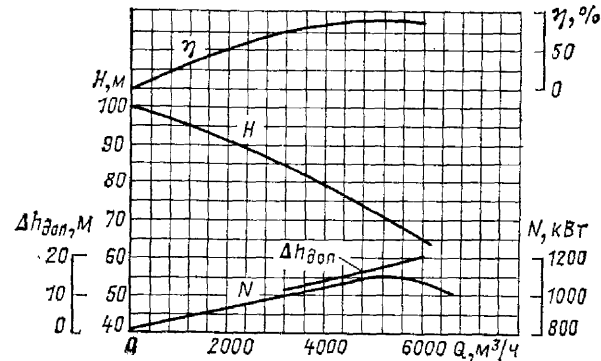


Рис. П4-10. Характеристика насоса СЭ5000-70, $D_k=540$ мм, $n=1480$ об/мин

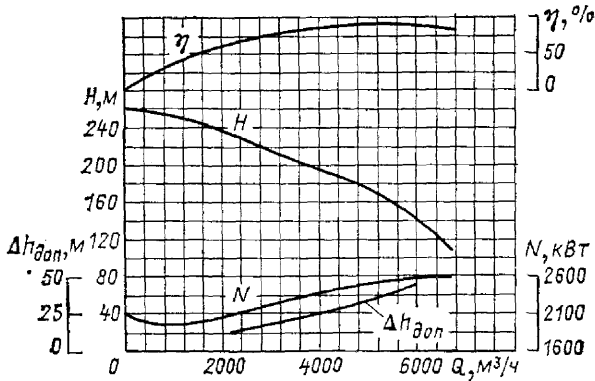


Рис. П4-11. Характеристика насоса СЭ5000-160, $D_k=425$ мм, $n=2980$ об/мин

1. Указания по применению стальных труб. Условное давление трубопровода определяется по рабочим параметрам теплоносителя. При этом для температур теплоносителя до 200°C условное давление равно рабочему давлению.

Рабочие параметры теплоносителя для водяных тепловых сетей принимаются:

давление — по наибольшему возможному давлению при рабочем состоянии сети (при динамическом режиме) с учетом рельефа местности, но не менее 10 кгс/см^2 ; для двухтрубных тепловых сетей при наибольшем давлении в трубопроводе до 16 кгс/см^2 допускается принимать одинаковые давления в обратном и подающем трубопроводах;

температура — по графику температур в подающем трубопроводе при расчетной температуре наружного воздуха для отопления (средняя наиболее холодной пя-

тилетки); для двухтрубных тепловых сетей при расчетной температуре до 150°C температуры теплоносителя в обратном и подающем трубопроводах принимаются равными.

Трубы водогазопроводные сварные допускаются применять для водяных тепловых сетей от котельных и в распределительных городских тепловых сетях после центральных тепловых пунктов (ЦТП). Применять эти трубы при бесканальной прокладке не рекомендуется.

Для сетей бытового горячего водоснабжения после ЦТП рекомендуется применять оцинкованные трубы, сварка которых должна осуществляться в среде углекислого газа.

Резьбовое соединение труб допускается в случаях прокладки труб в местах, доступных для осмотра (в общих проходных коллекторах и др.).

Таблица П5.1. Технические характеристики стальных труб условным диаметром 15—1400 мм и данные для расчета нагрузок на свободные опоры [22, 27, 29]

Диаметры трубопровода, мм		Толщина стенки трубы δ , мм	Площадь поперечного сечения в свету f , м^2	Площадь поверхности 1 м длины трубопровода F , м^2	Толщина изоляции подающей трубы $\delta_{\text{из}}$, мм	Масса 1 м подающей трубы, кг/м		Длина пролета между свободными опорами, м	Масса пролета трубы, кг	Осевое усилие на свободную опору, кгс	Осевое усилие внутреннего давления, кгс
Условный D_y	наружный D_n					Труба	Изоляция				
15	18	2,0	0,00015	0,05	40	0,8	2,9	2,5	9,75	3,9	24
20	25	2,0	0,00035	0,08	40	1,1	3,3	2,3	10,8	4,3	56
25	32	2,5	0,00057	0,10	40	1,8	3,6	4,2	25,2	10,1	91
32	38	2,5	0,00085	0,12	40	2,1	4,0	6,9	32,4	13,0	136
40	45	2,5	0,0013	0,14	40	2,6	4,3	8,1	42,9	17,2	208
50	57	3,0	0,0020	0,18	50	4,0	6,8	12,8	75,5	30,0	320
70	76	3,0	0,0039	0,24	50	5,4	7,9	17,0	117,3	46,9	625
80	89	3,5	0,0053	0,28	50	7,3	8,9	21,5	167,7	67,1	848
80	89	3,0	0,0055	0,28	50	6,4	8,9	20,7	153,2	61,3	880
100	108	4,0	0,0079	0,34	50	10,2	10,2	28,3	249,0	99,6	1264
100	108	3,5	0,0080	0,34	50	9,0	10,2	27,1	230,4	92,2	1280
125	133	4,0	0,0123	0,42	60	12,8	14,9	39,9	371	148	1968
125	133	3,5	0,0124	0,42	60	11,2	14,9	38,5	342	137	1984
150	159	4,5	0,0177	0,50	60	17,1	16,5	53,4	534	213	2832
175	194	5,0	0,0270	0,61	60	23,2	18,8	67,6	790	316	4320
200	219	6,0	0,0330	0,69	60	31,6	21,0	86,0	1092	435	5280
200	219	5,0	0,0340	0,69	60	26,3	21,0	81,5	978	391	5440
250	273	7,0	0,0530	0,86	60	46,6	24,9	124,1	1774	709	8480
300	325	8,0	0,0750	1,02	60	62,6	29,0	167,0	2621	1048	12 000
300	325	7,0	0,0760	1,02	60	54,9	29,0	159,4	2422	969	12 160
350	377	9,0	0,1010	1,18	70	81,6	39,0	222,6	3739	1495	16 190
400	426	6,0	0,1350	1,34	70	62,2	43,4	240,2	3603	1441	21 600
400	426	7,0	0,1330	1,34	70	72,3	43,4	248,2	4020	1608	21 280
450	480	6,0	0,1720	1,51	70	70,2	47,9	289,1	4394	1757	27 520
450	480	7,0	0,1710	1,51	70	81,6	47,9	298,9	4931	1972	27 360
450	480	8,0	0,1690	1,51	70	93,1	47,9	309,2	5340	2139	27 040
500	530	6,0	0,2100	1,66	70	77,5	52,0	338,9	5388	2155	33 600
500	530	7,0	0,2090	1,66	70	90,3	52,0	350,1	5916	2366	33 440
500	530	8,0	0,207	1,66	70	103,0	52,0	361,1	6391	2556	33 120
500	530	9,0	0,206	1,66	70	115,7	52,0	372,3	6887	2755	32 960
600	630	6,0	0,300	1,97	70	92,3	61,7	452,1	7459	2984	48 000
600	630	7,0	0,298	1,97	70	107,5	61,7	465,4	8144	3253	47 680
600	630	8,0	0,296	1,97	70	122,7	61,7	478,6	8805	3522	47 360
600	630	9,0	0,295	1,97	70	137,8	61,7	492,9	9463	3785	47 200
600	630	10,0	0,292	1,97	70	152,9	61,7	505,0	10 049	4020	46 120
600	630	11,0	0,290	1,97	70	167,9	61,7	518,1	10 672	4269	46 400
700	720	7,0	0,391	2,18	80	123,1	80,6	592,7	10 550	4220	62 560
700	720	8,0	0,389	2,18	80	140,5	80,6	607,9	11 367	4547	62 240
700	720	9,0	0,387	2,18	80	157,8	80,6	623,0	12 148	4859	61 920
700	720	10,0	0,385	2,18	80	175,1	80,6	638,2	12 955	5182	61 600
700	720	11,0	0,382	2,18	80	192,3	80,6	653,1	13 650	5490	61 120
700	720	12,0	0,380	2,18	80	209,5	80,6	668,2	14 433	5773	60 800
800	820	7,0	0,509	2,48	80	140,3	91,3	738,7	13 370	5348	81 440
800	820	8,0	0,507	2,48	80	160,1	91,3	756,0	14 440	5776	81 120
800	820	9,0	0,505	2,48	80	180,0	91,3	773,5	15 470	6188	80 800
800	820	10,0	0,502	2,48	80	199,8	91,3	790,9	16 450	6590	80 320
800	820	11,0	0,500	2,48	80	219,5	91,3	807,8	17 448	6979	80 000
800	820	12,0	0,497	2,48	80	239,1	91,3	824,9	18 313	7325	79 520
800	820	14,0	0,492	2,48	80	278,3	91,3	859,1	20 183	8075	78 720

Table with columns for external diameter, insulation thickness, and surface area. Rows range from 300 to 1600 mm diameter.

ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

1. Грязевики. Грязевики (табл. Пб.1—Пб.4) предохраняют от засора тепломеханическое оборудование...

Таблица Пб.1. Грязевики вертикальные. Габаритные размеры, мм

Table with columns Dy, Dн1, Dн, H, h, h1, h2, L. Lists dimensions for vertical mud catchers.

Таблица Пб.2. Грязевики горизонтальные. Габаритные размеры

Table with columns Dy, Dн1, Dн2, Dн3, L, L1, L2, L3, zотв. Lists dimensions for horizontal mud catchers.

Таблица Пб.3. Габаритные размеры абонентских грязевиков с конусным дном, мм

Table with columns Dy, Dн1, Dн2, Dн, H, h, L. Lists dimensions for customer mud catchers with conical bottom.

Таблица Пб.4. Габаритные размеры абонентских грязевиков конструкции ОРГРЭС, мм

Table with columns Dy, Dн, A, B, C, d, d1, d2, d3, delta, delta1, delta2, M. Lists dimensions for ORGRES mud catchers.

Таблица П5.5. Объем изоляции трубопроводов

Table with columns for pipe diameter and insulation thickness, listing insulation volume for various diameters.

Таблица П5.6. Характеристики теплоизоляционных материалов

Table with columns for material name, density, thermal conductivity, and temperature. Lists characteristics for various insulation materials.

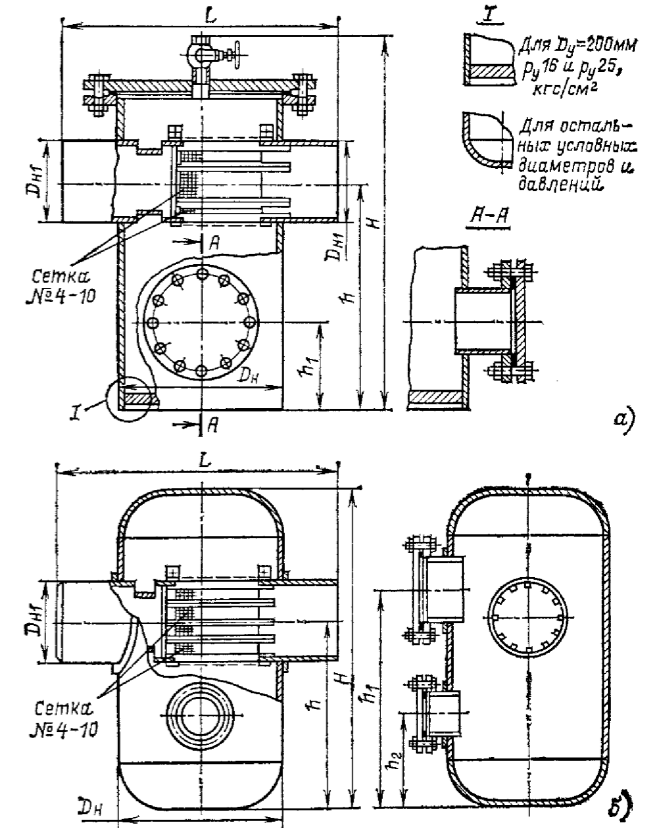


Рис. Пб.1. Грязевики вертикальные: а - Dy = 200÷300 мм; б - Dy = 350÷1000 мм

Грязевики для труб диаметром 200 мм и более подразделяются на вертикальные, отстойного типа (рис. Пб.1) и горизонтальные скоростные (рис. Пб.2).

2. Элеваторы водоструйные. Стальной элеватор типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго № 1—7 (рис. Пб.4) собирается на сварке.

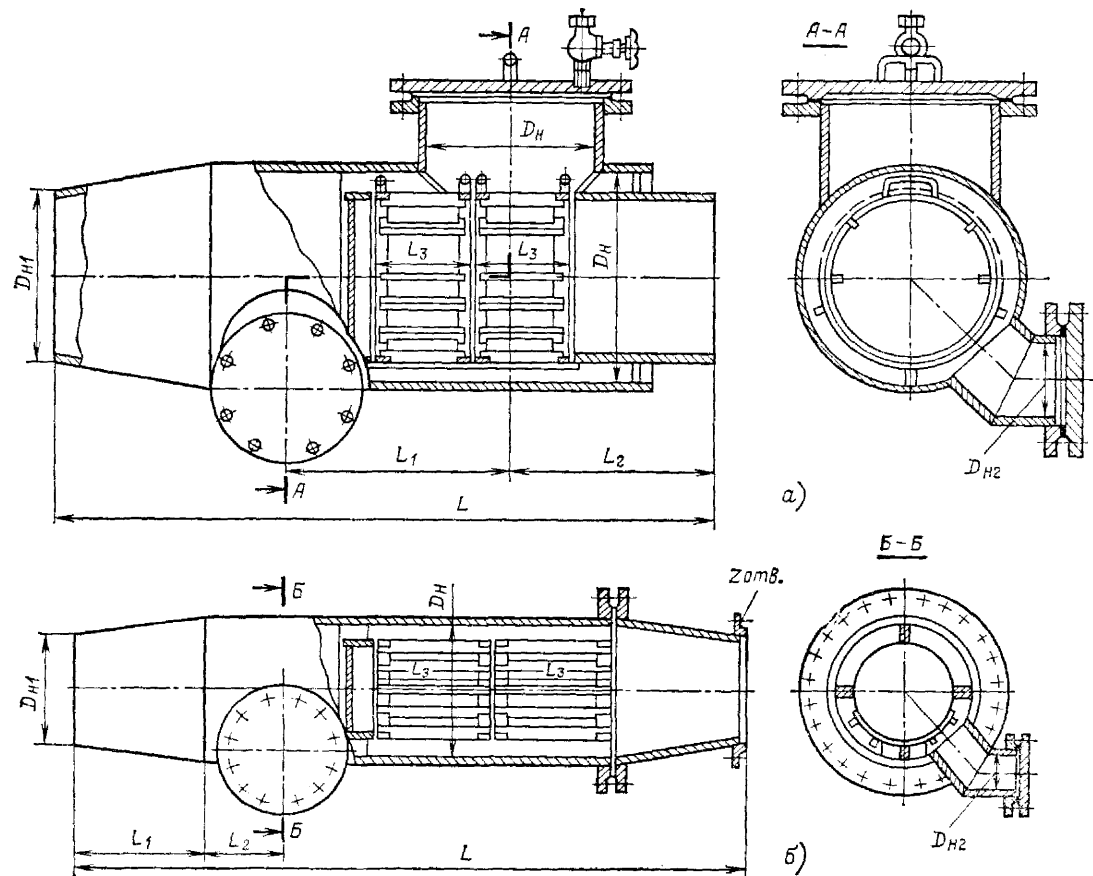


Рис. Пб.2. Грязевики горизонтальные:
а — $D_y = 200 \div 400$ мм; б — $D_y = 450 \div 1400$ мм

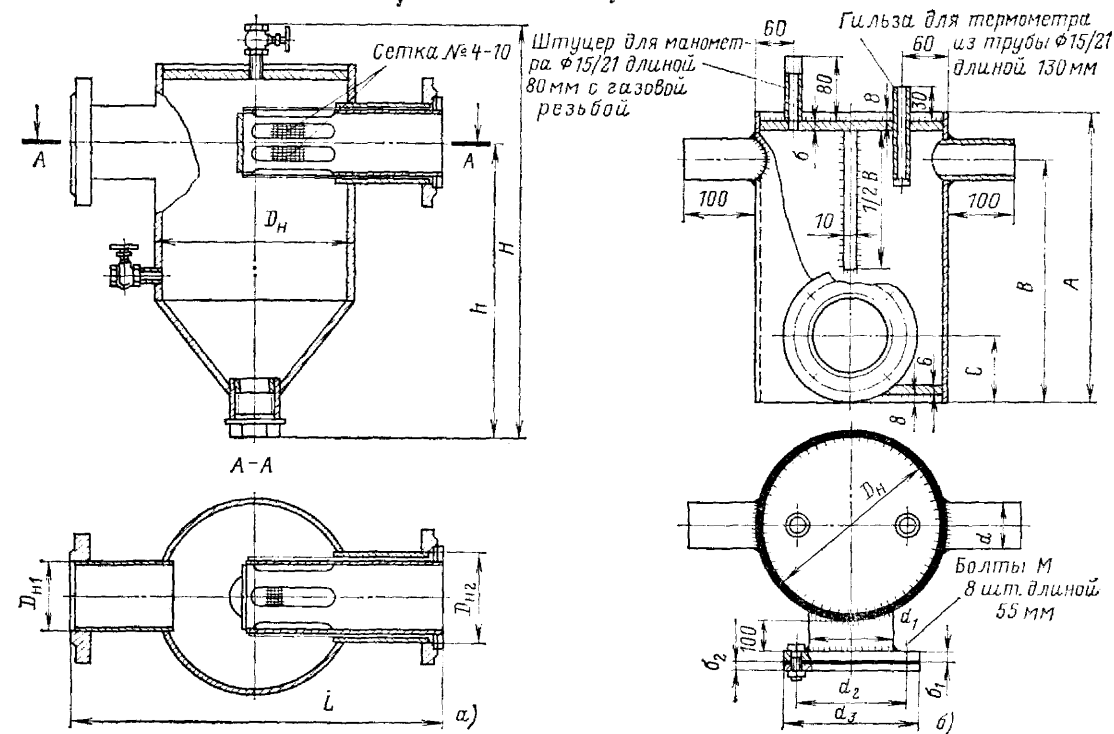


Рис. Пб.3. Грязевики абонентские:
а — конструкции ВНИИСТ; б — конструкции ОРГРЭС

Таблица Пб.5. Основные размеры элеватора
стального типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго

№ элеватора	Диаметр камеры смешения d , мм	Общая длина L , мм	Расстояние от входного фланца до центра патрубка подсоса L_1 , мм	Диаметр патрубка подсоса, мм	Наружные диаметры присоединительных фланцев, мм		
					входного	выходного	патрубка подсоса
1	15	425	90	51	145	160	160
2	20	425	90	51	145	160	160
3	25	625	135	70	160	195	180
4	30	625	135	70	160	195	180
5	35	625	135	70	160	195	180
6	47	720	180	100	195	215	215
7	59	720	180	100	195	215	215

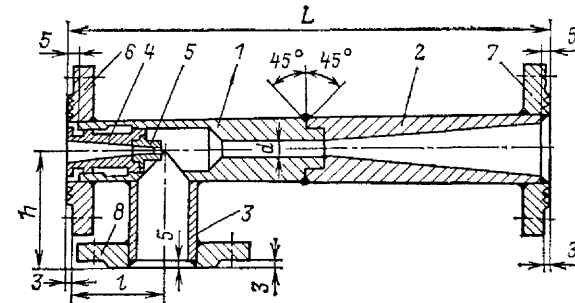


Рис. Пб.4. Стальной элеватор типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго:
1 — корпус; 2 — диффузор; 3 — патрубок; 4 — корпус сопла; 5 — сопло; 6, 7, 8 — фланцы

После сварки корпуса элеватора 1 с диффузором 2 следует специальной разверткой произвести обработку камеры смешения (отверстие d) и его диаметр выбить на поверхности корпуса.

Отверстие в сопле должно быть проточено точно по оси детали, и его диаметр на выходе выбит на поверхности сопла. Угол между диаметрально противоположными образующими внутреннего конуса сопла должен соответствовать данным табл. Пб.6.

Таблица Пб.6. Зависимость угла α от диаметра сопла (см рис. Пб.4)

Диаметр сопла, мм	Угол α° в соплах элеваторов №						
	1	2	3	4	5	6	7
3	18	—	—	—	—	—	—
4	17	—	—	—	—	—	—
5	16	20	—	—	—	—	—
6	15	19	18	—	—	—	—
7	14	17	16	—	—	—	—
8	—	16	15	20	—	—	—
9	—	15	14	18	25	—	—
10	—	13	13	16	23	27	—
11	—	—	11	15	21	25	—
12	—	—	10	13	18	25	—
13	—	—	9	11	16	25	—
14	—	—	—	10	14	24	—
15	—	—	—	—	12	23	32
16	—	—	—	—	9	22	32
17	—	—	—	—	—	21	30
18	—	—	—	—	—	19	29
19	—	—	—	—	—	19	27
20	—	—	—	—	—	18	26
21	—	—	—	—	—	17	24
22	—	—	—	—	—	16	23
23	—	—	—	—	—	15	21
24	—	—	—	—	—	—	20
25	—	—	—	—	—	—	18
26	—	—	—	—	—	—	17
27	—	—	—	—	—	—	15

Чугунные элеваторы типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго (рис. Пб.5) рассчитаны на рабочее давление до 9 кгс/см^2 .

Чугунные элеваторы типа ЭЧА (рис. Пб.6) рассчитаны на рабочее давление до 10 кгс/см^2 . Промышленно выпускается стальной элеватор (№ 2—4) типа 40С10бк-М (рис. Пб.7). Основные размеры элеваторов этих типов приведены в табл. Пб.8.

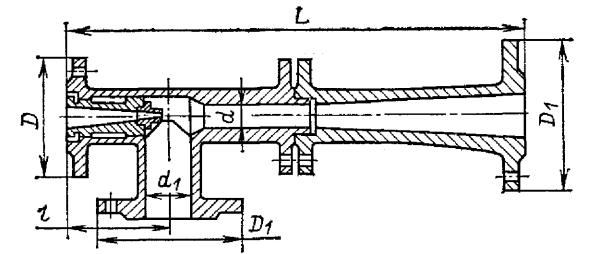


Рис. Пб.5. Элеватор чугунный типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго на $p_y = 9 \text{ кгс/см}^2$

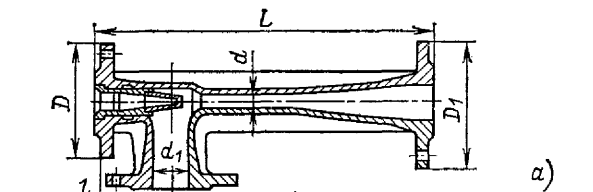


Рис. Пб.6. Элеватор чугунный типа ЭЧА на $p_y = 10 \text{ кгс/см}^2$:
а — № 1—2; б — № 3—7

Таблица Пб.7. Размеры присоединительных фланцев элеватора типа ВТИ — Теплосети Мосэнерго

№ элеватора	№ детали по рис. Пб.4	Толщина фланца, мм	Диаметры окружностей фланца, мм			Количество болтовых отверстий
			наружный	центров болтовых отверстий	внутренний	
1	6	17	145	110	45	4
	7	19	160	125	57	4
2	6	17	145	110	45	4
	7	19	160	125	57	4
3	6	19	160	125	57	4
	7	21	195	160	90	8
4	6	19	160	125	57	4
	7	21	195	160	90	8
4	8	21	180	145	76	4

Продолжение табл. Пб.7

№ элеватора	№ детали по рис. Пб.4	Толщина фланца, мм	Диаметры окружностей фланца, мм			Количество болтовых отверстий
			наружный	центров болтовых отверстий	внутренний	
5	6	19	160	125	57	4
	7	21	195	160	90	8
	8	21	180	145	76	4
6	6	21	195	160	89	8
	7	23	215	180	108	8
	8	23	215	180	108	8
7	6	21	195	160	89	8
	7	23	215	180	108	8
	8	23	215	180	108	8

Таблица Пб.8. Основные размеры элеваторов чугунных типов ВТИ — Теплосети Мосэнерго, ЭЧА и 40С10бк-М

№ элеватора	Диаметр камеры смещения d , мм	Общая длина L , мм	Расстояние от входного фланца до центра патрубка подсоса l , мм	Диаметр патрубка подсоса d_1 , мм	Наружные диаметры присоединительных фланцев, мм		
					D	D_1	D_2
Элеватор типов ВТИ — Теплосети Мосэнерго и 40С10бк-М							
1	15	425	90	51	145	160	160
2	20	425	90	51	145	160	160
3	25	625	135	70	160	195	195
4	30	625	135	70	160	195	195
5	35	625	135	70	160	195	195
6	47	720	180	100	195	215	215
7	59	720	180	100	195	215	215
Элеватор типа ЭЧА							
1	15	425	90	32	150	165	165
2	15	425	90	32	150	165	165
3	25	625	135	44	165	200	185
4	30	625	135	44	165	200	185
5	47	625	135	44	165	200	185
6	47	720	180	72	200	220	220
7	59	720	180	72	200	220	220

3. Дроссельные диафрагмы. Дроссельные диафрагмы (рис. Пб.8, а, табл. Пб.9) для установки во фланцевых соединениях изготавливаются из листовой стали толщиной 2—5 мм.

Диафрагмы для установки в резьбовых соединениях труб (рис. Пб.8, б, табл. Пб.10) должны уплотняться внутри трубы, чтобы предотвратить переток воды помимо расчетной отверстия.

4. Установка термометров. Корпус гильзы для установки термометров должен привариваться к трубопроводу до его гидравлического испытания. При отсутствии

термометра корпус должен глушиться пробкой. Размеры гильзы термометра (рис. Пб.9) должны соответствовать диаметру трубопровода согласно следующим данным:

Диаметр трубопровода, мм	100—125	150—200	250—350
A , мм	350	400	470
A_1 , мм	180	150	180
A_2 , мм	280	300	330

Продолжение

Диаметр трубопровода, мм	400—500	600—900	1000—1200	1400
A , мм	650	780	950	1150
A_1 , мм	180	240	270	270
A_2 , мм	330	390	420	420

Таблица Пб.9. Размеры дроссельных диафрагм, мм, для установки во фланцевых соединениях

Размеры диафрагм	Диаметр трубопровода D_y , мм										
	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200
D	61	71	84	92	107	127	142	162	192	217	272
l	50	60	60	75	75	75	90	90	90	100	100
δ	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5
d_0	По расчету										

Таблица Пб.10. Размеры дроссельных диафрагм, мм, для установки в резьбовых соединениях (сгонах)

Размеры диафрагм	Диаметр условного прохода D_y , мм и дюймы							
	15	20	25	32	40	50	70	80
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
D_H	21,3	26,8	33,5	42,3	48,0	60,0	75,5	88,5
D_B	15,7	21,2	27,1	35,9	41,0	53,0	67,5	80,5
D	18,6	24,1	30,3	38,9	44,8	56,6	72,2	84,7
D_1	15,2	20,7	26,5	35,3	40,5	52,5	67,0	80,0
d_0	По расчету							

5. Установка манометров. Манометры должны устанавливаться строго в вертикальном положении и соединяться с теплопроводом при помощи успокоительных устройств (трубки Перкинса) и трехходовых кранов (рис. Пб.10). В тепловых камерах верхний обрез крана должен находиться не менее чем на 100 мм от перекрытия. Манометры, установленные в одном помещении, должны находиться на одном уровне.

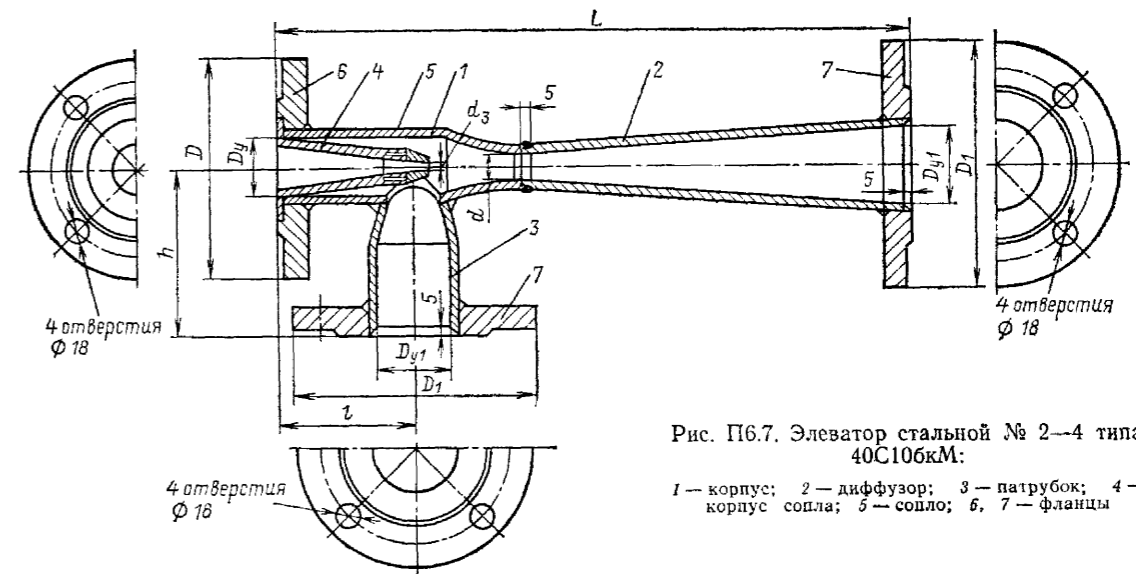


Рис. Пб.7. Элеватор стальной № 2—4 типа 40С10бкМ:

1 — корпус; 2 — диффузор; 3 — патрубок; 4 — корпус сопла; 5 — сопло; 6, 7 — фланцы

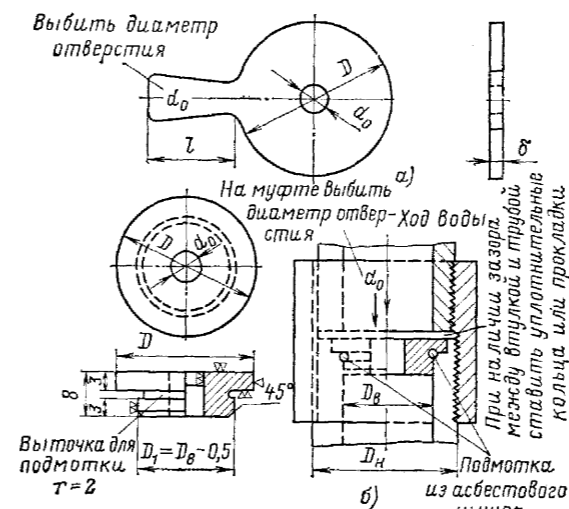


Рис. Пб.8. Дроссельные диафрагмы для фланцевых и сгонных соединений трубопровода тепловых сетей: а — диафрагма для установки во фланцевом соединении; б — дроссельная втулка для установки в сгонах

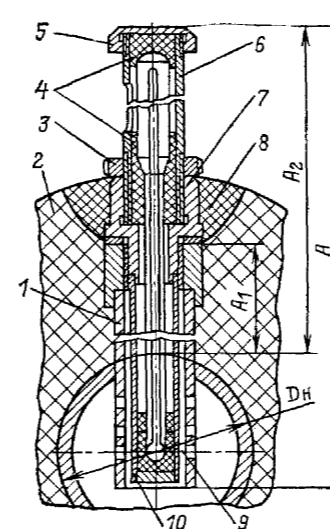


Рис. Пб.9. Установка термометра на трубопроводе тепловой сети:

1 — корпус; 2 — изоляция трубы; 3 — гайка; 4 — шнур асбестовый; 5 — колпачок; 6 — чехол; 7 — карман; 8 — изоляция кармана; 9 — шнур асбестовый; 10 — опилки металлические

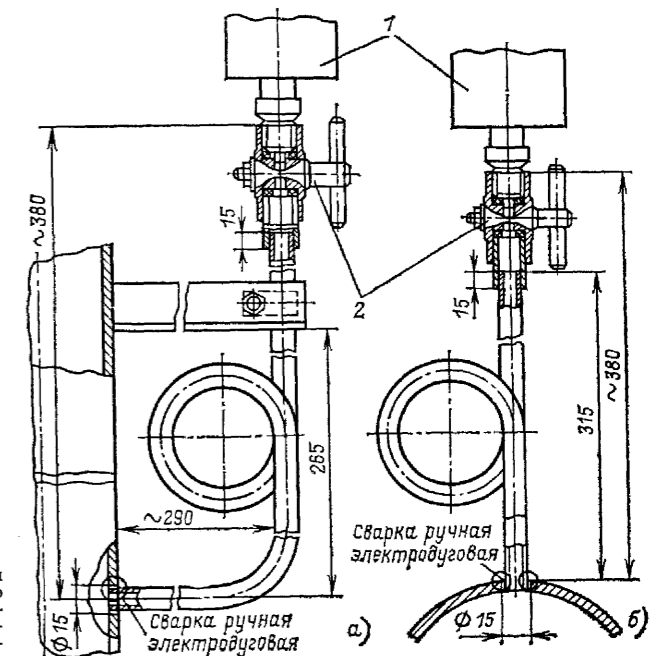


Рис. Пб.10. Установка манометра: а — на вертикальном; б — на горизонтальном трубопроводе; 1 — манометр; 2 — трехходовой кран

ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛИ

1. Паровые водоподогреватели. Эти подогреватели (рис. П7.1) выпускаются с латунными трубками диаметром 16/14 мм с двумя (ОСТ 34.531-68 и ОСТ 34.576-68) и четырьмя (ОСТ 34.532-68 и ОСТ 34.577-68) ходами нагреваемой воды. Технические данные подогревателей приведены в табл. П7.1.

Двухходовые подогреватели не имеют разделительной перегородки в водяной камере.

Подогреватели по ОСТ 34.531-68 и 34.532-68 выпускаются с плоскими днищами, а по ОСТ 34.576-68 и 34.577-68 — с отбортованными днищами. Подогреватели указанных стандартов выпускаются 16 типоразмеров (номеров). В подогревателях № 1—9 длина трубок равна 3 м, а в подогревателях № 11—17 — 2 м.

Необходимая площадь поверхности нагрева парово-

дяного подогревателя может быть определена по номограмме, приведенной на рис. П7.2.

2. Водно-водяные водоподогреватели. Секционные водо-водяные подогреватели по ОСТ 34.588-68 (рис. П7.3, табл. П7.2) выпускаются с латунными трубками диаметром 16×1 мм на давления до 10 и до 16 кгс/см². Диаметры штуцеров, соединяющих между собой секции подогревателей, меньше диаметров корпусов на одну ступень сортаментного ряда стальных труб.

Длины корпусов L подогревателей, рассчитанных на давление до 10 кгс/см² (с нечетными номерами) и до 16 кгс/см² (с четными номерами), равны 2000 мм. Корпуса подогревателей, рассчитанных на давление до 10 кгс/см² (четных номеров) и до 16 кгс/см² (нечетных номеров) имеют длину 4000 мм.

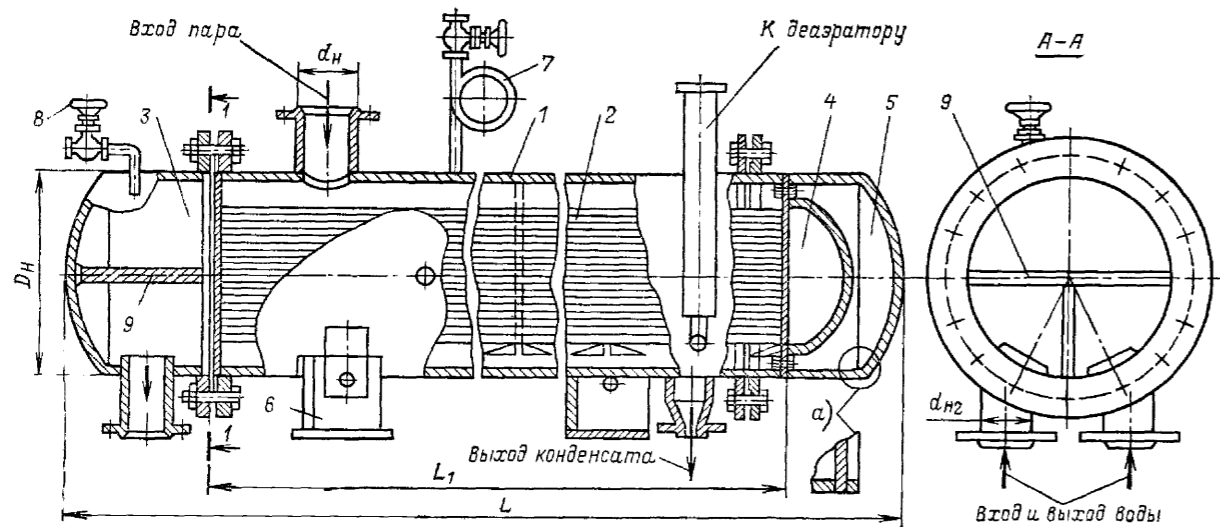
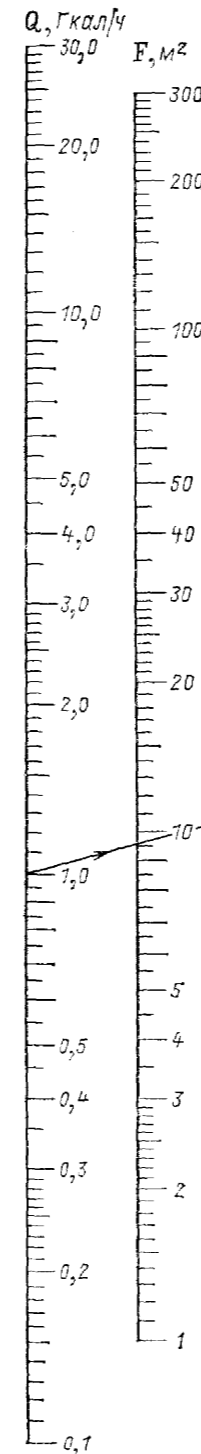


Рис. П7.1. Пароводяной подогреватель по ОСТ 34.576-68 и ОСТ 34.577-68:

1 — корпус; 2 — трубная система; 3 — передняя камера; 4 — задняя камера; 5 — крышка; 6 — опора; 7 — сильфонная трубка для манометра; 8 — воздушный кран; 9 — разделительная перегородка

Таблица П7.1. Технические данные пароводяных подогревателей по ОСТ 34.531-68, ОСТ 34.532-68, ОСТ 34.576-68 и ОСТ 34.577-68

Номер подогревателя	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Диаметры, мм				Общая длина корпуса L , мм	Трубки латунные диаметром 16×1 мм		Площадь живого сечения, м ²		
		корпуса $D_{вн}$	присоединительных патрубков		Общее количество z		Приведенное число в вертикальном ряду m	межтрубного пространства f , мм		одного хода трубок водоподогревателя f_x	
			$d_{ц}$	$d_{н2}$				четырёхходового	двухходового	четырёхходового	двухходового
1	9,5	309	108	108	108	2588	68	8,5	0,061	0,0026	0,0652
2	17,2	412	159	108	133	3630	124	10,3	0,108	0,0048	0,0996
3	24,4	466	159	108	159	3750	176	12,6	0,135	0,0068	0,0136
4	32,0	516	219	133	219	3788	232	14,5	0,162	0,0090	0,0180
5	53,9	616	273	159	219	3915	392	17,8	0,219	0,0151	0,0302
6	76,8	704	273	219	273	4015	560	21,6	0,277	0,0216	0,0432
7	108,0	804	325	219	325	4154	792	26,4	0,349	0,0302	0,0604
8	140,6	1002	377	219	325	4250	1032	30,4	0,581	0,0397	0,0795
9	224,0	1200	377	273	325	4415	1652	39,4	0,799	0,0636	0,1272
11	6,3	309	108	—	108	2588	68	8,5	0,061	—	0,0052
12	11,4	412	159	—	133	2630	124	10,3	0,108	—	0,0096
13	16,0	466	159	—	159	2750	176	12,6	0,135	—	0,0136
14	21,2	516	219	—	219	2798	232	14,5	0,162	—	0,0180
15	35,3	616	273	—	219	2915	392	17,8	0,219	—	0,0302
16	50,5	704	325	—	273	3015	560	21,6	0,277	—	0,0432
17	71,6	804	377	—	325	3154	792	26,4	0,349	—	0,0604



Ключ к номограмме:
 $Q \rightarrow F \leftarrow \Delta t$

Температурный график работы водяной тепловой сети $(t_1 - t_2)$, °C

Номограмма построена по формуле:
 $Q = KF(t_n - t_{cp})$

Рис. П7.2. Номограмма для определения требуемой площади поверхности нагрева пароводяных подогревателей по ОСТ 34.531-68—34.577-68

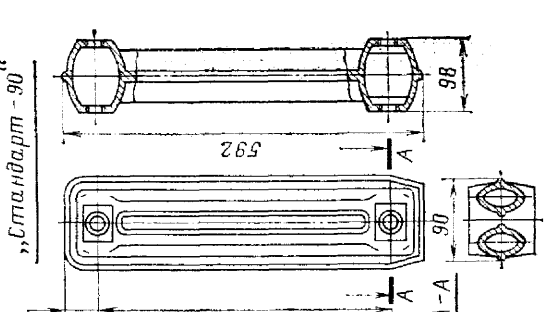
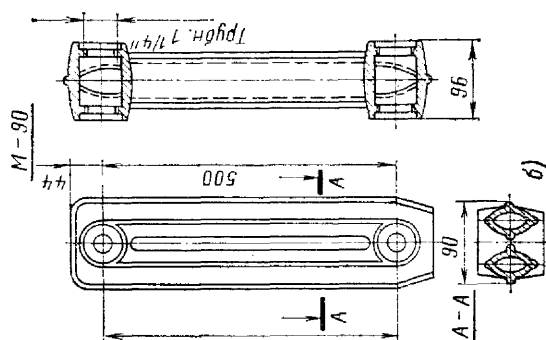
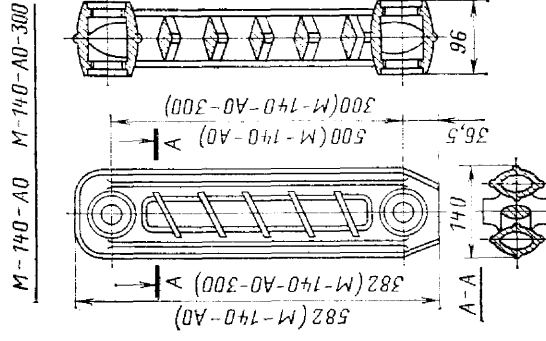
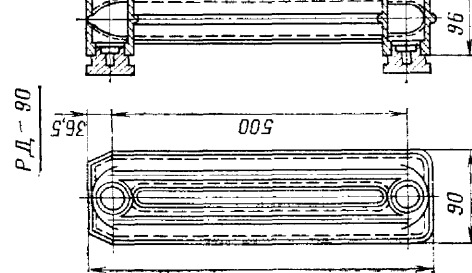
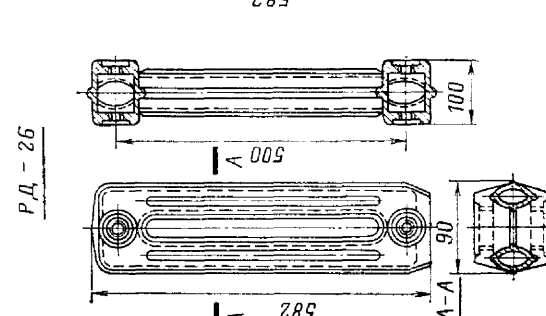
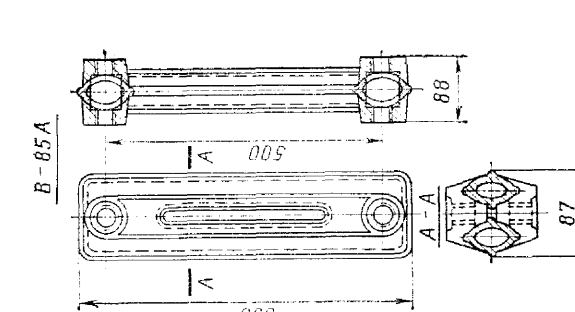
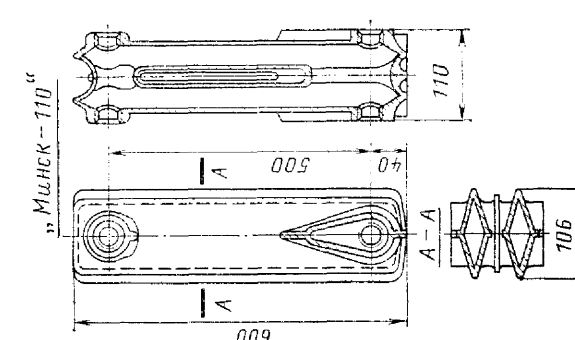
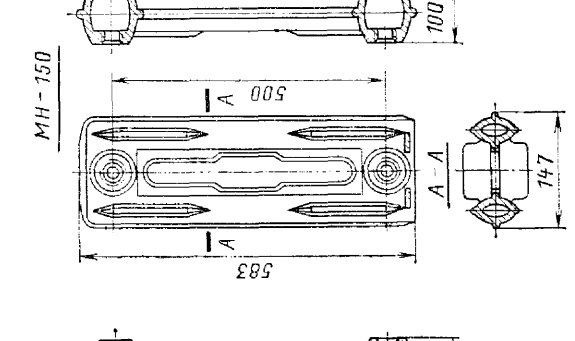
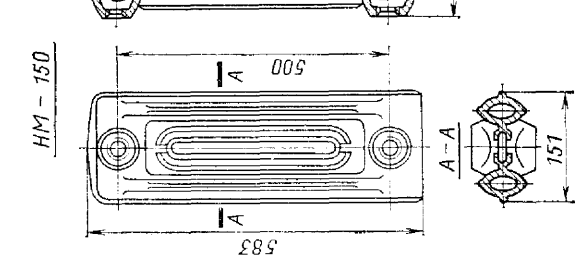
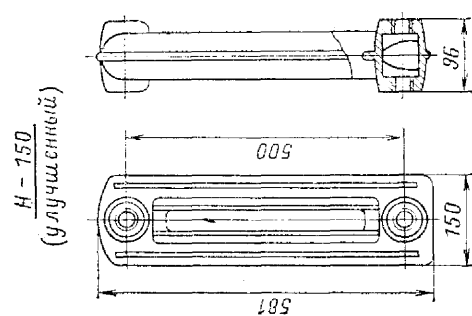
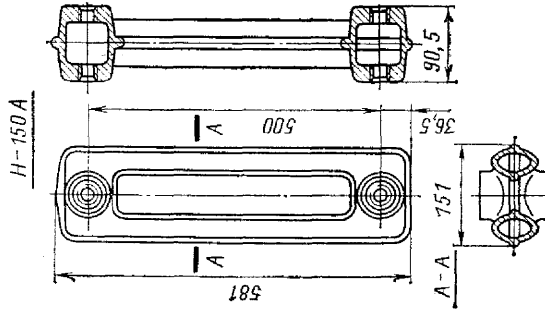
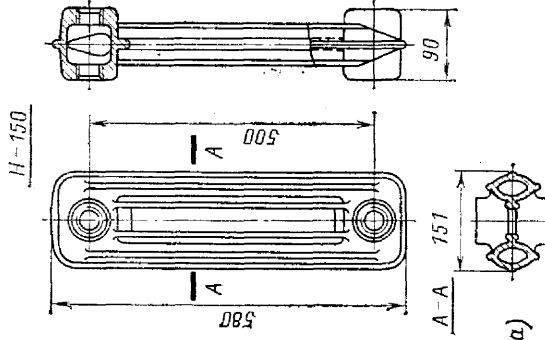
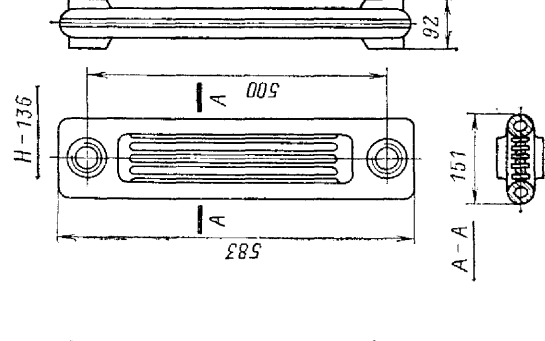
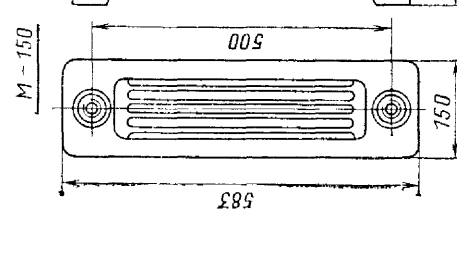
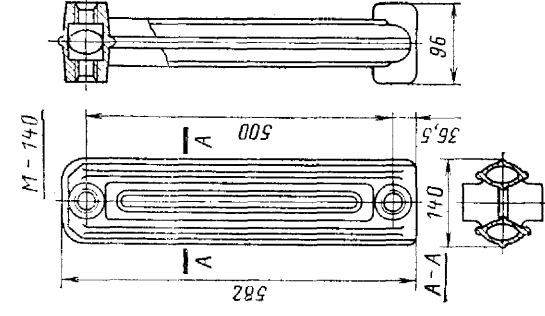
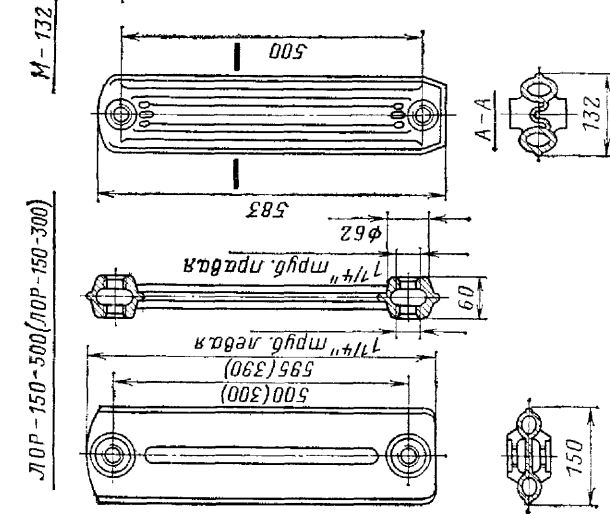
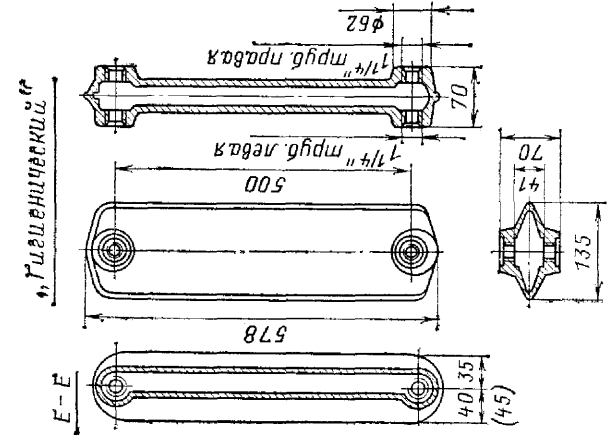
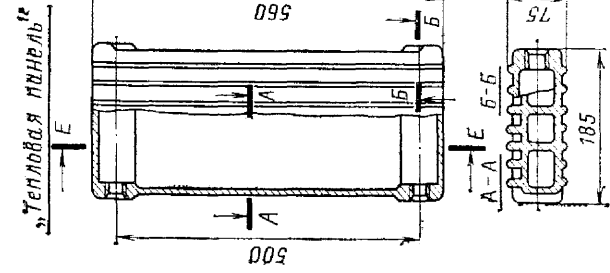
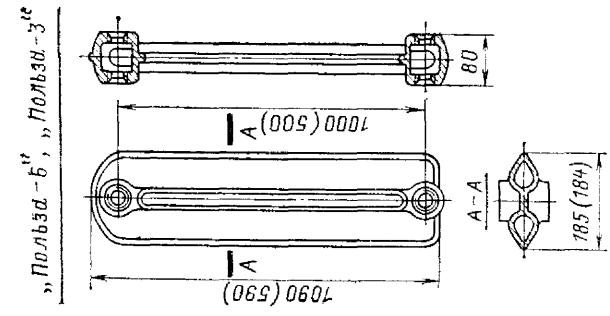


Рис. П8.1. Радиаторы отопительные чугунные

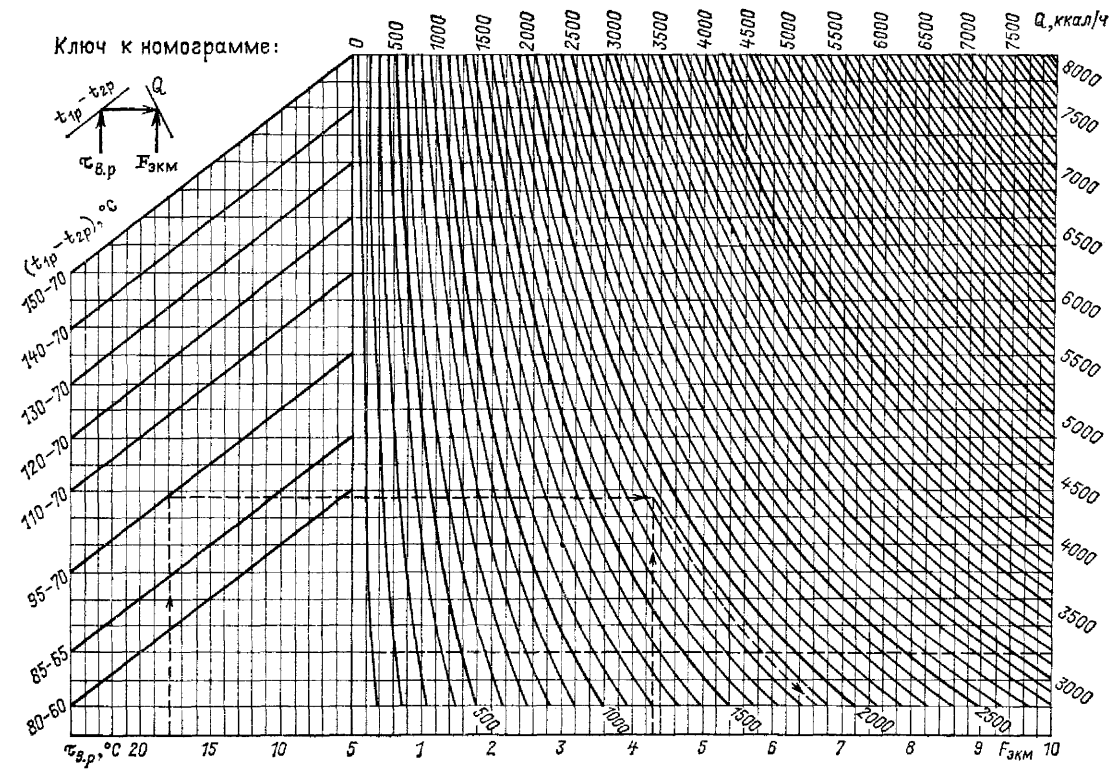


Рис. П8.2. Номограмма для определения теплоотдачи чугунных отопительных радиаторов, ребристых труб и регистров из стальных гладких труб

Таблица П8.2. Технические данные радиаторов марки МЗ

Марка прибора	Число колец	Длина L, м	Площадь поверхности нагрева, F					
			одиночных МЗ			спаренных МЗ		
			м²	экм	коэф-циент пересчета	м²	экм	коэф-циент пересчета
МЗ-500-1	8	518	0,64	0,83	1,3	1,28	1,41	1,1
МЗ-500-2	12	766	0,96	1,25	1,3	1,92	2,12	1,1
МЗ-500-3	16	952	1,2	1,56	1,3	2,4	2,65	1,1
МЗ-500-4	20	1262	1,6	2,08	1,3	3,2	3,53	1,1
МЗ-500-5	24	1510	1,92	2,40	1,25	3,84	4,24	1,1
МЗ-350-1	8	518	0,425	0,6	1,4	0,85	1,01	1,19
МЗ-350-2	12	766	0,637	0,89	1,4	1,275	1,52	1,19
МЗ-350-3	16	952	0,828	1,16	1,4	1,656	1,97	1,19
МЗ-350-4	20	1262	1,062	1,49	1,4	2,125	2,52	1,19
МЗ-350-5	24	1510	1,275	1,78	1,4	2,55	3,04	1,19

Теплоотдача радиаторов МЗ определяется в зависимости от их площади поверхности нагрева, экм, по номограмме на рис. П8.2.

Радиаторы ЗС (рис. П8.4) состоят из двух штампованных листов, сваренных по периметру сплошным швом и образующих горизонтальный змеевик из 8 или 10 каналов. В зависимости от расстояния между центрами присоединительных отверстий восьмиканальные радиаторы подразделяются на средние (тип 1) высотой 500 мм и низкие (тип 2) высотой 300 мм.

Примеры обозначения восьмиканальных радиаторов марки ЗС:

ЗС-11-3 и ЗС-21-3, где ЗС — стальной радиатор змеевиконого типа; 1 — одиночный прибор; 2 — спаренный; 1 — радиатор среднего типа по высоте; 3 — типоразмер прибора.

Марка радиатора	Длина прибора, м	Площадь поверхности нагрева F прибора						Вместимость одной панели
		одиночного типа ЗС-11-№ или ЗС-1-№			спаренного типа ЗС-21-№ или ЗС-2-№			
		м²	экм	коэф-циент пересчета	м²	экм	коэф-циент пересчета	
ЗС-11-5	844	1,13	1,51	1,33	2,26	2,56	1,13	5,22
ЗС-11-6	1018	1,35	1,81	1,33	2,7	3,08	1,13	6,26
ЗС-11-7	1190	1,60	2,13	1,33	3,2	3,59	1,13	7,34
ЗС-11-8	1375	1,72	2,29	1,33	3,44	3,86	1,13	8,40
ЗС-11-9	1532	2,05	2,73	1,33	4,10	4,65	1,13	9,34
ЗС-1-3	570	0,65	0,90	1,38	1,30	1,50	1,15	2,85
ЗС-1-4	720	0,84	1,12	1,33	1,68	1,86	1,11	3,5
ЗС-1-5	880	1,06	1,36	1,28	2,10	2,26	1,08	4,6
ЗС-1-6	1060	1,28	1,62	1,26	2,56	2,69	1,05	5,3
ЗС-1-7	1240	1,51	1,87	1,24	3,02	3,11	1,03	6,25
ЗС-1-8	1430	1,76	2,14	1,22	3,52	3,56	1,01	7,0
ЗС-1-9	1600	1,98	2,40	1,21	3,96	3,99	1,01	8,2

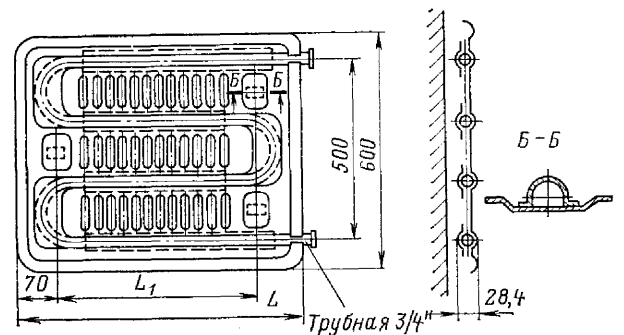


Рис. П8.5. Радиаторы стальные листотрубные марки КЛТ

Десятиканальные приборы выпускаются только среднего типа и обозначаются: ЗС-1-№ или ЗС-2-№.

Технические данные радиаторов ЗС средней модели приведены в табл. П8.3.

Расчет теплоотдачи приборов производится при помощи номограммы, приведенной на рис. П8.12.

Радиаторы марки КЛТ (рис. П8.5) выпускаются высотой 500 мм. Они состоят из стального штампованного листа и четырехходового змеевика, изготовленного из водогазопроводных труб и приваренного к листу с его тыльной стороны.

Технические данные радиаторов КЛТ приведены в табл. П8.4.

Расчет теплоотдачи проводится по номограмме рис. П8.8.

3. Трубы отопительные чугунные ребристые (ГОСТ 1816-76). Чугунные ребристые трубы с круглыми ребрами изготавливаются длиной 0,5; 0,75; 1,0 и 2,0 м на давление 6 кгс/см². Площадь поверхности нагрева 1 м ребристой трубы равна 2 м², а вместимость — 3,85 л. Площади поверхностей нагрева регистров из ребристых труб приведены в табл. П8.5. Теплоотдача ребристых труб рассчитывается по номограмме рис. П8.2.

4. Регистры из стальных гладких труб. Стальные гладкие трубы применяются как отопительные приборы в виде сварных регистров, устанавливаемых вдоль стен производственных помещений.

Теплоотдача стальных труб определяется по номограмме рис. П8.2 исходя из площади их поверхности нагрева, экм, определяемой по табл. П8.6.

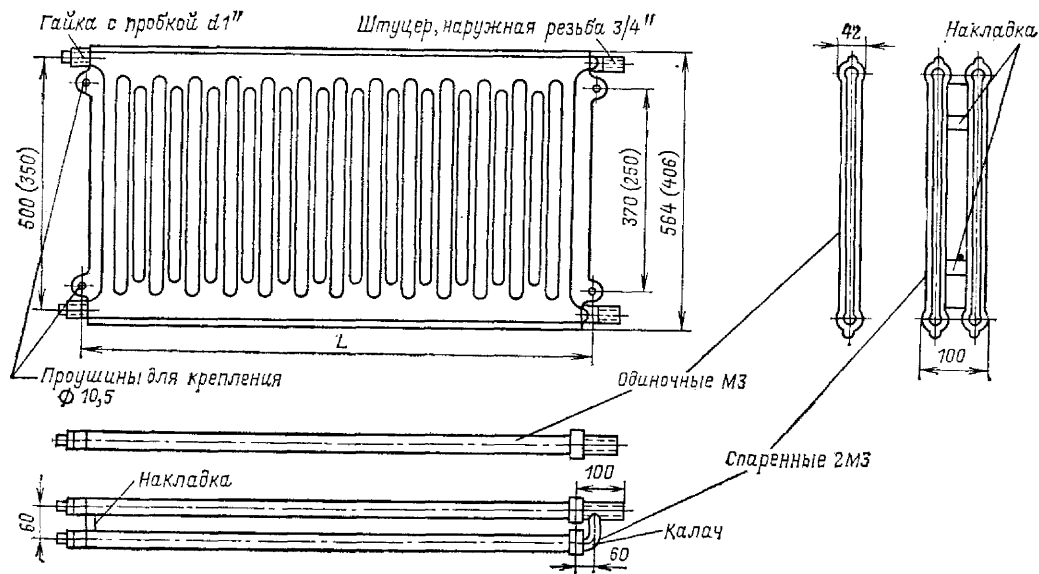


Рис. П8.3. Радиаторы стальные панельные типа МЗ

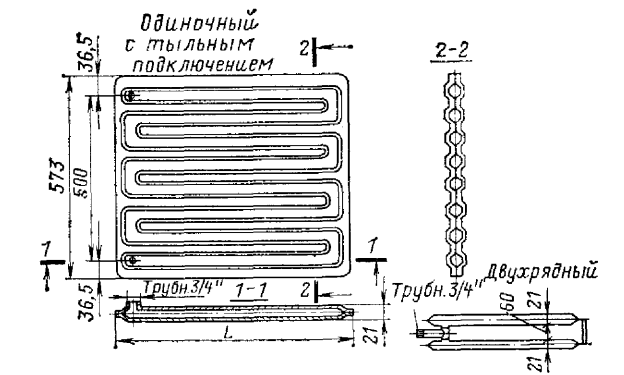


Рис. П8.4. Радиаторы стальные панельные змеевиконого типа ЗС

Таблица П8.3. Технические данные радиаторов марки ЗС

Марка радиатора	Длина прибора, м	Площадь поверхности нагрева F прибора						Вместимость одной панели
		одиночного типа ЗС-11-№ или ЗС-1-№			спаренного типа ЗС-21-№ или ЗС-2-№			
		м²	экм	коэф-циент пересчета	м²	экм	коэф-циент пересчета	
ЗС-11-3	545	0,73	0,97	1,33	1,46	1,65	1,13	3,34
ЗС-11-4	694	0,93	1,24	1,33	1,86	2,11	1,13	4,26

Таблица П8.4. Технические данные радиаторов КЛТ

Марка радиатора	Размеры, мм		Площадь поверхности нагрева радиаторов F					
	L	L ₁	одиночных			спаренных		
			м ²	экв	коэфф-циент расчета	м ²	экв	коэфф-циент расчета
КЛТ-1	600	460	0,81	0,77	0,955	0,81	—	—
КЛТ-2	800	660	1,08	1,03				
КЛТ-3	1000	860	1,35	1,29				
КЛТ-4	1200	1060	1,62	1,55				
КЛТ-5	1400	1260	1,89	1,80				
КЛТ-6	1600	1460	2,16	2,06				
КЛТ-7	2000	1860	2,70	2,58				

Таблица П8.5. Площадь поверхностей нагрева регистров из ребристых труб

Число рядов труб по вертикали	Площадь поверхности нагрева F, экв, при длине одного ряда, м							
	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5
	1	0,69	1,03	1,38	2,07	2,76	4,15	5,52
2	1,28	1,92	2,57	3,85	5,14	7,70	10,03	12,60
3	1,60	2,38	3,18	4,79	6,38	9,56	12,75	15,95
4	1,90	2,84	3,80	5,71	7,62	11,45	15,20	19,00

Таблица П8.6. Площадь поверхности нагрева 1 м гладкой трубы

Вид поверхности	Диаметр трубопровода, мм											
	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
Геометрическая поверхность, м ²	0,1	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28	0,34	0,42	0,50	0,69	0,86	1,02
Эквивалентная поверхность, экв, при одном ряде труб в регистре по вертикали	0,16	0,19	0,24	0,30	0,38	0,45	0,54	0,66	0,78	1,08	1,37	1,63
То же при двух рядах и более	0,13	0,15	0,19	0,24	0,31	0,36	0,43	0,53	0,66	0,92	1,10	1,30

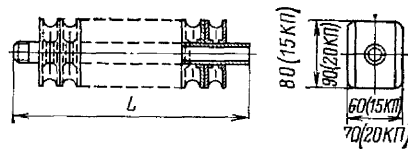


Рис. П8.6. Конвектор плинтусный стальной без кожуха марки КП

5. Конвекторы отопительные. Конвекторы плинтусные марки КП (рис. П8.6) состоят из стальных труб $D_y=15$ или 20 мм и пластин оребрения, образующих основную поверхность нагрева. Конвекторы комплектуются в блоки с одно-, двух-, трех- и четырехрядным расположением элементов по вертикали. Каждый ряд может состоять из одного или двух последовательно соединенных элементов.

Пример условного обозначения конвектора: конвектор 15КП-1,0, где 15 — условный диаметр труб, мм; КП — конвектор плинтусный; 1,0 — длина одной секции, м.

Таблица П8.7. Технические данные однорядных конвекторов типа КП

Марка прибора	Длина, мм	Площадь поверхности нагрева F при диаметре трубы					
		$D_y=15$ мм			$D_y=20$ мм		
		м ²	экв	коэфф-циент расчета	м ²	экв	коэфф-циент расчета
КП-0,5	500	0,37	0,25	0,68	0,49	0,28	0,62
КП-0,75	750	0,55	0,34	0,63	0,68	0,42	0,62
КП-1,0	1000	0,73	0,46	0,63	0,91	0,57	0,62
КП-1,25	1250	0,95	0,60	0,63	1,15	0,72	0,62
КП-1,5	1500	1,14	0,70	0,63	1,43	0,89	0,62
КП-1,75	1750	1,37	0,85	0,63	1,67	1,04	0,62
КП-2,0	2000	1,46	0,92	0,63	1,91	1,18	0,62

Примечание. При двухрядной установке площадь поверхности нагрева, экв, определенная по таблице, принимается с $K=0,98$, а при трех- и четырехрядной — с $K=0,935$.

Теплоотдача конвекторов марки КП определяется по номограмме рис. П8.2 в зависимости от площади их поверхности нагрева, экв, определяемой по табл. П8.7. Конвекторы чугунные плинтусные марки ЛТ-10 (рис. П8.7) предназначены для отопления производственных помещений при температуре теплоносителя до 110 °С и давлении до 6 кгс/см².

Конвекторы устанавливаются в один или два ряда по высоте с расстоянием между осями каналов 200 мм. Допускается установка в три и четыре ряда по высоте. Одна секция конвектора имеет площадь поверхности нагрева 0,54 м² (0,53 экв). Вместимость секции 1,15 л. Теплоотдача 1 экв конвектора при однорядной установке определяется в зависимости от температур-

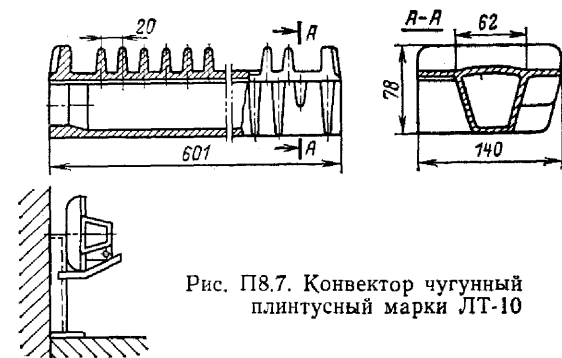


Рис. П8.7. Конвектор чугунный плинтусный марки ЛТ-10

ного напора и расхода теплоносителя по номограмме, приведенной на рис. П8.8. Для двух-, трех- и четырехрядных установок значения теплоотдачи, подсчитанные по номограмме, следует принимать с коэффициентами соответственно 0,92; 0,87 и 0,83.

Конвекторы отопительные «Комфорт» (рис. П8.9) состоят из нагревательных элементов, изготовленных из труб условным диаметром 15 или 20 мм, разборных кожухов из стальных лицевых панелей, воздушных клапанов и воздуховыпускных решеток, образованных профилированными ребрами.

Конвекторы «Комфорт» предназначены для отопительных систем с температурой теплоносителя до 150 °С и давлением до 10 кгс/см². Воздушный клапан регулирует количество воздуха, проходящего через конвектор, и может занимать четыре фиксированных положения. При полностью закрытом клапане теплоотдача конвектора снижается в 4 раза.

Таблица П8.8. Технические данные настенных, островных и напольных конвекторов «Комфорт» с $D_y=15$ мм

Марка прибора	Длина L, мм	Глубина a, мм	Шаг оребрения S, мм	Площадь поверхности нагрева F, экв
Нн-1	710	62	7,5	0,76
Нн-2	1110	62	7,5	1,27
Нн-3	1510	62	7,5	1,78
Нн-5	710	123	7,5	0,985
Нн-6	710	123	5,0	1,24
Нн-8	1110	123	7,5	1,64
Нн-9	1110	123	5,0	2,06
Нн-11	1510	123	7,5	2,30
Нн-12	1510	123	5,0	2,87
Нн-13	710	123	7,5	1,53
Нн-14	1110	123	7,5	2,55
Нн-15	1510	123	7,5	3,57
Нн-16	510	124	7,5	0,66
Нн-17	510	124	5,0	0,82
Нн-18	560	124	7,5	0,74
Нн-19	560	124	5,0	0,93
Нн-20	860	124	7,5	1,23
Нн-21	860	124	5,0	1,50
Нн-22	910	124	7,5	1,30
Нн-23	910	124	5,0	1,65

Конвекторы подразделяются на настенные и островные (напольные), и те и другие могут быть проходными и концевыми, которые последовательно соединяются между собой.

Технические данные конвекторов типа «Комфорт» приведены в табл. П8.8 и П8.9.

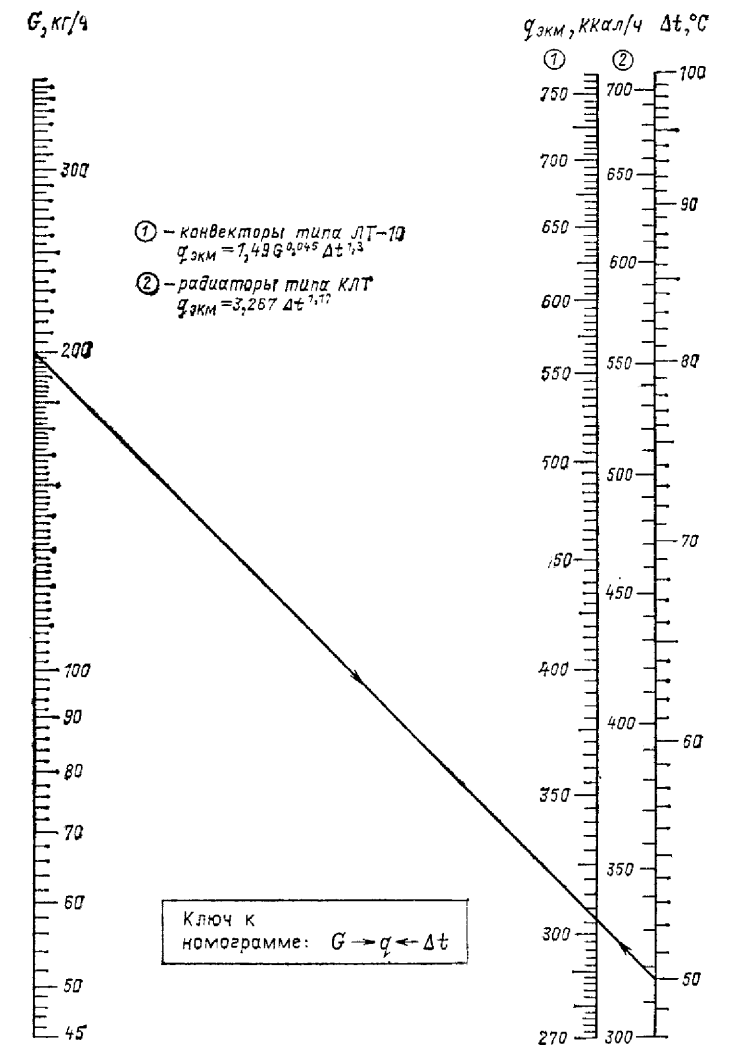


Рис. П8.8. Номограмма для определения теплоотдачи 1 экв конвектора марки ЛТ-10 и радиатора марки КЛТ

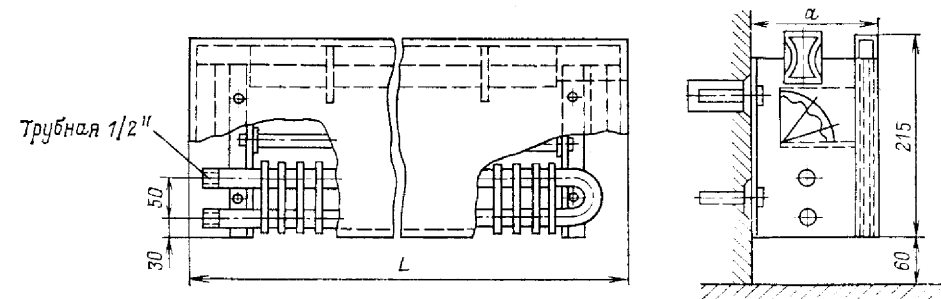


Рис. П8.9. Конвектор отопительный «Комфорт»

Таблица П8.9. Технические данные настенных, проходных и концевых конвекторов «Комфорт» с $D_y=20$ мм

Обозначение конвектора	Размеры конвектора, мм				Площадь поверхности нагрева, э.км	
	длина L	длина оребрения l	шаг оребрения S	глубина a	проходных типа КН20-П	концевых типа КН20-К
400-5	500	400	5	160	1,2	1,1
400-10	500	400	10	160	0,8	0,75
500-5	600	500	5	160	1,5	1,4
500-10	600	500	10	160	1,0	0,95
600-5	700	600	5	160	1,8	1,7
700-5	800	700	5	160	2,1	2,0
800-5	900	800	5	160	2,4	2,3
900-5	1000	900	5	160	2,7	2,6
1000-5	1100	1000	5	160	3,0	2,9
1100-5	1200	1100	5	160	3,3	3,2
200-5	1300	1120	5	160	3,6	3,5

Теплоотдача конвекторов «Комфорт» определяется по номограмме, рис. П8.12.

Отопительные конвекторы «Прогресс» предназначены для систем с температурой теплоносителя до 150 °С и давлением до 10 кгс/см². Конвектор «Прогресс» (рис. П8.10) состоит из оребренной стальной ленты трубы условным диаметром 15 или 20 мм и боковых стенок для настенного или напольного крепления. Шаг

Трубная 1/2" ($d_y=15$)
Трубная 3/4" ($d_y=20$)

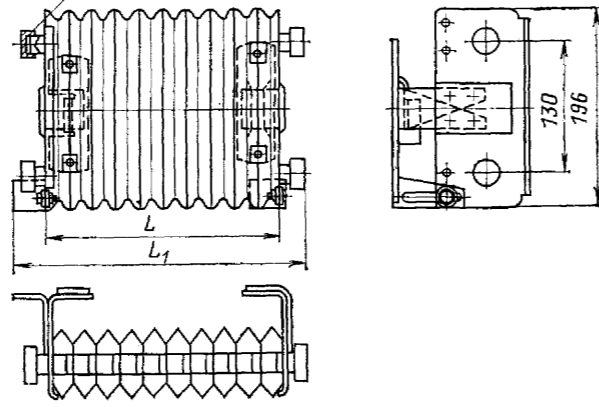


Рис. П8.10. Конвектор отопительный «Прогресс»

оробрения 20 мм. Конвекторы соединяются между собой последовательно или параллельно. За условную длину конвектора «Прогресс» принимается длина его оребренной части. Технические данные этих конвекторов приведены в табл. П8.10.

Пример условного обозначения конвектора «Прогресс»: 20К2-1,4, где 20 — диаметр условного прохода трубы, мм; К2 — двухрядная установка конвектора; 1,4 — условная длина прибора, м.

Таблица П8.10. Технические данные конвекторов типа «Прогресс»

Марка прибора	Условная длина L , м	Число ребер в ряду	Площадь поверхности нагрева F конвекторов							
			15К				20К			
			однорядных		двухрядных		однорядных		двухрядных	
м ²	э.км	м ²	э.км	м ²	э.км	м ²	э.км			
К-0,4	0,4	19	0,88	0,49	1,76	0,87	0,88	0,47	1,76	0,84
К-0,5	0,5	24	1,11	0,61	2,22	1,09	1,10	0,59	2,20	1,06
К-0,6	0,6	29	1,33	0,73	2,66	1,31	1,32	0,71	2,64	1,26
К-0,7	0,7	34	1,55	0,86	3,10	1,53	1,54	0,83	3,08	1,48
К-0,8	0,8	39	1,77	0,98	3,54	1,74	1,76	0,95	3,52	1,88
К-0,9	0,9	44	1,99	1,11	3,98	1,96	1,98	1,07	3,96	1,90
К-1,0	1,0	49	2,21	1,23	4,42	2,18	2,20	1,19	4,40	2,12
К-1,1	1,1	54	2,43	1,35	4,86	2,40	2,42	1,31	4,84	2,32
К-1,2	1,2	59	2,65	1,48	5,30	2,62	2,64	1,44	5,28	2,52
К-1,3	1,3	63	2,88	1,59	4,76	2,84	2,86	1,54	5,72	2,74
К-1,4	1,4	68	3,10	1,72	6,20	3,05	3,08	1,66	6,16	2,96
К-1,5	1,5	73	3,32	1,84	6,64	3,24	3,30	1,78	6,60	3,16
К-1,6	1,6	78	3,54	1,96	7,08	3,49	3,52	1,90	7,04	3,38
К-1,7	1,7	83	3,76	2,09	7,52	3,71	3,74	2,02	7,48	3,59
К-1,8	1,8	88	3,98	2,21	7,96	3,92	3,96	2,14	7,92	3,80
К-1,9	1,9	93	4,20	2,34	8,40	4,14	4,18	2,26	8,36	4,02
К-2,0	2,0	98	4,42	2,46	8,84	4,36	4,40	2,38	8,80	4,22

Таблица П8.11. Технические данные отопительных приборов «Аккорд»

Марка прибора	Длина, м	Число ребер	Площадь поверхности нагрева F , э.км, при числе рядов в установке					
			1	2	3	4	5	6
A12	460	12	0,6	1,11	1,61	2,11	2,61	3,12
A16	620	16	0,8	1,47	2,14	2,82	3,49	4,16
A20	780	20	1,0	1,84	2,68	3,52	4,36	5,20
A24	940	24	1,2	2,21	3,21	4,23	5,23	6,23
A28	1100	28	1,4	2,58	3,75	4,93	6,10	7,27
A32	1260	32	1,6	2,94	4,28	5,63	6,95	8,30
A36	1420	36	1,8	3,31	4,82	6,34	7,85	9,35
A40	1580	40	2,0	3,68	5,35	7,04	8,72	10,40
A48	1880	48	2,4	4,42	6,42	8,45	10,45	12,45

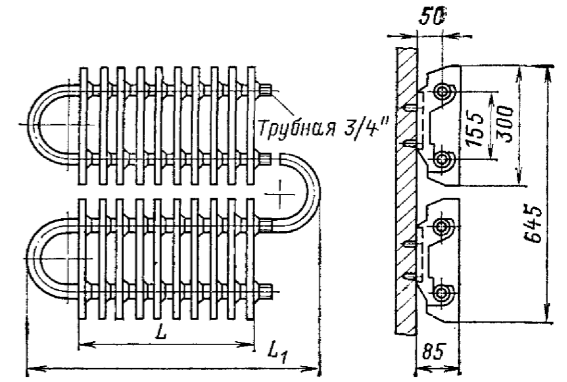


Рис. П8.11. Отопительные приборы «Аккорд»

Теплоотдача конвекторов «Прогресс» определяется по номограмме рис. П8.12.

Отопительные приборы «Аккорд» предназначены для систем отопления с температурой теплоносителя до 150 °С и давлением до 10 кгс/см². Прибор состоит из труб условным диаметром 20 мм для прохода теплоно-

сителя и П-образных элементов оребрения (рис. П8.11). Прибор крепится к стене на кронштейнах.

Технические данные приборов «Аккорд» приведены в табл. П8.11.

Теплоотдача определяется по номограмме, приведенной на рис. П8.12.

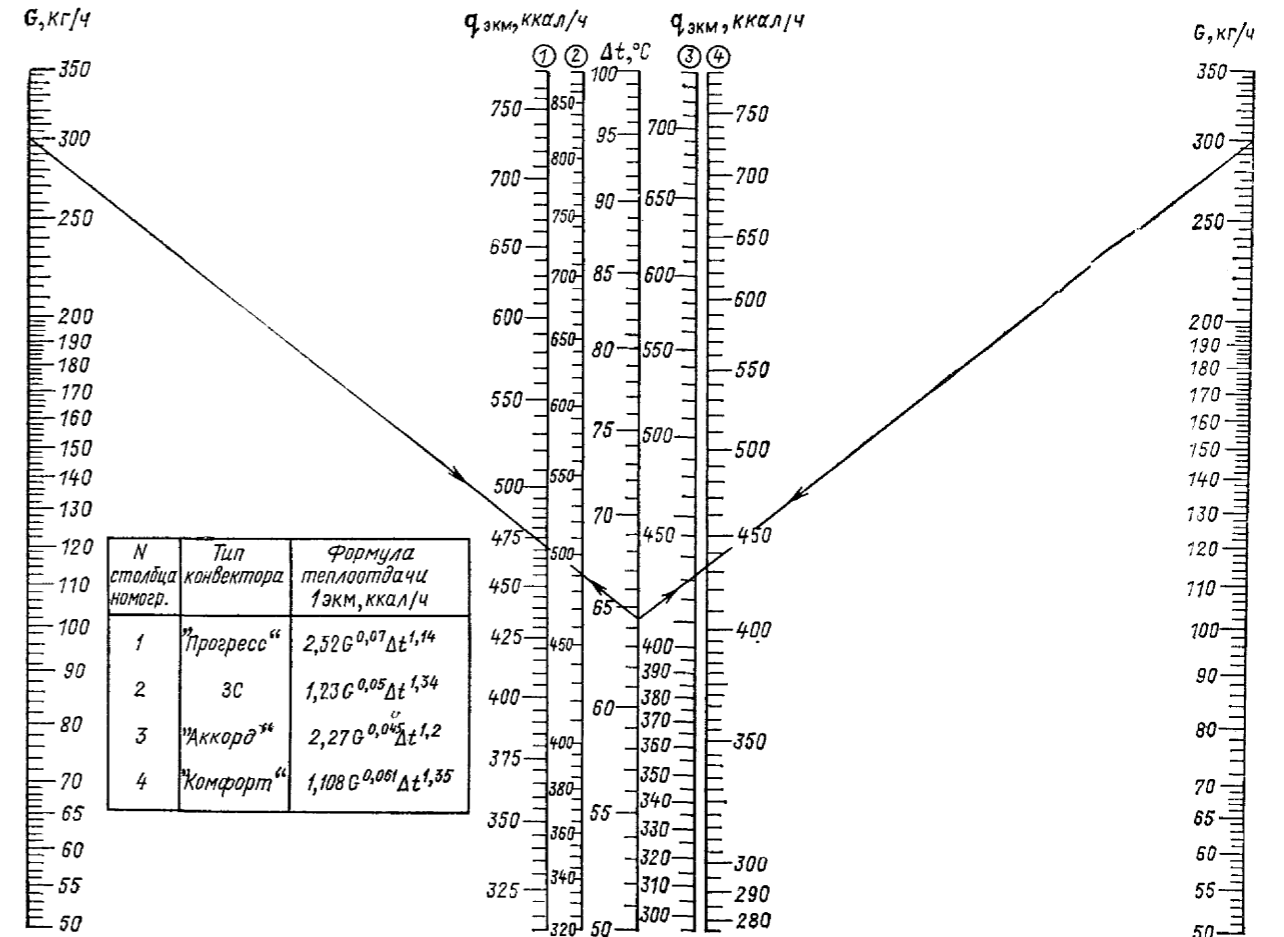


Рис. П8.12. Номограмма для определения теплоотдачи 1 э.км конвекторов «Прогресс», «Аккорд» и радиаторов змеевиковых ЗС

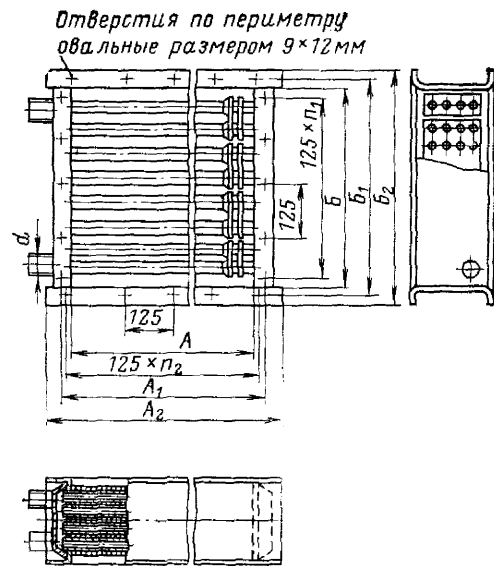


Рис. П9.6. Калориферы стальные пластинчатые многоходовые типа КЗВП и К4ВП

Калориферы марки КВБ-П-01 — четырехходовые, стальные пластинчатые, с плоскоовальными трубками и гофрированными пластинами поверхности нагрева. Размер трубок 73,4x10,6 мм по наружному измерению. Большая поверхность контакта пластин с греющими трубками и гофрировка поверхности пластин, вызывающая турбулизацию воздушного потока, способствуют увеличению коэффициента теплопередачи.

Калориферы КВБ-П-01 (рис. П9.7) выполняются со съемными боковыми щитками и уголками, что позволяет образовать сплошную поверхность нагрева из нескольких калориферов путем непосредственного соединения их между собой без промежуточных щитков и уголков.

Калориферы моделей Б-11 и Б-12 состоят из двух частей, соединяемых на месте монтажа в один калорифер. Каждая часть этих калориферов имеет самостоятельные входной и выходной патрубки. Рабочее давление калориферов КВБ-П-01 12 кгс/см².

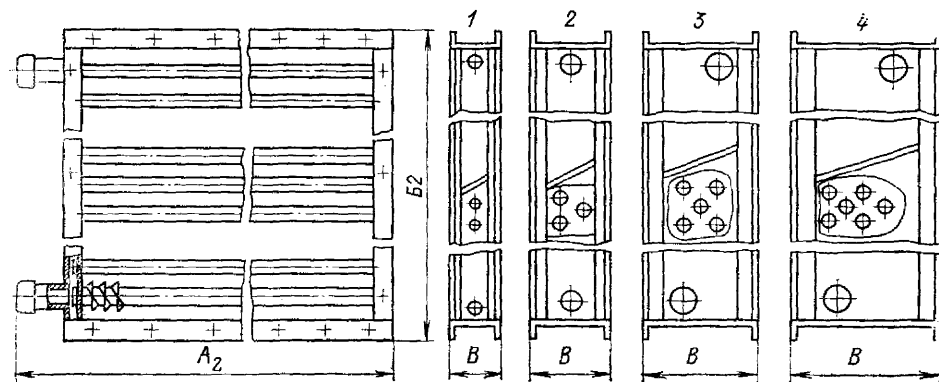


Рис. П9.8. Калориферы типа КСк: 1 — однорядный; 2 — двухрядный; 3 — трехрядный; 4 — четырехрядный

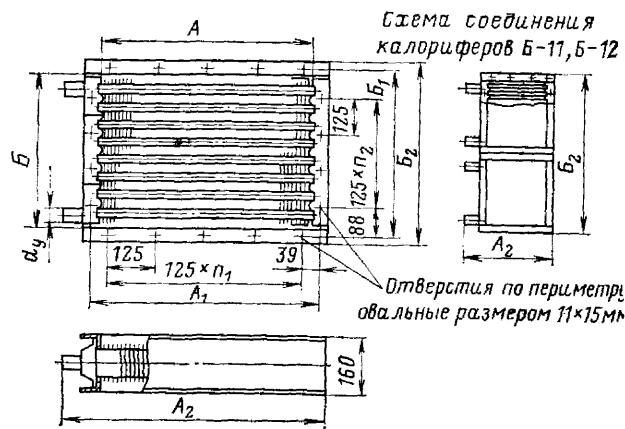


Рис. П9.7. Калориферы стальные пластинчатые многоходовые с плоскоовальными трубками типа КВБ-П-01 по ГОСТ 7201-80

Калориферы марки КСк (рис. П9.8) состоят из теплоотдающих элементов, трубных решеток, крышек и съемных боковых щитков, крепящихся к торцам трубных решеток при помощи болтов.

Теплоотдающие элементы калориферов КСк представляют собой спирально-накатные биметаллические трубы, расположенные в шахматном порядке, что обеспечивает высокие теплотехнические показатели. Каждый элемент теплопередающей поверхности состоит из двух труб, насаженных одна на другую. Внутренняя труба имеет диаметр 12 мм, а наружная, алюминиевая с накатным оребрением — диаметром 29 мм. Шаг оребрения 3 мм.

Калориферы марки КСк выпускаются четырех моделей: с одним, двумя, тремя и четырьмя рядами греющих труб по ходу воздуха. Каждая модель выпускается в 12 типоразмерах с единым шагом присоединительных размеров, равным 125 мм, что позволяет собирать калориферы по высоте и длине в сплошную поверхность нагрева и обеспечивать производительность калориферной установки до 500 тыс. м³/ч.

Калориферы типа КСк рассчитаны на рабочее давление до 12 кгс/см². Технические данные калориферов КСк приведены в табл. П9.8.

3. Воздухонагреватели для кондиционеров. Воздухонагреватели для кондиционеров марки КД [9] (рис. П9.9) выпускались секциями подогрева девяти типоразмеров, одно-, двух- и трехрядного исполнения.

Секции подогрева типа КД обозначались четырех- и пятизначными числовыми индексами, например КД 2019, в котором первые две или три цифры обозначали производительность кондиционера по воздуху, тыс. м³/ч, а последние две — число рядов труб по ходу воздуха: 17 — однорядная секция; 18 — двухрядная секция; 19 — трехрядная секция.

Секции подогрева производительностью 160, 200 и 240 тыс. м³/ч выпускались только одно- и двухрядными, что обозначалось в индексе последними двумя цифрами соответственно 23 и 24.

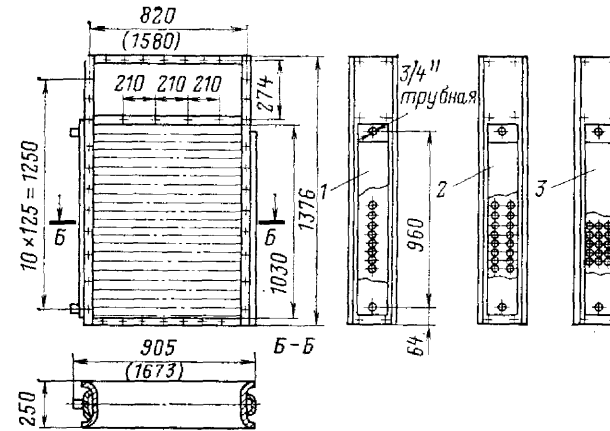


Рис. П9.9. Воздухонагреватели для кондиционеров типов КД-10 и КД-20:

1 — однорядный; 2 — двухрядный; 3 — трехрядный (размеры в скобках относятся к типу КД-20)

Т а б л и ц а П9.8. Технические данные калориферов КСк

Модель калорифера	Номер калорифера	Ширина А _г , мм	Высота Б _г , мм	Глубина В, мм	Число ходов	Количество трубок	Площадь поверхности нагрева F, м ²	Живое сечение, м ²		
								по воздуху f _в	среднее по f _г · 10 ³	
КСк-1 одно- рядная	1	680	450	110	2	12	2,45	0,078	0,3816	
	2	805	450			12	3,04	0,098	0,3816	
	3	930	450			12	3,63	0,119	0,3816	
	4	1055	450			12	4,22	0,139	0,3816	
	5	1305	450			12	5,40	0,181	0,3816	
	6	680	575			16	3,30	0,103	0,5088	
	7	805	575			16	4,07	0,130	0,5088	
КСк-2 двух- рядная	1	680	450	110	2	23	4,70	0,078	0,7320	
	2	805	450			23	5,82	0,098	0,7320	
	3	930	450			23	6,94	0,119	0,7320	
	4	1055	450			23	8,03	0,139	0,7320	
	5	1305	450			23	10,30	0,181	0,7320	
	6	687	575			31	6,40	0,103	0,9850	
	7	812	575			31	7,90	0,130	0,9850	
	8	937	575			31	9,40	0,158	0,9850	
	9	1062	575			31	10,90	0,185	0,9850	
	10	1312	575			31	13,90	0,240	0,9850	
КСк-3 трех- рядная	1	692	450	180	2	35	7,17	0,078	1,112	
	2	817	450			35	8,86	0,098	1,112	
	3	942	450			35	10,57	0,119	1,112	
	4	1067	450			35	12,28	0,139	1,112	
	5	1317	450			35	15,70	0,181	1,112	
	6	692	575			47	9,70	0,103	1,500	
	7	817	575			47	11,97	0,130	1,500	
	8	942	575			47	14,25	0,158	1,500	
	9	1067	575			47	16,52	0,185	1,500	
	10	1317	575			47	21,03	0,240	1,500	
	11	1812	1075			4	95	60,90	0,695	1,500
	12	1857	1575			143	91,80	1,045	2,300	
КСк-4 четы- рех- рядная	1	707	450	180	2	46	9,40	0,078	1,460	
	2	832	450			46	11,64	0,098	1,460	
	3	957	450			46	13,88	0,119	1,460	
	4	1082	450			46	16,12	0,139	1,460	
	5	1332	450			46	20,60	0,181	1,460	
	6	707	575			62	12,80	0,103	1,972	
	7	832	575			62	15,80	0,130	1,972	
	8	957	575			62	18,80	0,158	1,972	
	9	1082	575			62	21,80	0,185	1,972	
	10	1332	575			62	27,80	0,240	1,972	
	11	1827	1075			4	126	81,00	0,695	2,000
	12	1857	1575			190	122,40	1,045	3,000	

Продолжение табл. П9.8

Модель калорифера	Номер калорифера	Ширина А _г , мм	Высота Б _г , мм	Глубина В, мм	Число ходов	Количество трубок	Площадь поверхности нагрева F, м ²	Живое сечение, м ²	
								по воздуху f _в	среднее по f _г · 10 ³
КСк-1 одно- рядная	8	930	575			16	4,85	0,158	0,5088
	9	1055	575			16	5,62	0,185	0,5088
	10	1305	575			16	7,16	0,240	0,5088
	11	1805	1075		4	32	20,40	0,695	0,5088
12	1805	1575			48	30,60	1,045	0,7630	

Технические данные секций подогрева для кондиционеров марки КД приведены в табл. П9.9.

Секции подогрева типа КД нашли широкое применение в отопительно-вентиляционных системах промышленных зданий в качестве калориферов для приточных установок и воздушных завес.

Таблица П9.9. Технические данные секций подогрева кондиционеров типа КД

Индекс секции подогрева	Число рядов трубок по ходу воздуха	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Живое сечение для прохода воздуха f_B , м ²	Количество ходов по воде	Среднее живое сечение одного хода f_T , м ²
КД 1017	1	13,57	0,353	12	0,00051
КД 1018	2	27,14	0,353	12	0,00102
КД 1019	3	40,71	0,353	12	0,00153
КД 2017	1	26,85	0,698	6	0,00102
КД 2018	2	53,70	0,698	6	0,00204
КД 2019	3	80,56	0,698	6	0,00306
КД 4017	1	47,60	1,240	6	0,00142
КД 4018	2	95,20	1,240	6	0,00280
КД 4019	3	142,80	1,240	6	0,00421
КД 6017	1	83,00	2,130	6×2	0,00200
КД 6018	2	166,00	2,130	6×2	0,00400
КД 6019	3	249,00	2,130	6×2	0,00600
КД 8017	1	89,00	2,200	6×2	0,00178
КД 8018	2	178,00	2,200	6×2	0,00360
КД 8019	3	267,00	2,200	6×2	0,00534
КД 12017	1	140,00	3,440	6×2	0,00283
КД 12018	2	280,00	3,440	6×2	0,00568
КД 12019	3	420,00	3,440	6×2	0,00850
КД 16023	1	275,00	6,750	6×2	0,00140
КД 16024	2	550,00	6,750	6×2	0,00280
КД 20023	1	343,00	8,500	8×2	0,00153
КД 20024	2	686,00	8,500	8×2	0,00305
КД 24023	1	407,00	10,300	8×3	0,00153
КД 24024	2	814,00	10,300	8×3	0,00306

Выпуск секций подогрева типа КД промышленностью в настоящее время прекращен за исключением типоразмеров КД-10 и КД-20, подвергшихся незначительной модернизации, но сохранивших основные габаритные размеры, указанные на рис. П9.9.

Секции КД-10 и КД-20 обозначаются семизначными индексами, первые две цифры которых указывают на производительность по воздуху в десятках тысяч кубических метров в час, а пятая цифра указывает на число рядов труб по ходу воздуха (табл. П9.10).

Воздуонагреватели для кондиционеров марки КТ (табл. П9.11) выпускаются в виде унифицированных одно- и полтора метровых (по высоте) секций базовых

Таблица П9.10. Технические данные воздунонагревателей модернизированных марки КД

Обозначение секции	Число рядов трубок по ходу воздуха	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Живое сечение для прохода, м ²		Число ходов теплоносителя в секции	Число трубок в ходе	Общее число трубок
			воздуха f_B	теплоносителя f_T			
01.1110.0	1	12,9	0,35	0,000508	12	2	24
01.1120.0	2	25,8	0,35	0,001010	12	4	48
01.1130.0	3	38,8	0,35	0,001520	12	6	72
02.1110.0	1	25,95	0,70	0,001020	6	4	24
02.1120.0	2	51,9	0,70	0,002030	6	8	48
02.1130.0	3	77,85	0,70	0,003050	6	12	72

Таблица П9.11. Технические данные базовых теплообменников марки КТ

Типоразмер	Число рядов трубок по ходу воздуха	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Живое сечение для прохода, м ²		Число ходов теплоносителя	Число трубок в ходе	Общее число трубок
			воздуха f_B	теплоносителя f_T			
Однометровая секция	1	27,8	0,72	0,00127*	4	5-6	23
	2	54,5	0,72	0,00254	4	10-12	46
	3	81,4	0,72	0,00381	4	15-18	69
Полтора метровая секция	1	41,8	1,11	0,00127	6	5-6	35
	2	82,8	1,11	0,00254	6	10-12	70
	3	123,8	1,11	0,00381	6	15-18	105

* Данные приведены для двух смежных ходов.

теплообменников (рис. П9.10), имеющих одну и ту же ширину. Каждый из этих типоразмеров имеет одно-, двух- и трехрядную модификацию. Для подвода и отвода теплоносителя у теплообменников предусмотрены фланцевые патрубки диаметром 40 мм. Допустимое рабочее давление теплоносителя в воздунонагревателе типа КТ 8 кгс/см².

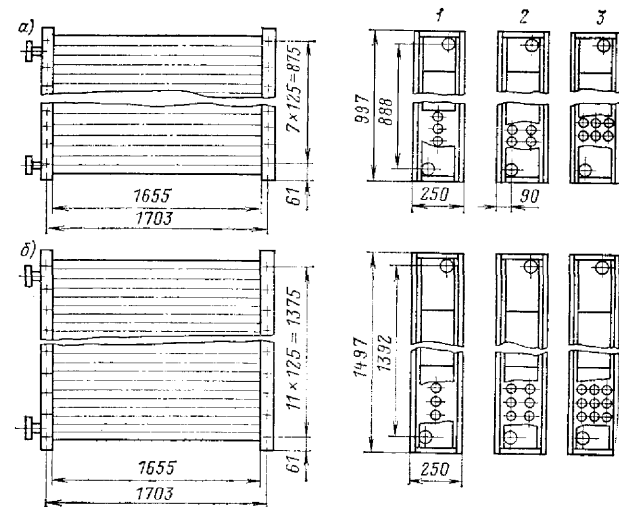


Рис. П9.10. Базовые теплообменники марки КТ:

а — однометровый; б — полтора метровый; 1 — однорядный; 2 — двухрядный; 3 — трехрядный

Базовые теплообменники широко используются в качестве воздунонагревателей в отопительно-вентиляционных установках и воздушных завесах.

В кондиционерах марки КТ из базовых теплообменников монтируются воздунонагреватели типовых компоновок различной производительности (рис. П9.11). Ти-

гревателя: нуль обозначает воздунонагреватель без обводного канала, единица — воздунонагреватель для обводного канала или клапана кондиционера;

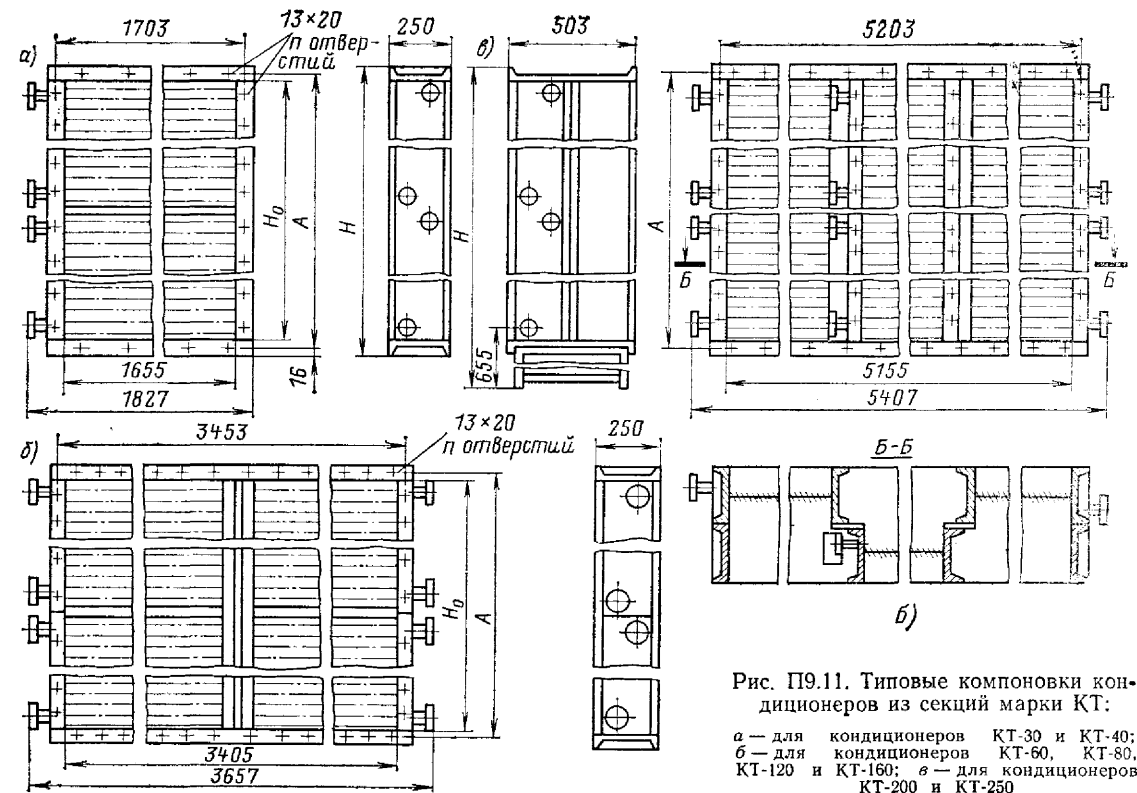


Рис. П9.11. Типовые компоновки кондиционеров из секций марки КТ:

а — для кондиционеров КТ-30 и КТ-40; б — для кондиционеров КТ-60, КТ-80, КТ-120 и КТ-160; в — для кондиционеров КТ-200 и КТ-250

повые компоновки кондиционеров обозначаются семизначными цифровыми индексами, в которых: первые две цифры указывают на номинальную производительность кондиционера по воздуху, 10⁴ м³/ч; следующей цифрой — единицей обозначаются воздунонагреватели в системе индексации оборудования для кондиционеров марки КТ; четвертая цифра указывает назначение воздуно-

пятая цифра указывает на количество рядов трубок по ходу воздуха в базовом теплообменнике; остальные две цифры (нули) обозначают модификацию оборудования кондиционера.

Технические характеристики типовых компоновок воздунонагревателей для кондиционеров марки КТ приведены в табл. П9.12.

Таблица П9.12. Технические данные воздунонагревателей для кондиционеров марки КТ

Индекс воздунонагревателя	Число рядов в секциях	Тип кондиционера	Количество базовых теплообменников		Площадь поверхности нагрева F , м ²	Живое сечение для прохода воздуха f_B , м ²	Размеры, мм			
			однометровых	полтора метровых			A	H	H ₀	n
03.1010.0	1	КТ-30	2	—	55,6	1,44	2051	2083	2003	60
03.1020.0	2									
03.1030.0	3									
04.1010.0	1	КТ-40	1	1	69,6	1,83	2551	2583	2503	68
04.1020.0	2									
04.1030.0	3									
06.1010.0	1	КТ-60	4	—	112,9	2,88	2051	2083	2003	88
06.1020.0	2									
06.1030.0	3									

Индекс воздухо-нагревателя	Число рядов в секциях	Тип кондиционера	Количество базовых теплообменников		Площадь поверхности нагрева F, м²	Живое сечение для прохода воздуха f _в , м²	Размеры, мм			
			однометровых	полутораметровых			A	H	H ₀	n
08.1010.0 08.1020.0 08.1030.0	1 2 3	КТ-80	2	2	141,4 276,7 412,6	3,66	2551	2583	2503	96
12.1010.0 12.1020.0 12.1030.0	1 2 3	КТ-120	2	4	226,4 441,6 686,7	5,76	4051	4643	4003	120
16.1010.0 16.1020.0 16.1030.0	1 2 3	КТ-160	4	4	282,9 555,8 827,9	7,24	5051	5643	5003	136
20.1010.0 20.1020.0 20.1030.0	1 2 3	КТ-200	3	6	341,3 667,2 995,0	8,7	4051	4643	4003	148
25.1010.0 25.1020.0 25.1030.0	1 2 3	КТ-250	6	6	426,4 832,3 1240,1	10,86	5051	5643	5003	164

4. Воздушно-отопительные агрегаты. Воздушно-отопительные агрегаты [8, 9] служат для воздушного отопления промышленных, административных и общественных зданий и других специфических помещений (спортзалов, крытых плавательных бассейнов и т.п.). Они состоят из одного или двух калориферов, вентилятора с электродвигателем и воздуховыпускной решетки с устройством для регулирования направления потока воздуха. Теплоноситель — горячая вода или пар.

Тепловая производительность воздушно-отопительных агрегатов должна приниматься по номинальному значению Q_p, указанному в технической характеристике, при соответствующих температурах теплоносителя и входящего воздуха.

Если температуры теплоносителя и входящего воздуха не соответствуют табличным значениям, то расчетная тепловая производительность воздушно-отопительного агрегата с достаточной степенью точности определяется по формуле

$$Q_p = Q_{табл} \left(\frac{t_{ср}^p - \tau_{2p}}{t_{ср}^{табл} - \tau_2^{табл}} \right), \quad (П9.1)$$

где $t_{ср}^p$ и $t_{ср}^{табл}$ — средние расчетная и табличная температуры теплоносителя в отопительном агрегате, определяемые соответственно табличным и расчетным температурам,

$$t_{ср} = (t_1 + t_2) / 2; \quad (П9.2)$$

здесь t_1 и t_2 — температуры теплоносителя на входе и выходе из агрегата, °С; τ_{2p} и $\tau_2^{табл}$ — расчетная и табличная температуры воздуха на входе в агрегат, °С.

Воздушно-отопительные агрегаты марки АОП подвесной конструкции выпускались в годы первых послевоенных пятилеток. В настоящее время они изредка встречаются в отопительных системах старых производственных зданий. Габаритные размеры и технические

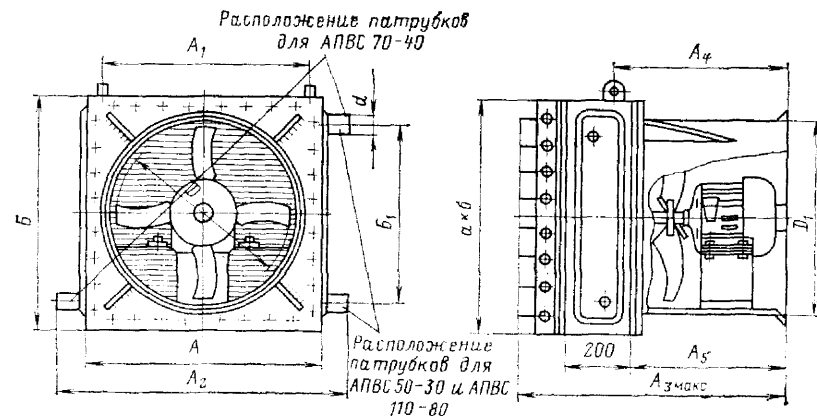


Рис. П9.12. Воздушно-отопительные агрегаты марки АПВС

Марка агрегата	Конструктивные размеры, мм									
	A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B	B ₁	D	a×b	d
АПВС 50-30	540	470	610	581	380	532	410	400	470×470	38
АПВС 70-40	696	626	816	690	475	682	526	600	626×612	50
АПВС 110-80	852	772	964	691	490	852	708	700	782×782	63
АПВ 200-140	1082	1010	1242	985	560	904	750	800	784×996	63
АПВ 280-190	1230	1150	—	1027	620	1100	860	1000	890×1146	75
АПВВС 500-400	2320	2220	2434	2915	1995	2128	1758	4×700	1000×1200	70
АОП-25	533	509	—	604	306	540	—	400	260×470	38
АОП-50	689	—	—	950	—	696	—	—	—	38
АОП-100	845	821	—	718	410	852	—	707	470×782	63
АОП-125	1020	—	—	1300	—	1010	—	—	—	63
АОП-200	1180	680	—	1325	570	1010	950	909	630×1098	75
АОП-300	1332	700	—	1677	573	1348	1100	1010	535×1248	75

данные этих агрегатов приведены в табл. П9.13 и П9.14. По внешнему виду они подобны агрегатам марки АПВС (рис. П9.12).

Воздушно-отопительные агрегаты марок АПВС и АПВ подвесного типа приспособлены также для установки на кронштейнах, выпускаются шести типоразмеров. Первое число в марке агрегата обозначает его тепловую производительность, 10³ ккал/ч, при теплоноси-

теле паре с абсолютным давлением 3 кгс/см², второе — при теплоносителе воде с расчетными температурами на входе и выходе соответственно 130 и 70 °С.

Для регулирования потока воздуха отопительные агрегаты АПВС и АПВ имеют направляющие решетки (рис. П9.12 и П9.13). Габаритные размеры этих агрегатов приведены в табл. П9.13, а теплотехнические характеристики — в табл. П9.14.

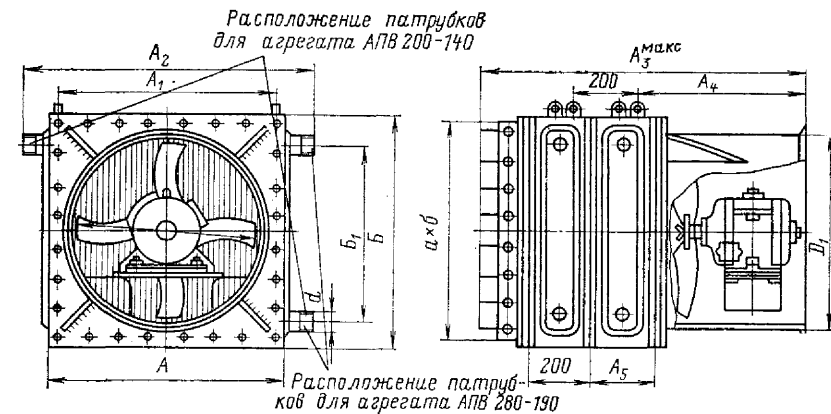


Рис. П9.13. Воздушно-отопительные агрегаты марки АПВ

Таблица П9.14. Технические данные воздушно-отопительных агрегатов марок АПВ, АПВС и АОП

Марка агрегата	Подача		Температура воздуха на выходе из агрегата t ₁ , °С	Скорость выхода воздуха v, м/с	Вентилятор		Калорифер		
	по воздуху L _p , кг/ч, при ρ = 1,2 кг/м³	по теплоте Q, ккал/ч при t ₂ = 130 °С, t ₁ = 70 °С			Марка	Мощность на валу, кВт	Марка	Число ходов для воды	Площадь поверхности нагрева F, м²
АПВС 50-30	3960	30 000	47,6	4,15	МП-4	1,1	КФСО-3	10	10,85
АПВС 70-40	4680	39 000	50,8	2,84	МП-6	1,1	КФСО-5	7	18,3
АПВС 110-80	8280	80 000	56,2	3,14	МП-7	2,2	КФСО-7	6	29,4
АПВ 200-140	16 700	140 000	50,8	4,95	МП-8	3,2	2×КМС-9	7	83,2
АПВ 280-190	22 600	190 000	51,0	4,03	МП-10	3,2	КС-11	8	124,5
АПВВС 500-400	36 000	380 000	59,9	6,94	МП-7	4,7	КМВ-11	6	117,6
АОП-25	3400	9500	26,5	7,2	МП-4	0,25	4×КФСО-7	1	12,6
АОП-50	6000	20 500	29,0	6,0	МП-6	0,6	Пластинчатые	1	22,17
АОП-100	8750	29 000	29,0	6,4	МП-7	0,6	плотной сажкой	1	34,7
АОП-125	12 500	57 000	34,0	7,4	МП-8	1,7	на-	1	67,5
АОП-200	24 000	95 000	31,5	9,1	МП-10	3,2	Пластинчатые	1	83,5
АОП-300	27 000	140 000	36,5	10,1	МП-10	3,2		1	121,0

Воздушно-отопительные агрегаты марки СТД выпускаются двух моделей: подвесной СТД-100 (рис. П9.14) и напольный СТД-300-М (рис. П9.15). Теплоносители — пар или горячая вода. При обогреве водой агрегат СТД-100 оборудуется двумя шестиходовыми, а агрегат

СТД-300-М — двумя шестнадцатиходовыми калориферами специального изготовления. Для регулирования направления потока воздуха агрегат СТД-100 имеет направляющую решетку с поворотными лопатками, а СТД-300-М — поворотный козырек.

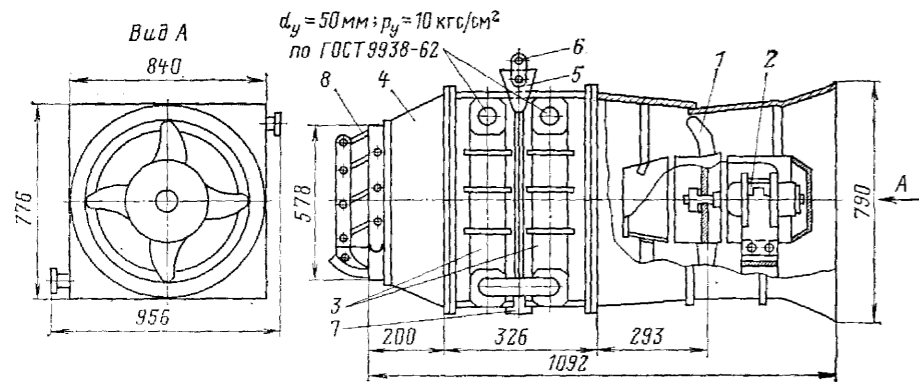


Рис. П9.14. Отопительный агрегат СТД-100:

1 — вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — калорифер; 4 — конфузор; 5 — крыштейн; 6 — петля; 7 — пробка сливная; 8 — направляющая решетка

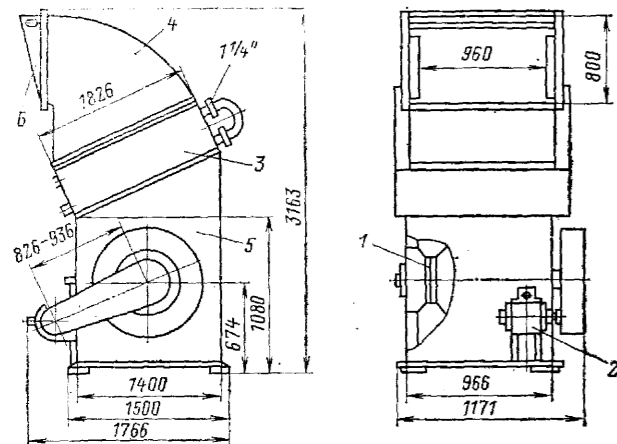


Рис. П9.15. Отопительный агрегат СТД-300-М:

1 — вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — калорифер; 4 — конфузор; 5 — корпус; 6 — козырек

Технические и конструктивные данные воздушно-отопительных агрегатов марки СТД приведены в табл. П9.15 и П9.16.

Воздушно-отопительный агрегат АГ-53 подвесного типа (рис. П9.16) рассчитан на производительность по воздуху 3000 м³/ч и теплопроизводительность 0,35 Гкал/ч

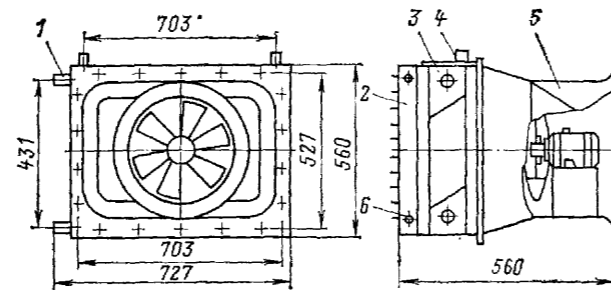


Рис. П9.16. Агрегат воздушно-отопительный АГ-53:

1 — патрубок; 2 — решетка воздуховыпускная; 3 — калорифер; 4 — подвеска; 5 — вентилятор; 6 — винт установочный

Таблица П9.15. Технические данные агрегатов типа СТД

Марка агрегата	Тепловая производительность Q_p , ккал/ч, при температурном графике		Подача по воздуху		Скорость выхода воздуха, м/с	Потери напора в калориферах, м, при температурном графике	
	150—70 °С	130—70 °С	м ³ /ч	кг/ч		150—70 °С	130—70 °С
СТД-100	97 000	86 000	8490	10 360	7,3	0,15	0,2
СТД-300-М	330 000	306 000	25 000	30 000	10,3	1,0	1,6

Таблица П9.16. Конструктивные данные агрегатов марки СТД

Марка агрегата	Марка вентилятора	Электродвигатель		Калориферы				
		Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Марка	Количество	Площадь поверхности нагрева F , м ²	Живое сечение для прохода, м ²	
						воздуха f_v	теплоносителя f_T	
СТД-100	ЦЗ-04 № 6	0,6	1350	СТД-3010Г № Б-6	2	48,6	0,314	0,0065
СТД-300-М	Ц4-70 № 8	3,0	1430	СТД-4047 № Б-12	2	158,8	1,05	0,0064

при обогреве водой по температурному графику 130—70 °С. При обогреве паром давлением 4 кгс/см² теплопроизводительность агрегата достигает 0,6 Гкал/ч. Агрегат укомплектован осевым вентилятором мощностью 0,18 кВт с частотой вращения 1400 об/мин.

Агрегаты воздушно-отопительные АО1-СХ-01 предназначаются для воздушного отопления и вентиляции сельскохозяйственных помещений, животноводческих, птицеводческих ферм и других зданий с расчетной температурой внутри помещений от 5 до 35 °С (рис. П9.17).

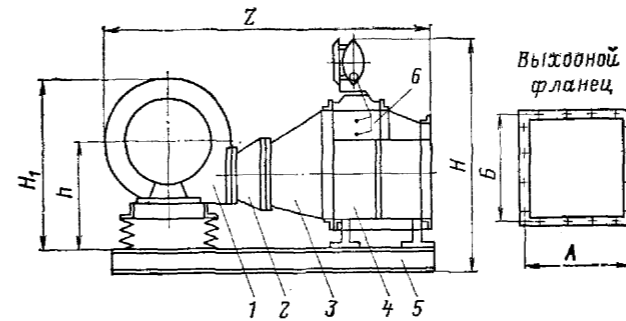


Рис. П9.17. Агрегат отопительный АО1-СХ-01:

1 — вентилятор; 2 — вставка мягкая; 3 — патрубок переходный; 4 — калорифер пароводяной; 5 — рама; 6 — клапан обводной

Агрегаты АО1-СХ-01 выпускаются трех моделей, габаритные размеры и технические характеристики которых приведены в табл. П9.17 и П9.18.

Агрегаты АО1-СХ-01 оборудованы взрывобезопасными вентиляторами и электродвигателями и приспособлены для работы в воздушной среде, содержащей липкую волокнистую пыль и взрывоопасные смеси.

Электродвигатели этих агрегатов переменной мощности и частоты вращения обеспечивают возможность регулирования производительности установки по воздуху и теплоте.

Управление агрегатом осуществляется автоматически или вручную со щита управления, на панели которого располагаются контрольное световое табло работы узлов агрегата, переключатели режимов работы частоты вращения вентилятора и кнопки управления агрегатом. Перепад температуры воздуха в агрегатах достигает 40—50 °С.

Регулирование тепловой производительности агрегатов осуществляется автоматически; датчик температуры устанавливается в отапливаемом помещении. Производительность по воздуху регулируется вручную, ступенчато, изменением частоты вращения вентиляторов.

Таблица П9.17. Габаритные размеры агрегатов марки АО1-СХ-01, мм

Модель агрегата	Длина L	Ширина B	Высота		Размеры выходного фланца		
			полная H	до верха вентилятора H_1	до оси вентилятора A	B	
АО1-4-СХ-01	2143	1165	1175	1210	823	828	676
АО1-8-СХ-01	2286	1242	1517	1523	1037	828	1176
АО1-16-СХ-01	2585	1430	2048	1523	1037	1203	1551

Таблица П9.18. Технические данные отопительных агрегатов марки АО1-СХ-01

Технические показатели	Типоразмеры агрегата		
	АО1-4-СХ-01	АО1-8-СХ-01	АО-16-СХ-01
Теплопроизводительность при расчетном графике температур 95—70 °С, Гкал/ч	0,04—0,06	0,08—0,1	0,16—0,2
Марка калорифера	КВС-3П	КВС-3П	КВС-10П
Марка вентилятора	ВЦ4-70-5СХ	ВЦ4-70-6,3СХ	ВЦ4-70-6,3СХ
Тип электродвигателя	АО2-41-8/4	АО2-61-8/6/4	АО2-62-8/6/4
Мощность электродвигателя, кВт	1,6/2,5	3,8/4,8/6,8	4,8/5,7/7,5
Частота вращения, об/мин	685/1370	710/950/1420	710/950/1420
Тип обводного клапана	КВР 250×500	КВР 400×500	КВР 500×1000

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ПЛОТНОСТЬ СУХОГО ВОЗДУХА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Температура, °С	Плотность, кг/м ³
-60	1,657	-54	1,612	-48	1,569	-42	1,527
-59	1,650	-53	1,605	-47	1,562	-41	1,521
-58	1,642	-52	1,597	-46	1,555	-40	1,515
-57	1,634	-51	1,590	-45	1,547	-39	1,510
-56	1,627	-50	1,583	-44	1,541	-38	1,500
-55	1,619	-49	1,576	-43	1,533	-37	1,495

Table with 8 columns: Temperature (°C), Density (kg/m³), Temperature (°C), Density (kg/m³), Temperature (°C), Density (kg/m³), Temperature (°C), Density (kg/m³). Rows show data for temperatures from -36 to -3 and densities from 1.308 to 1.041.

Примечание. Плотность рассчитана по формуле $\rho = 353/T = 353/(273+t)$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТАБЛИЧНО-НОМОГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

Таблица П11.1. Значения параметра E для установки из одноходовых калориферов STD-3009-B

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 1-2 and columns 5-14.

Продолжение табл. П11.1

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 1-2 and columns 5-14.

Таблица П11.2. Значение параметра E для установки из многоходовых калориферов STD-3010-G

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 1-2 and columns 5-14.

Таблица П11.3. Значения параметра E для установки из многоходовых калориферов КМС

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 1-2 and columns 5-14.

Продолжение табл. П11.3

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 2-6 and columns 2-11.

Таблица П11.4. Значения параметра E для установки из многоходовых калориферов КМБ

Table with 3 main columns: Quantity in installation, Model numbers of calorifiers, and a grid of values for rows 2-6 and columns 2-11.

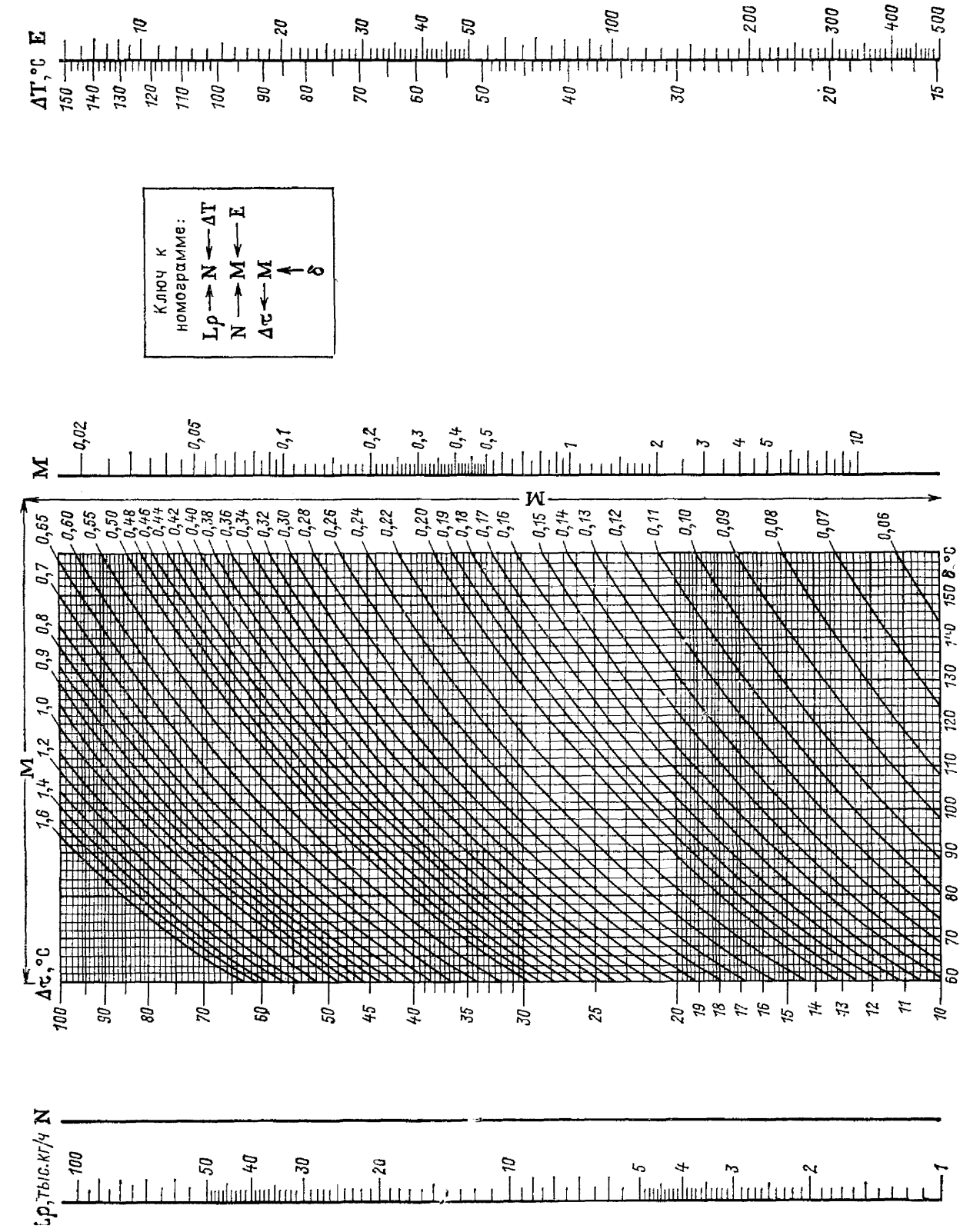


Рис. П11.2. Номограмма для расчета калориферов СТД-3010-Г

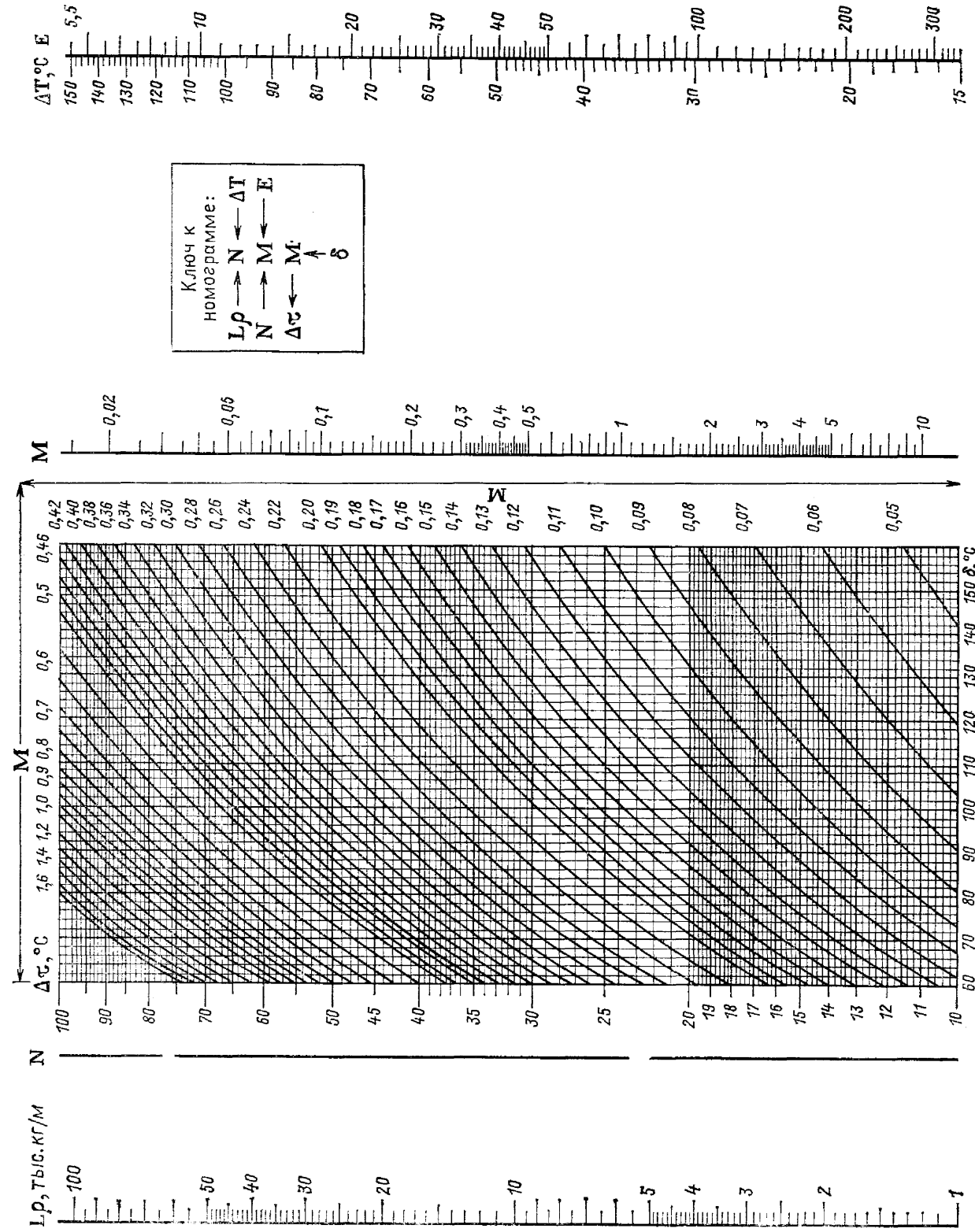


Рис. П11.3. Номограмма для расчета одноходовых калориферов КФС, КФБ, КМС, КМБ, КЭП, КЭПГ, КЭПН и КЭПНП
 Рис. П11.4. Номограмма для расчета многоходовых калориферов КЭПН и КЭПНП

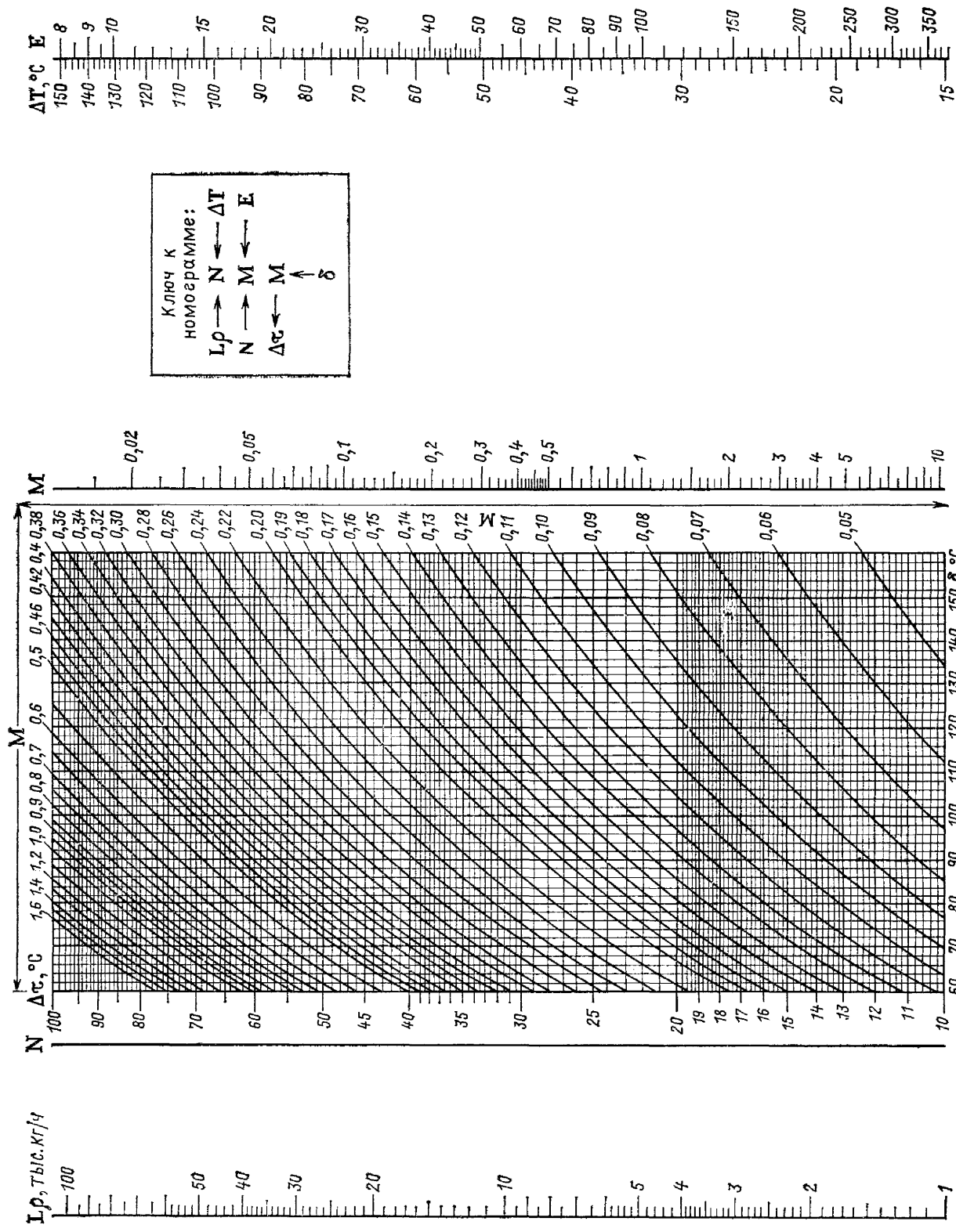


Рис. П11.4. Номограмма для расчета однофазовых калориферов КВБ (модификация КФС)

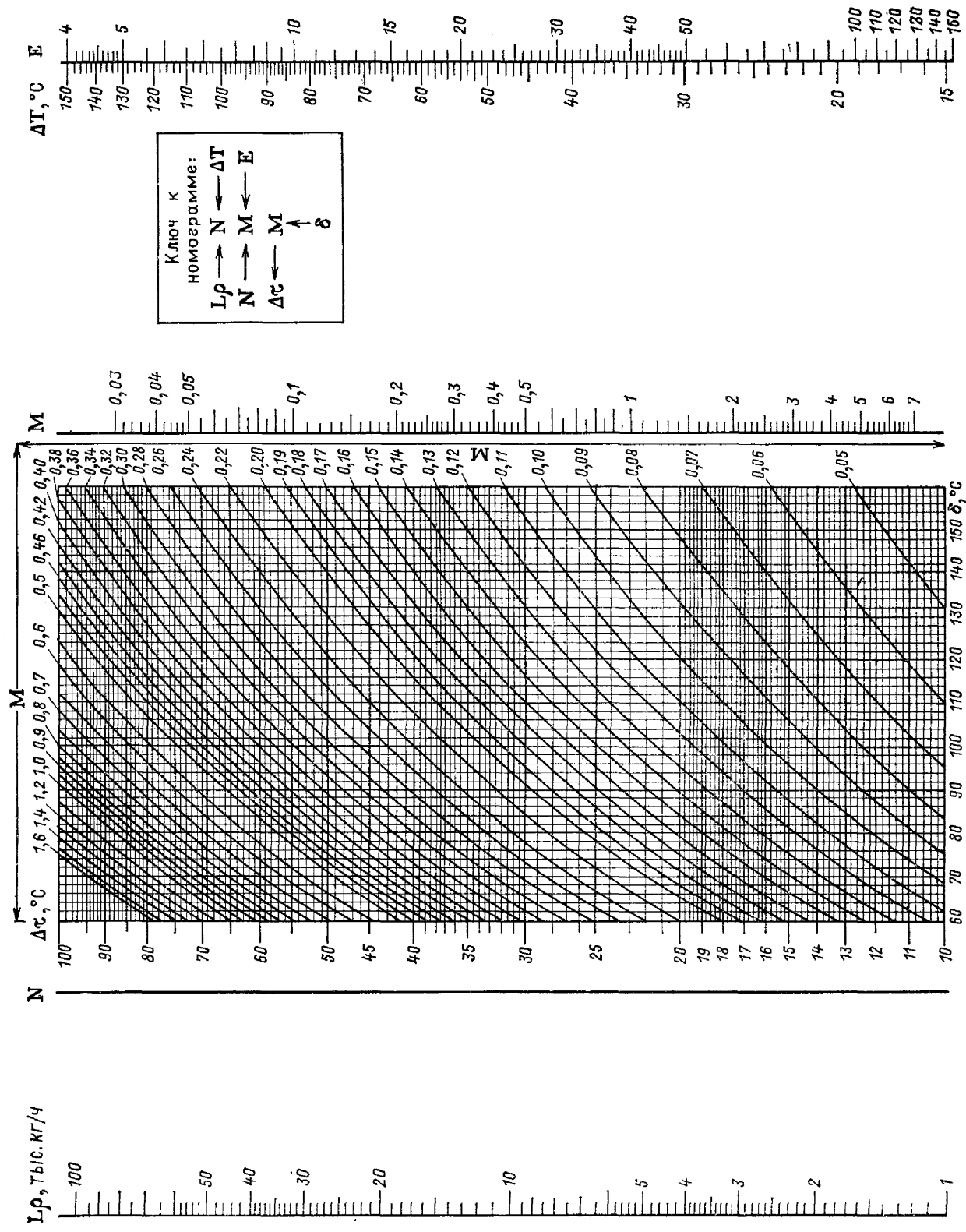


Рис. П11.5. Номограмма для расчета калориферов КФС и КФБО

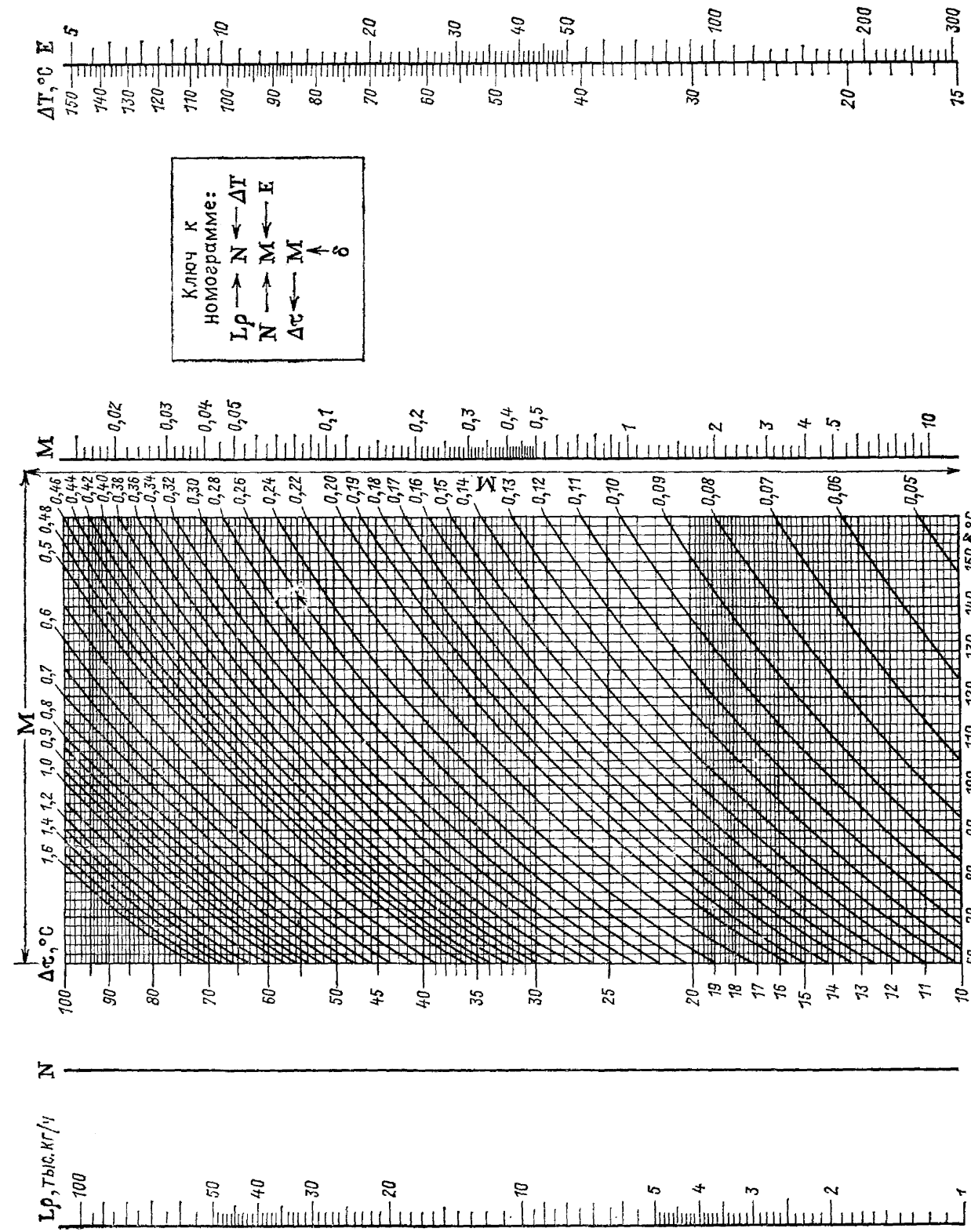


Рис. П11.6. Номограмма для расчета калориферов КВМ-II

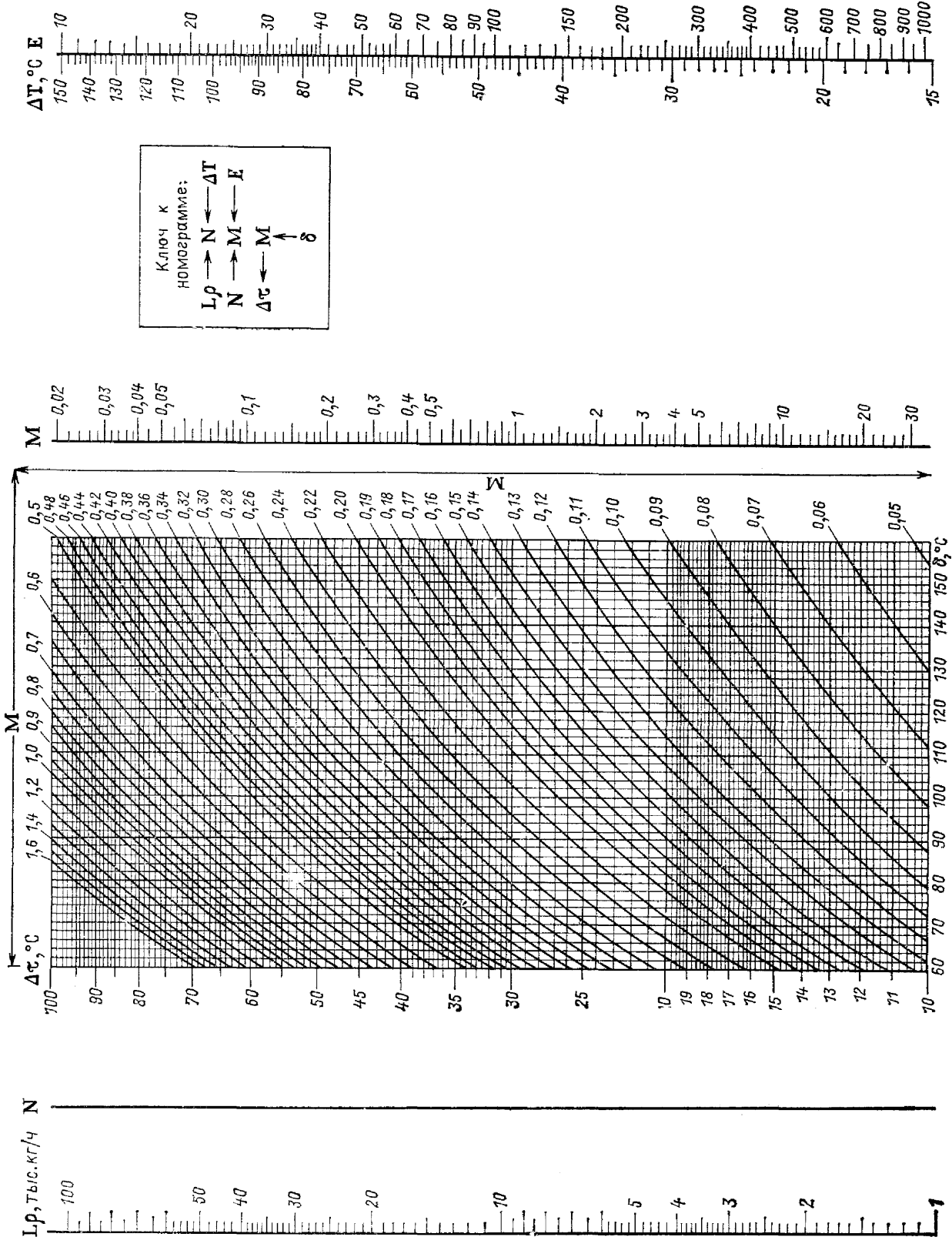


Рис. П11.7. Номограмма для расчета четырехходовых калориферов КВБ-II и КВС-II

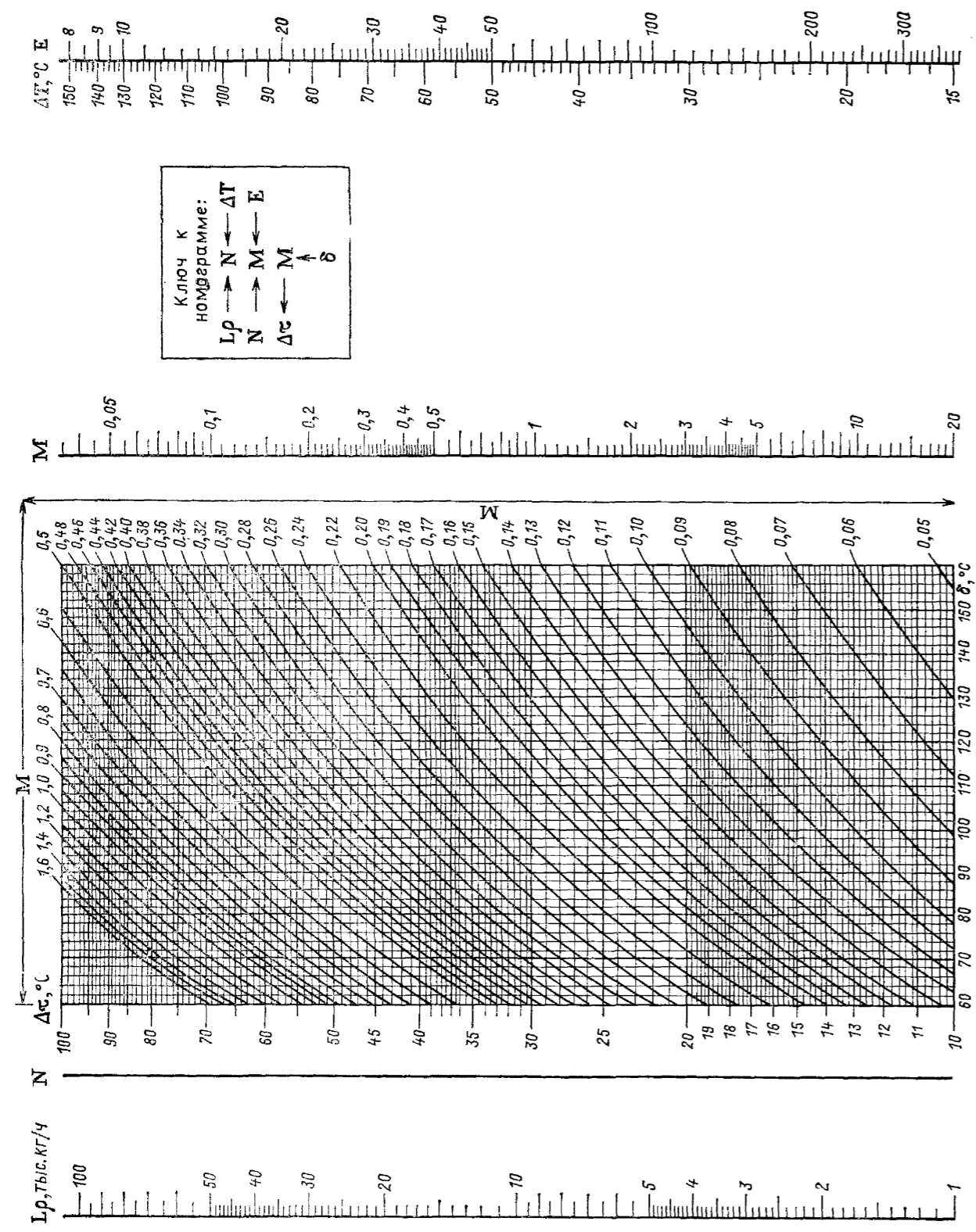


Рис. П11.8. Номограмма для расчета калориферов КВБ-II-01

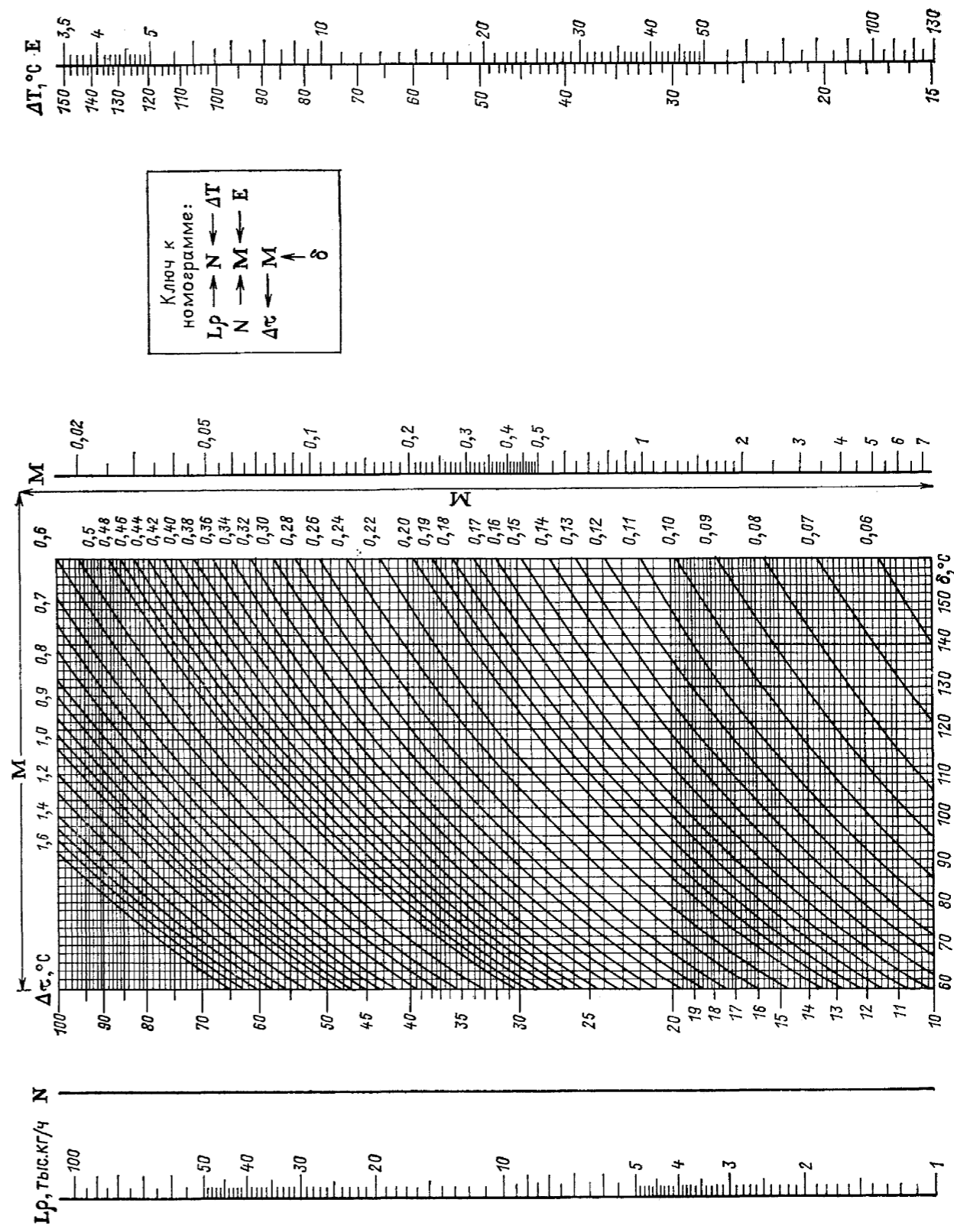


Рис. П11.9. Номограмма для расчета калориферов КСК-1

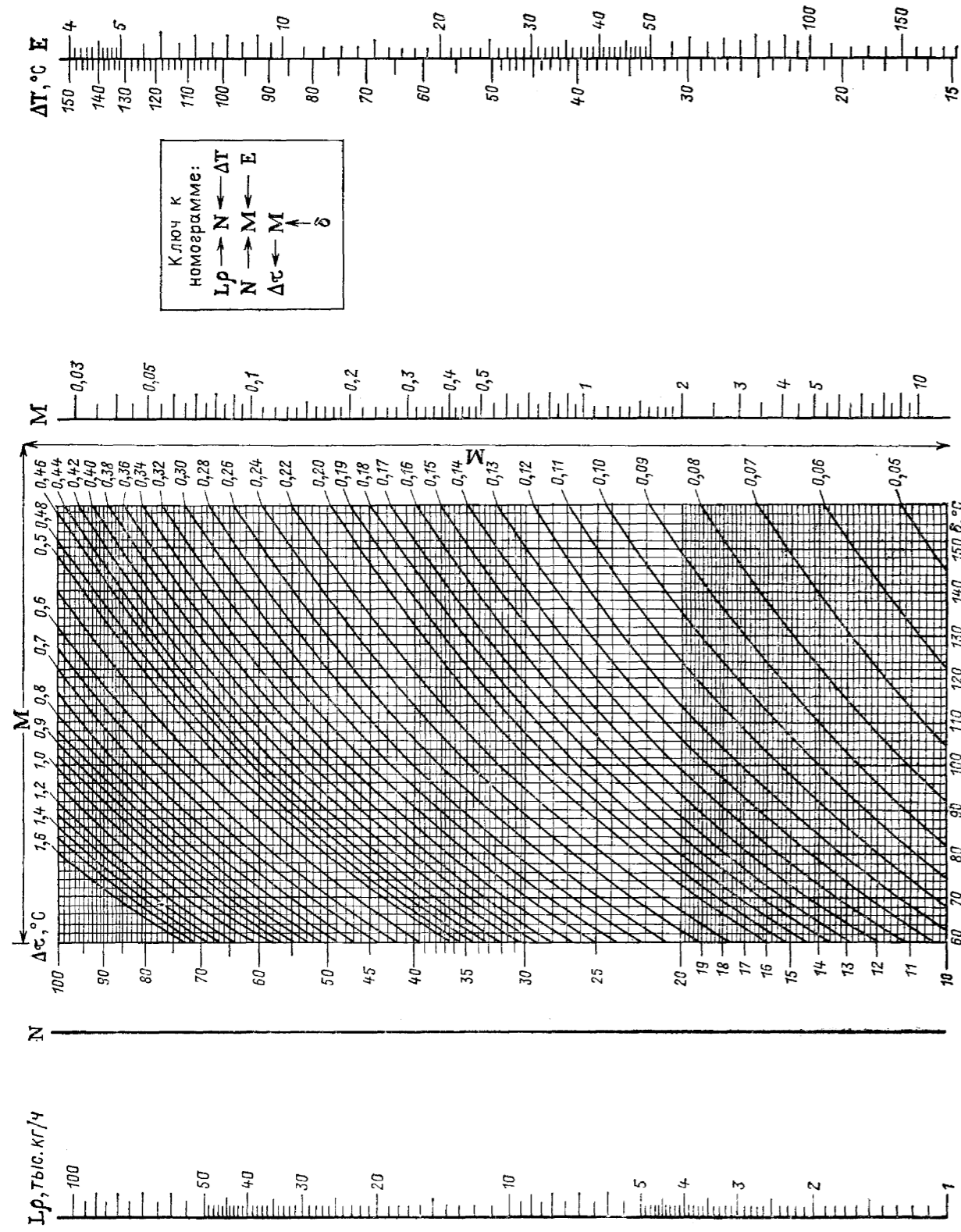


Рис. П11.10. Номограмма для расчета калориферов КСК-2

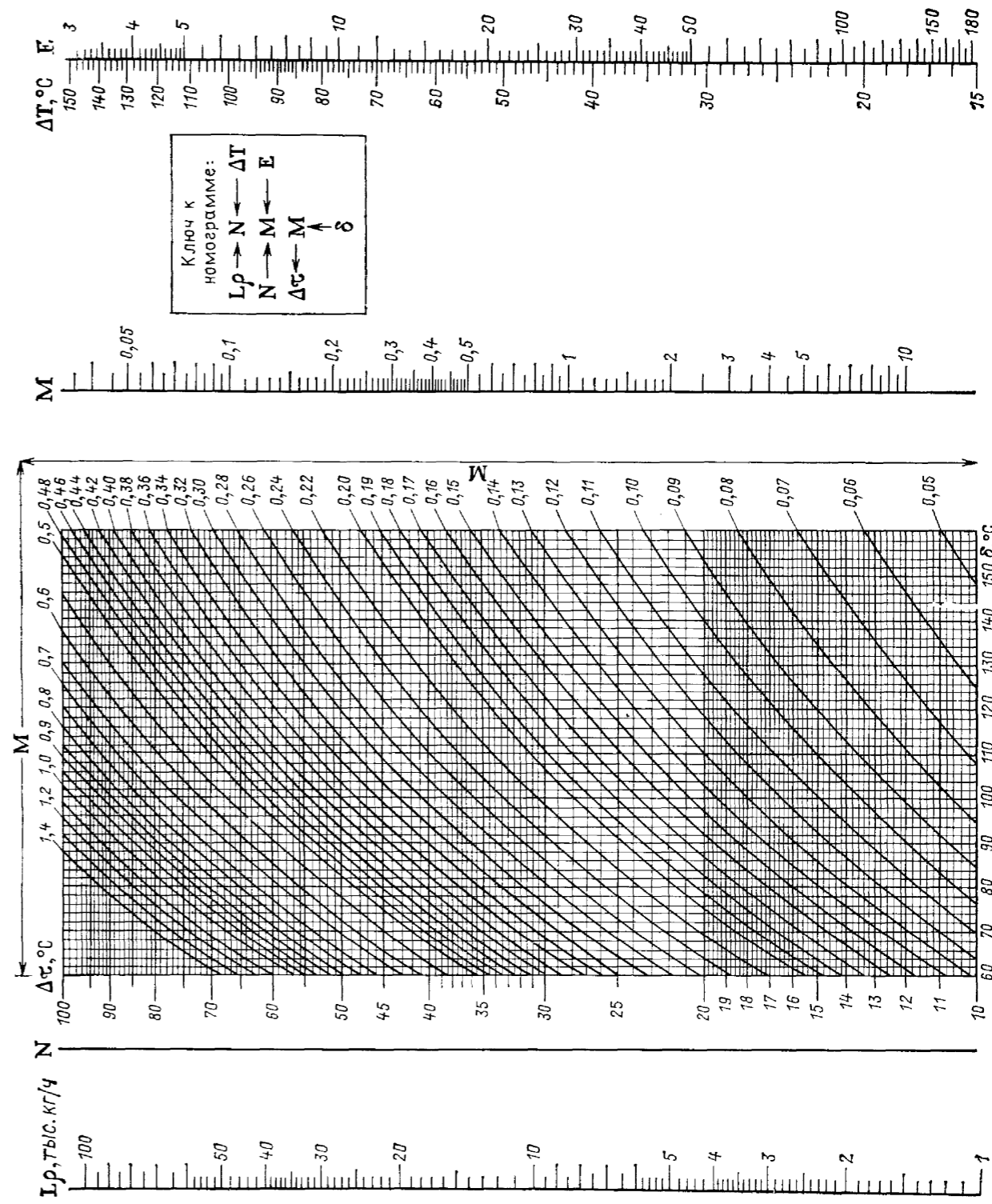


Рис. П11.11. Номограмма для расчета калориферов КСК-3

$L\rho$, тыс. кг/ч

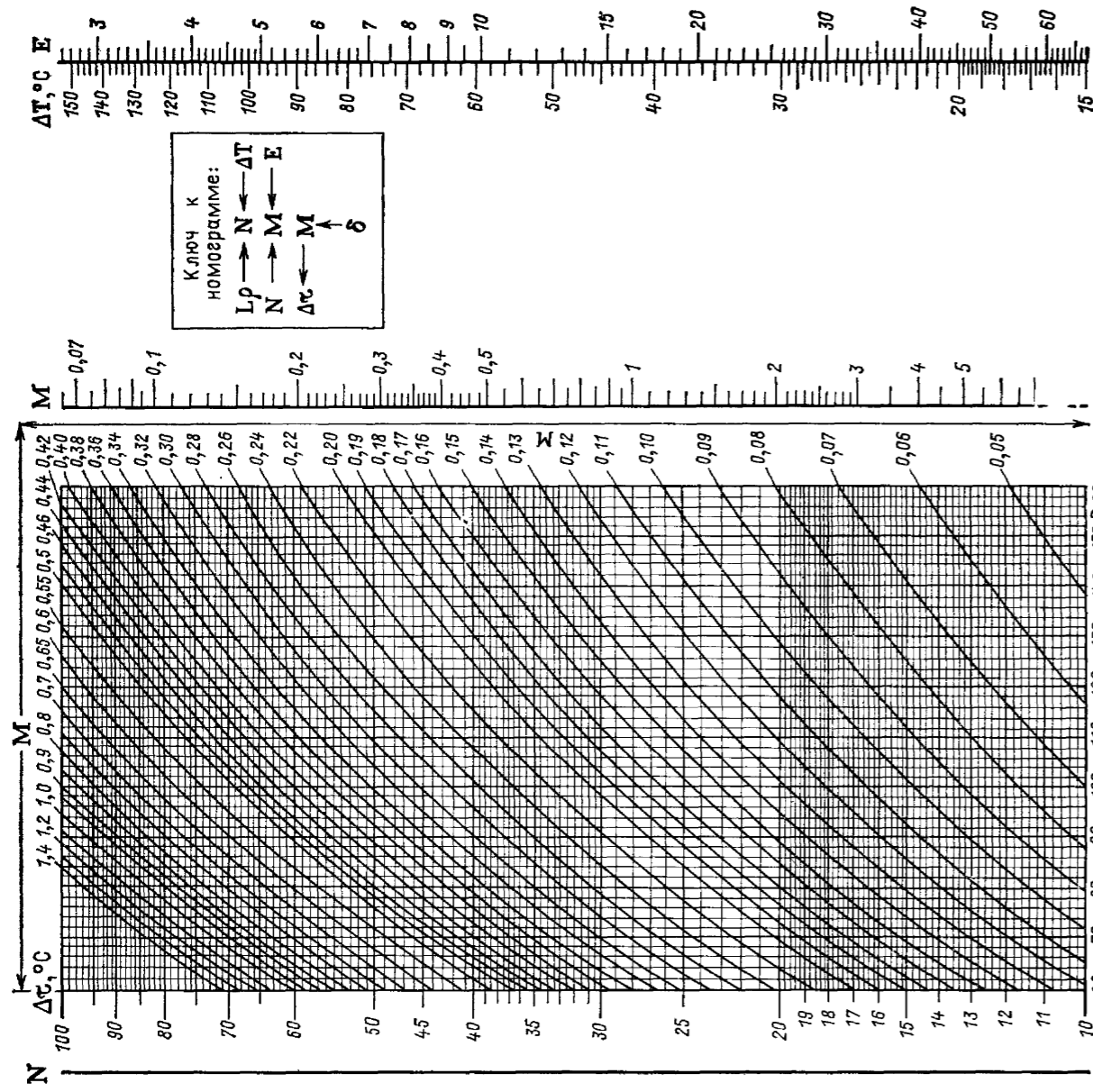


Рис. П11.12. Номограмма для расчета калориферов КСК-4

$L\rho$, тыс. кг/ч

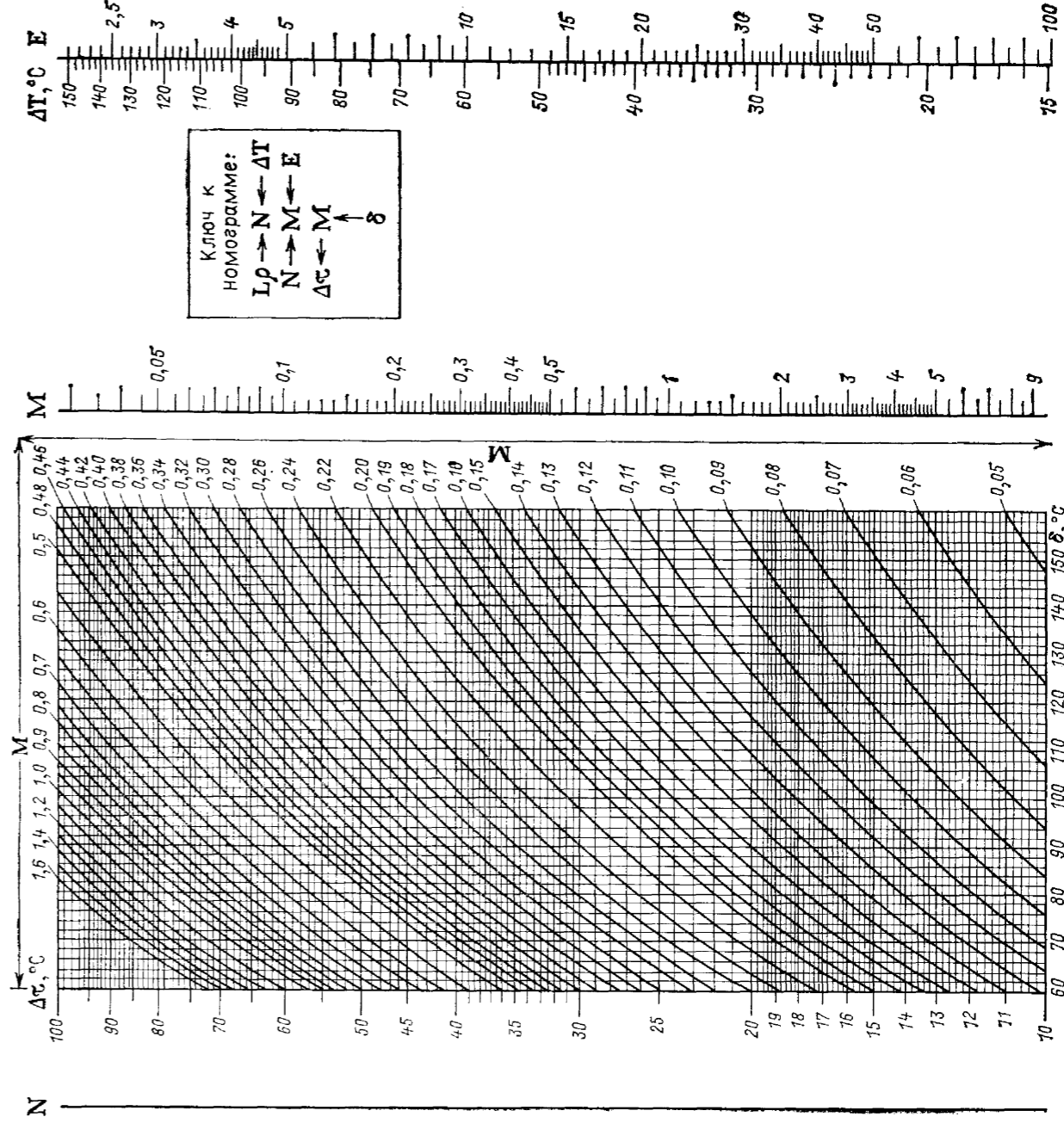


Рис. П11.13. Номограмма для расчета секций подогрева кондиционера КД

$\Gamma\rho$, тыс. кг/ч

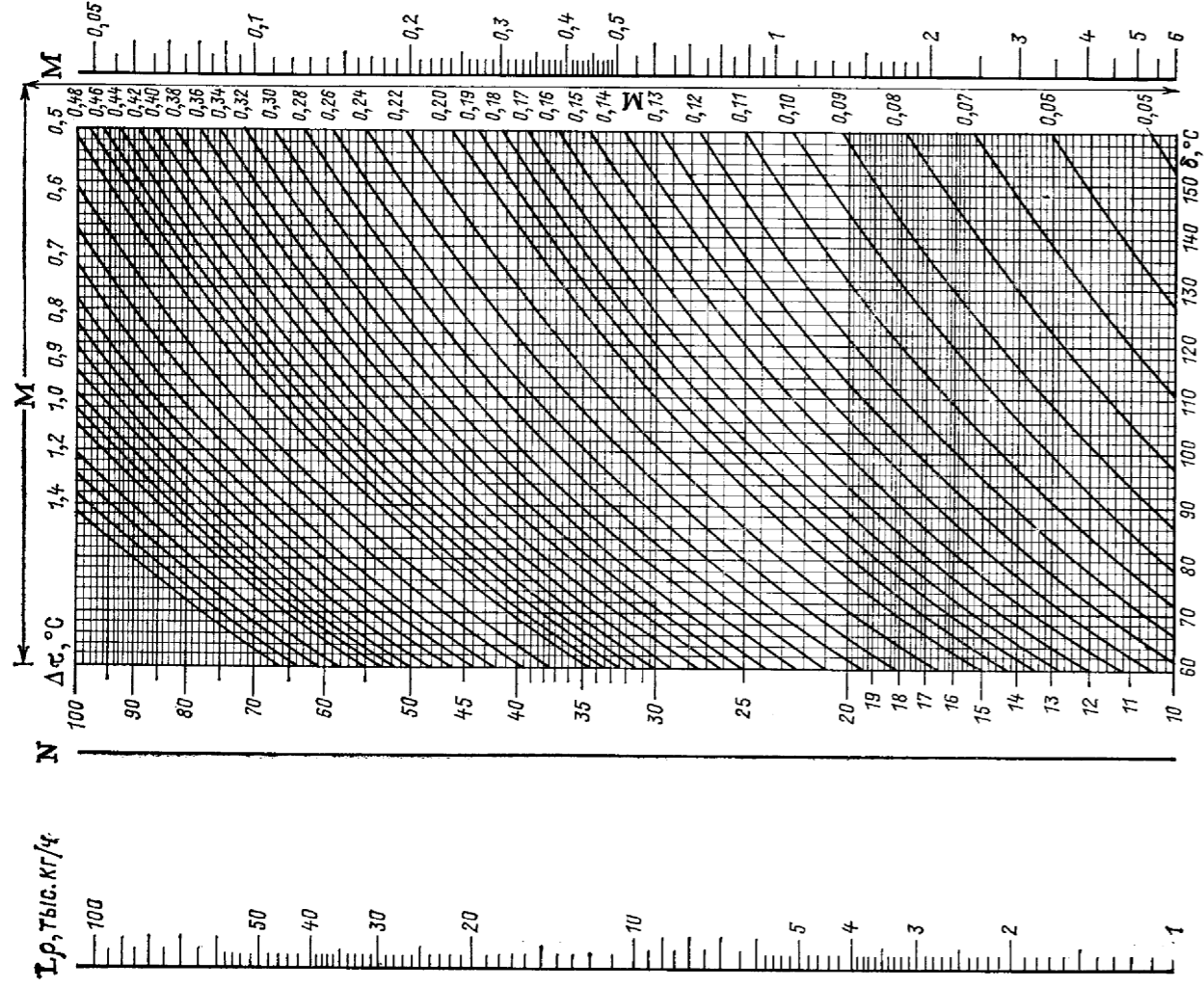


Рис. П11.14. Номограмма для расчета однорядной секции подогрева конденсатора КТ



$\Gamma\rho$, тыс. кг/ч

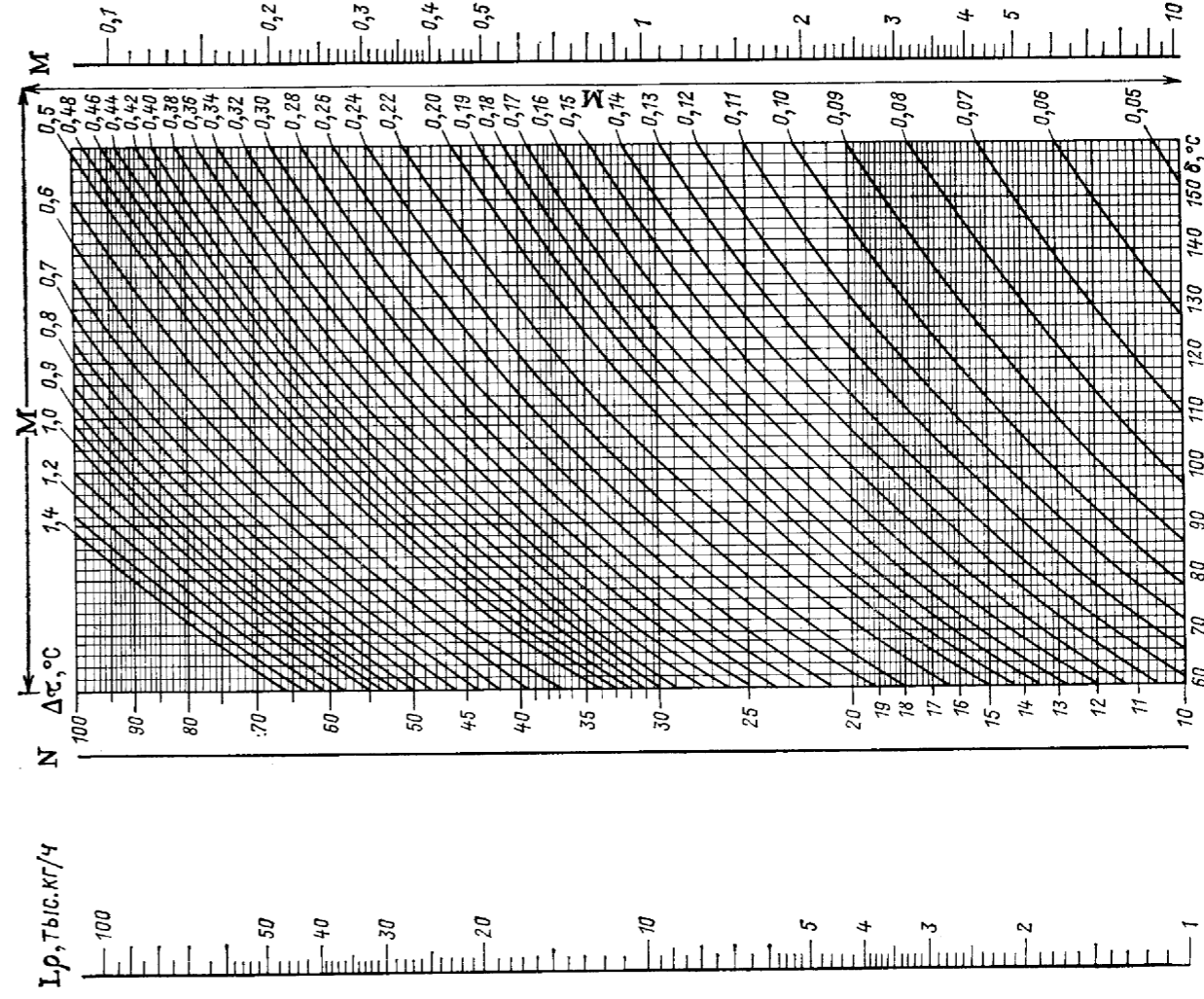
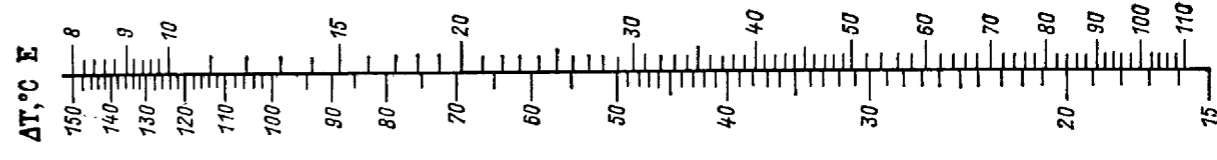


Рис. П11.15. Номограмма для расчета двухрядной секции подогрева конденсатора КТ



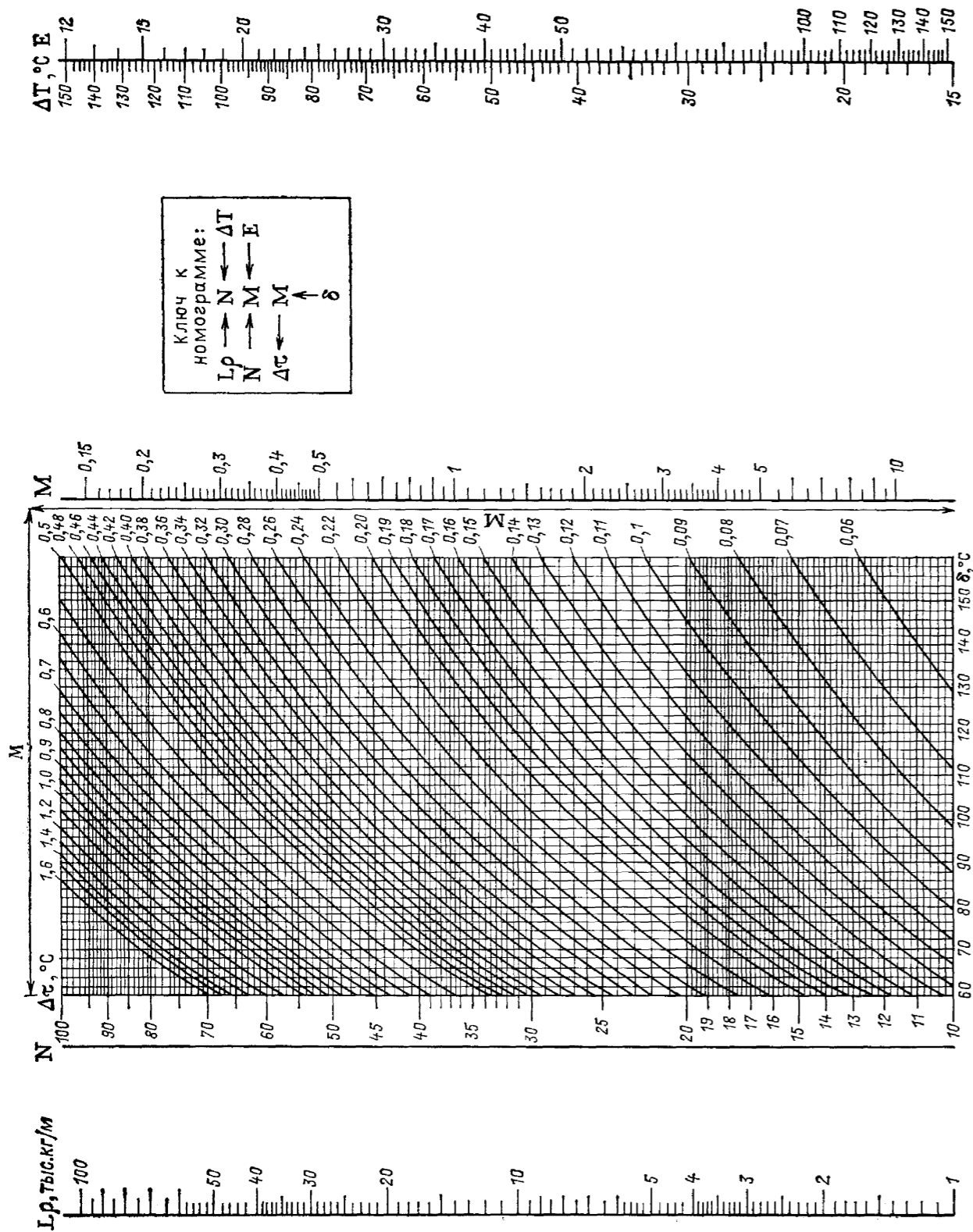


Рис. П11.16. Номограмма для расчета трехрядной секции подогрева конденсатора КТ

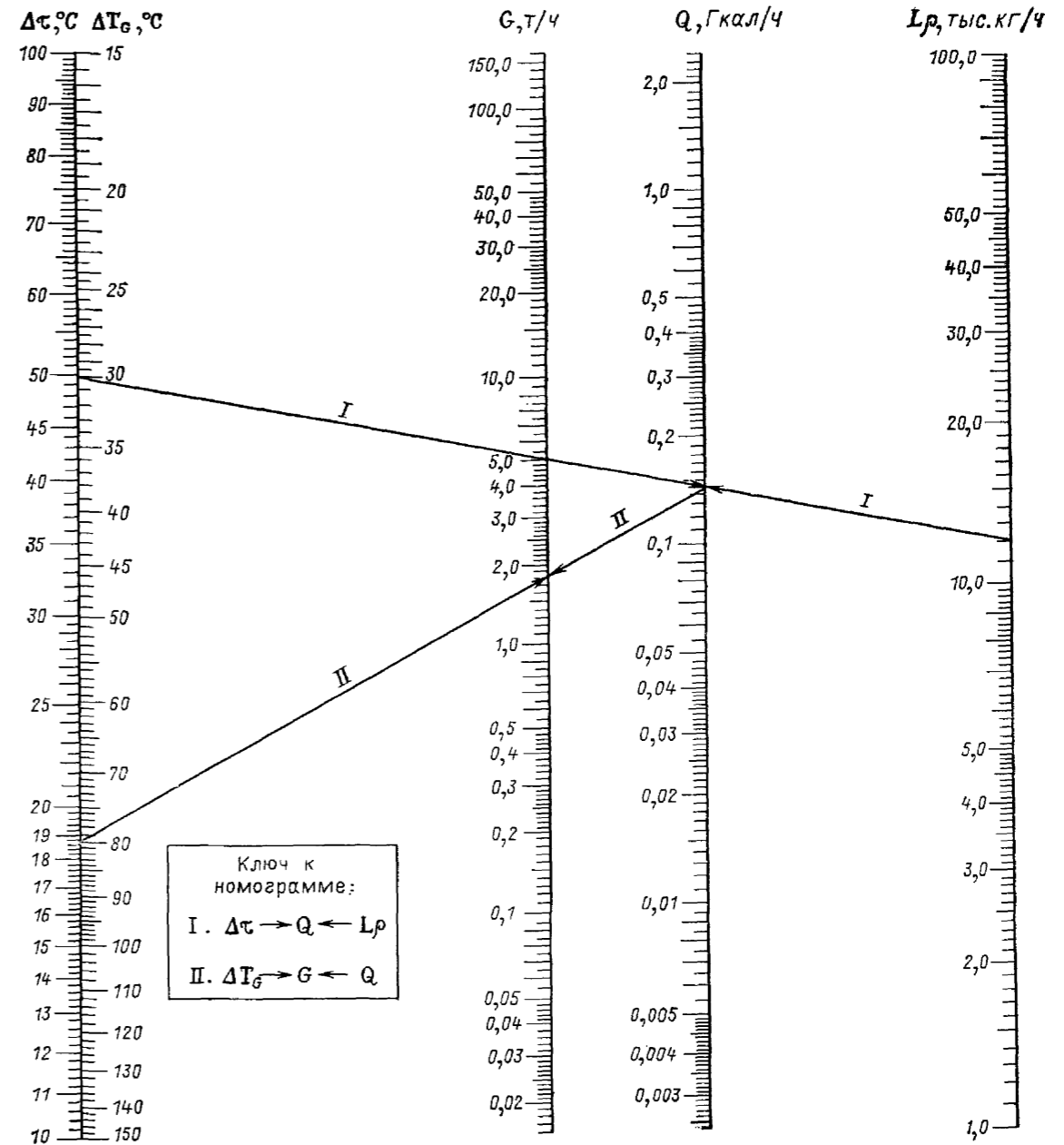


Рис. П11.17. Номограмма для определения расчетных расходов теплоты и греющей воды через калориферную установку

Абсолютное давление p		Температура насыщения $t_n, ^\circ\text{C}$	Удельный объем, $\text{м}^3/\text{кг}$		Энтальпия воды i'		Энтальпия пара i''	
кПа	кгс/см ²		воды v'	пара v''	кДж/кг	ккал/кг	кДж/кг	ккал/кг
300	3,060	133,5	0,001073	0,6059	561,4	134,17	2725	651,27
350	3,570	138,9	0,001079	0,5243	584,4	139,67	2733	653,19
400	4,080	143,6	0,001084	0,4624	604,7	144,52	2739	654,62
450	4,590	147,9	0,001089	0,4139	623,2	148,94	2744	655,82
500	5,100	151,8	0,001093	0,3748	640,1	152,98	2749	657,01
600	6,120	158,8	0,001101	0,3156	670,4	160,22	2756	658,68
700	7,140	165,0	0,001108	0,2727	697,1	166,61	2763	660,36
800	8,160	170,4	0,001115	0,2403	720,9	172,29	2768	661,55
900	9,180	175,4	0,001121	0,2148	742,6	177,48	2773	662,75
1,0 · 10 ³	10,20	179,9	0,001127	0,1943	762,6	182,26	2777	663,70
1,1 · 10 ³	11,22	184,1	0,001133	0,1774	781,1	186,68	2780	664,42
1,2 · 10 ³	12,24	188,0	0,001139	0,1632	798,4	190,82	2783	665,14
1,3 · 10 ³	13,26	191,6	0,001144	0,1511	814,7	194,71	2786	665,85
1,4 · 10 ³	14,28	195,0	0,001149	0,1407	830,1	198,39	2788	666,33
1,5 · 10 ³	15,30	198,3	0,001154	0,1317	844,7	201,88	2790	666,81
1,6 · 10 ³	16,32	201,4	0,001159	0,1237	858,6	205,21	2792	667,29
1,7 · 10 ³	17,34	204,3	0,001163	0,1165	871,8	208,36	2794	667,77
1,8 · 10 ³	18,36	207,1	0,001168	0,1103	884,6	211,41	2795	668,01
1,9 · 10 ³	19,38	209,8	0,001172	0,1046	896,8	214,33	2796	668,24
2,0 · 10 ³	20,40	212,4	0,001177	0,0995	908,6	217,15	2797	668,48
2,2 · 10 ³	22,44	217,2	0,001185	0,0906	930,9	222,48	2799	669,20
2,4 · 10 ³	24,48	221,8	0,001193	0,0832	951,9	227,50	2800	669,44
2,6 · 10 ³	26,52	226,0	0,001201	0,0769	971,7	232,24	2801	669,44
2,8 · 10 ³	28,56	230,0	0,001209	0,0714	990,5	236,73	2801	669,44
3,0 · 10 ³	30,60	233,8	0,001216	0,0666	1008,0	240,91	2802	669,44
3,5 · 10 ³	35,70	242,5	0,001235	0,0570	1050,0	250,95	2801	669,44

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

РАСЧЕТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДИАФРАГМ

1. Расчет измерительных диафрагм, используемых для коммерческого учета расхода теплоносителя, должен выполняться в соответствии с «Правилами РД-50-213-80» Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР.

2. Определение мерного отверстия диафрагмы для измерений расхода воды при наладке или испытаниях тепловых сетей с достаточной точностью может производиться по номограмме, приведенной на рис. П14.1. По этой номограмме определяется отношение диаметра мерного отверстия d к внутреннему диаметру трубопровода D в зависимости от максимального расчетного расхода воды и заданного перепада давления на диафрагме Δp .

3. Расход воды через измерительную диафрагму, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется на основании показаний дифференциального манометра по перепаду давления по формуле

$$V = A\alpha d^2 \sqrt{h/\rho}, \quad (\text{П14.1})$$

где A — коэффициент, зависящий от жидкости, заполняющей дифференциальный манометр; для приборов, заполненных ртутью, над которой находится вода, $A = 0,04435$, заполненных водой, над которой находится воздух, $A = 0,01251$; d — диаметр мерного отверстия измерительной диафрагмы, мм; h — разность высот столбов жидкости в дифференциальном манометре, мм; ρ — плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$; α — коэффициент расхода измерительной диафрагмы.

Таблица П14.1. Определение коэффициентов расхода острых измерительных диафрагм α по отношениям диаметров отверстий диафрагм и трубы d/D

α	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,59	—	—	—	—	—	—	—	0,173	0,217	0,247
0,60	0,270	0,289	0,306	0,322	0,336	0,349	0,361	0,372	0,382	0,392
0,61	0,402	0,4103	0,4185	0,4266	0,4342	0,4414	0,4483	0,4549	0,4614	0,4618
0,62	0,4740	0,4800	0,4858	0,4915	0,4970	0,5023	0,5075	0,5126	0,5176	0,5224
0,63	0,5271	0,5317	0,5362	0,5406	0,5449	0,5491	0,5532	0,5572	0,5611	0,5649
0,64	0,5686	0,5722	0,5758	0,5793	0,5827	0,5860	0,5892	0,5924	0,5955	0,5986
0,65	0,6016	0,6046	0,6075	0,6104	0,6132	0,6159	0,6187	0,6214	0,6241	0,6268
0,66	0,6294	0,6319	0,6344	0,6370	0,6395	0,6419	0,6444	0,6468	0,6492	0,6515
0,67	0,6539	0,6562	0,6585	0,6607	0,6629	0,6651	0,6672	0,6694	0,6715	0,6736
0,68	0,6757	0,6777	0,6798	0,6818	0,6838	0,6857	0,6877	0,6896	0,6915	0,6935
0,69	0,6954	0,6972	0,6990	0,7009	0,7027	0,7045	0,7062	0,7080	0,7097	0,7114
0,70	0,7131	0,7148	0,7165	0,7182	0,7198	0,7215	0,7232	0,7248	0,7264	0,7280
0,71	0,7296	0,7312	0,7328	0,7343	0,7359	0,7374	0,7389	0,7404	0,7419	0,7433
0,72	0,7446	0,7463	0,7478	0,7492	0,7507	0,7521	0,7535	0,7549	0,7562	0,7576
0,73	0,7589	0,7603	0,7616	0,7629	0,7643	0,7656	0,7669	0,7682	0,7695	0,7708
0,74	0,7721	0,7733	0,7746	0,7758	0,7771	0,7783	0,7795	0,7807	0,7819	0,7831
0,75	0,7842	0,7854	0,7866	0,7877	0,7888	0,7900	0,7911	0,7922	0,7932	0,7943
0,76	0,7953	0,7964	0,7975	0,7985	0,7996	0,8006	0,8017	0,8027	0,8037	0,8047
0,77	0,8056	0,8066	0,8076	0,8086	0,8105	0,8114	0,8124	0,8133	0,8142	0,8152
0,78	0,8152	0,8161	0,8170	0,8179	0,8196	0,8205	0,8213	0,8221	0,8229	0,8238
0,79	0,8238	0,8246	0,8254	0,8263	0,8271	0,8279	0,8286	0,8294	0,8302	0,8309
0,80	0,8317	0,8325	0,8332	0,8340	0,8355	0,8362	0,8369	0,8377	0,8384	0,8384

Примечание. В графах таблицы приведены значения d/D .

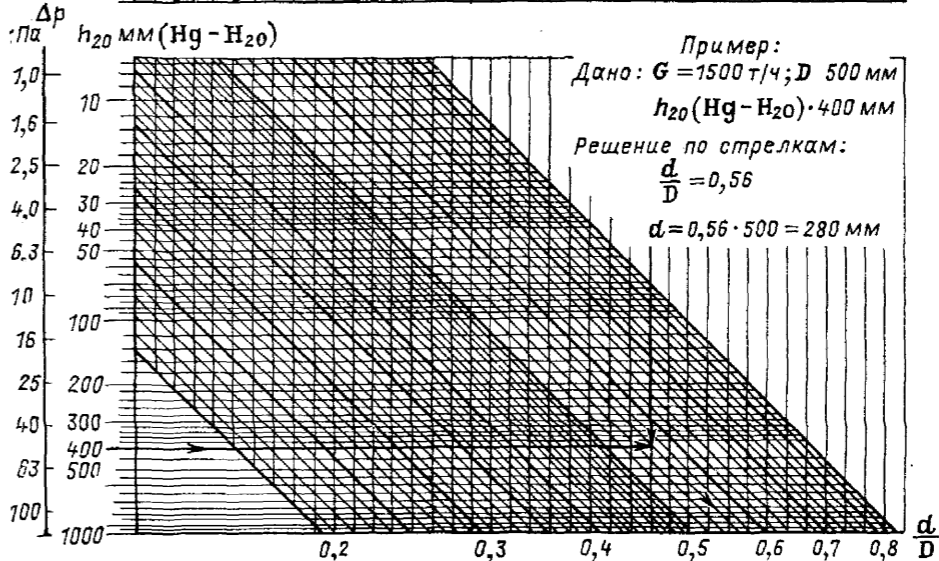
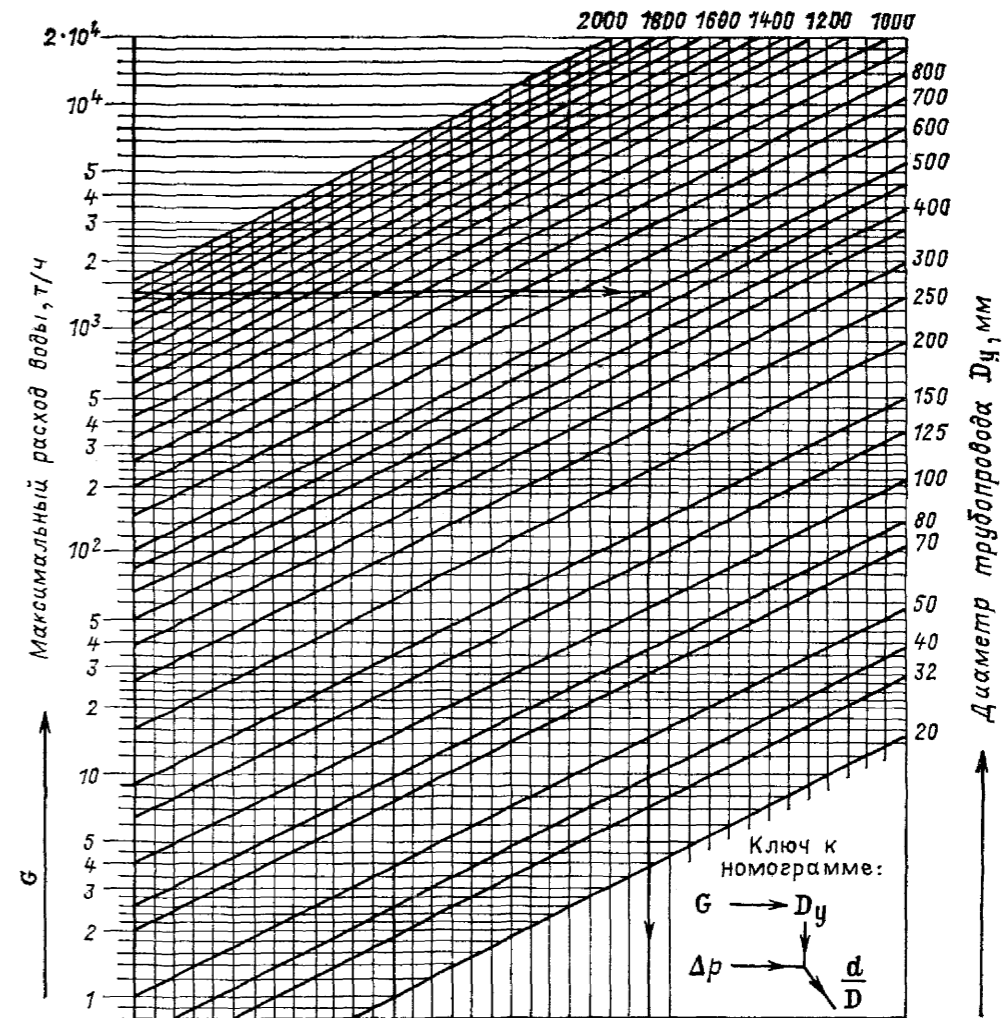


Рис. П14.1. Номограмма для ориентировочного определения диаметра отверстий измерительных диафрагм в водяных тепловых сетях

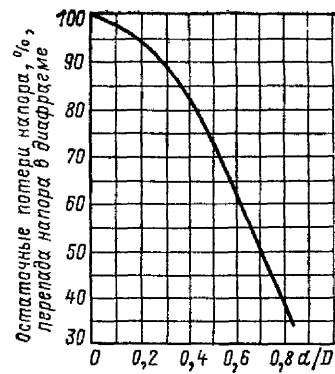


Рис. П14.2. График для определения остаточных потерь напора в измерительных диафрагмах

Таблица П14.2. Размеры дисковой диафрагмы, мм

Диаметры трубопровода		Диаметр диска D_H	Толщина диска δ	Толщина диафрагмы E	Ширина кромки мерного отверстия I	Длина штуцера A	Угол между штуцерами α°
условный D_y	внутренний $D_{вн}$						
50	51	107	18	3	1	95	45
65	70	127	18	3	1	95	45
80	82	142	18	4	1,5	95	45
100	100	162	18	5	2	95	45
125	125	192	20	6	2	95	45
150	150	217	20	6	2	105	45
200	207	272	24	10	3	105	60
250	257	328	26	12	3	120	60
300	309	383	28	16	4	120	60
350	357	453	28	16	4	120	45
400	412	495	32	20	6	125	45
450	464	555	32	20	6	125	36
500	512	617	34	24	6	125	36

Примечание. Диаметр диафрагмы $D_{вн}$ принимается равным внутреннему диаметру трубопровода.

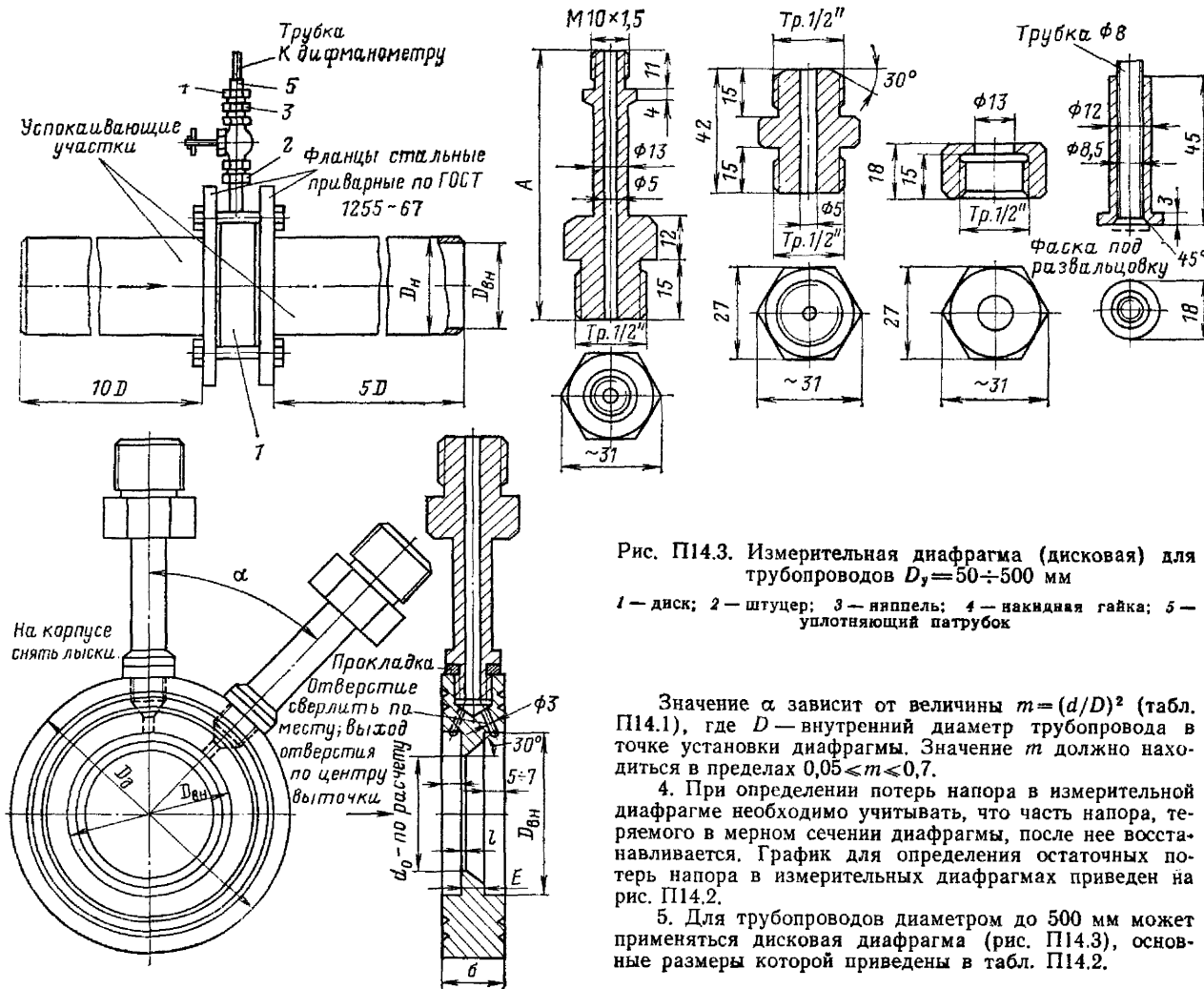


Рис. П14.3. Измерительная диафрагма (дисковая) для трубопроводов $D_y = 50 \div 500$ мм

1 — диск; 2 — штуцер; 3 — няппель; 4 — накладная гайка; 5 — уплотняющий патрубок

Значение α зависит от величины $m = (d/D)^2$ (табл. П14.1), где D — внутренний диаметр трубопровода в точке установки диафрагмы. Значение m должно находиться в пределах $0,05 \leq m \leq 0,7$.

4. При определении потерь напора в измерительной диафрагме необходимо учитывать, что часть напора, теряемого в мерном сечении диафрагмы, после нее восстанавливается. График для определения остаточных потерь напора в измерительных диафрагмах приведен на рис. П14.2.

5. Для трубопроводов диаметром до 500 мм может применяться дисковая диафрагма (рис. П14.3), основные размеры которой приведены в табл. П14.2.

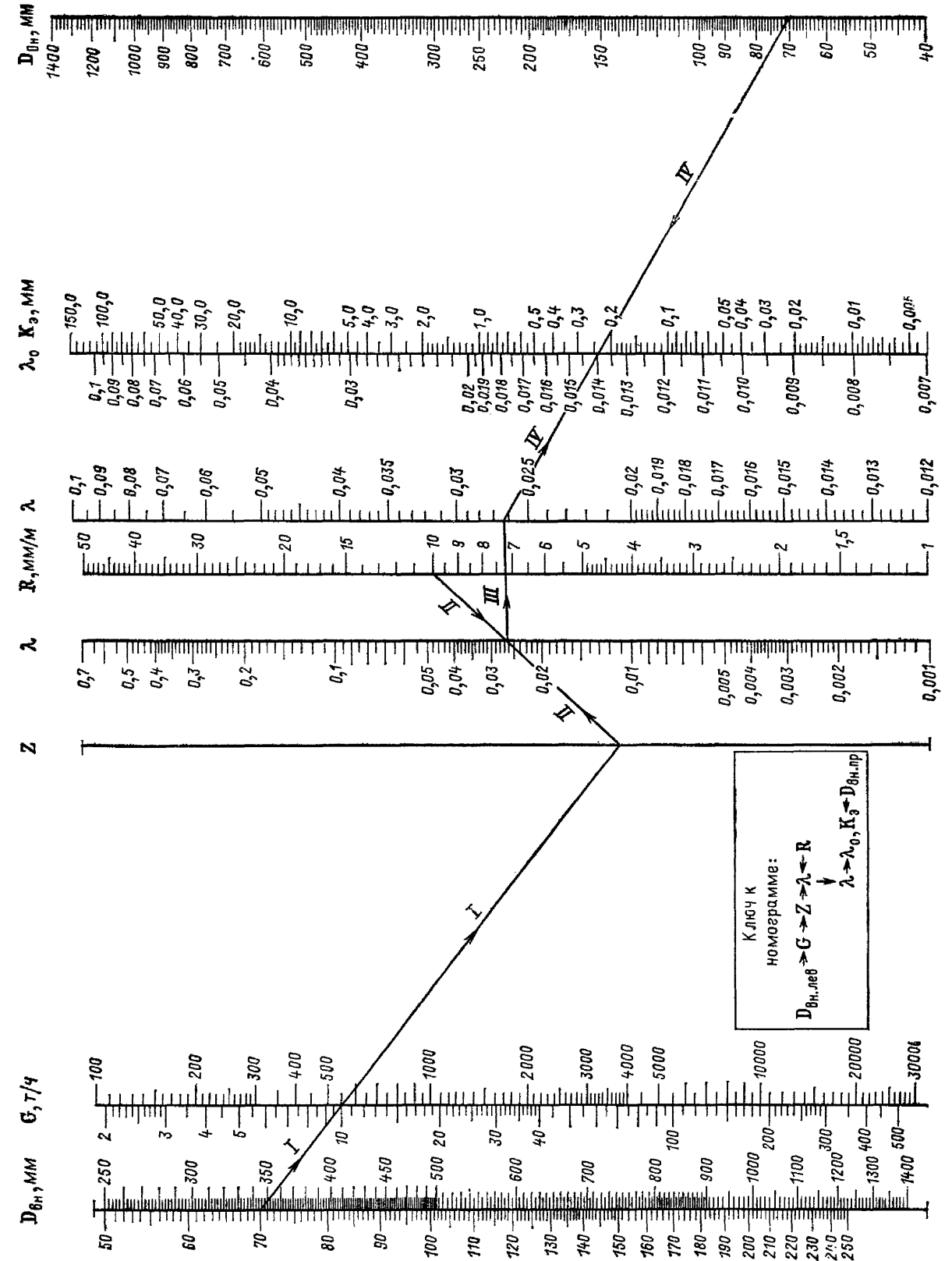


Рис. П15.1. Номограмма для определения гидравлической характеристики трубопроводов по данным испытаний

ТАБЛИЧНО-НОМОГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ
Т а б л и ц а П и л 5.1. Эквивалентные длины местных сопротивлений при $K_a=0,5$ мм для трубы $D_y=25-1400$ мм

Table with 17 columns for equivalent lengths (25-1400 mm) and 20 rows for various components like valves, vents, compensators, and tees. Includes diagrams and descriptions for each component type.

Table with 17 columns for equivalent lengths (25-1400 mm) and 12 rows for elbows, tees, and transitions. Includes diagrams for tees and transitions.

Т а б л и ц а П и л 5.2. Коэффициенты трения λ для стальных шероховатых труб

Table with 19 columns for equivalent roughness (0.1-1392 mm) and 10 rows for diameters (15-1400 mm). Includes a header for roughness and a list of diameters.

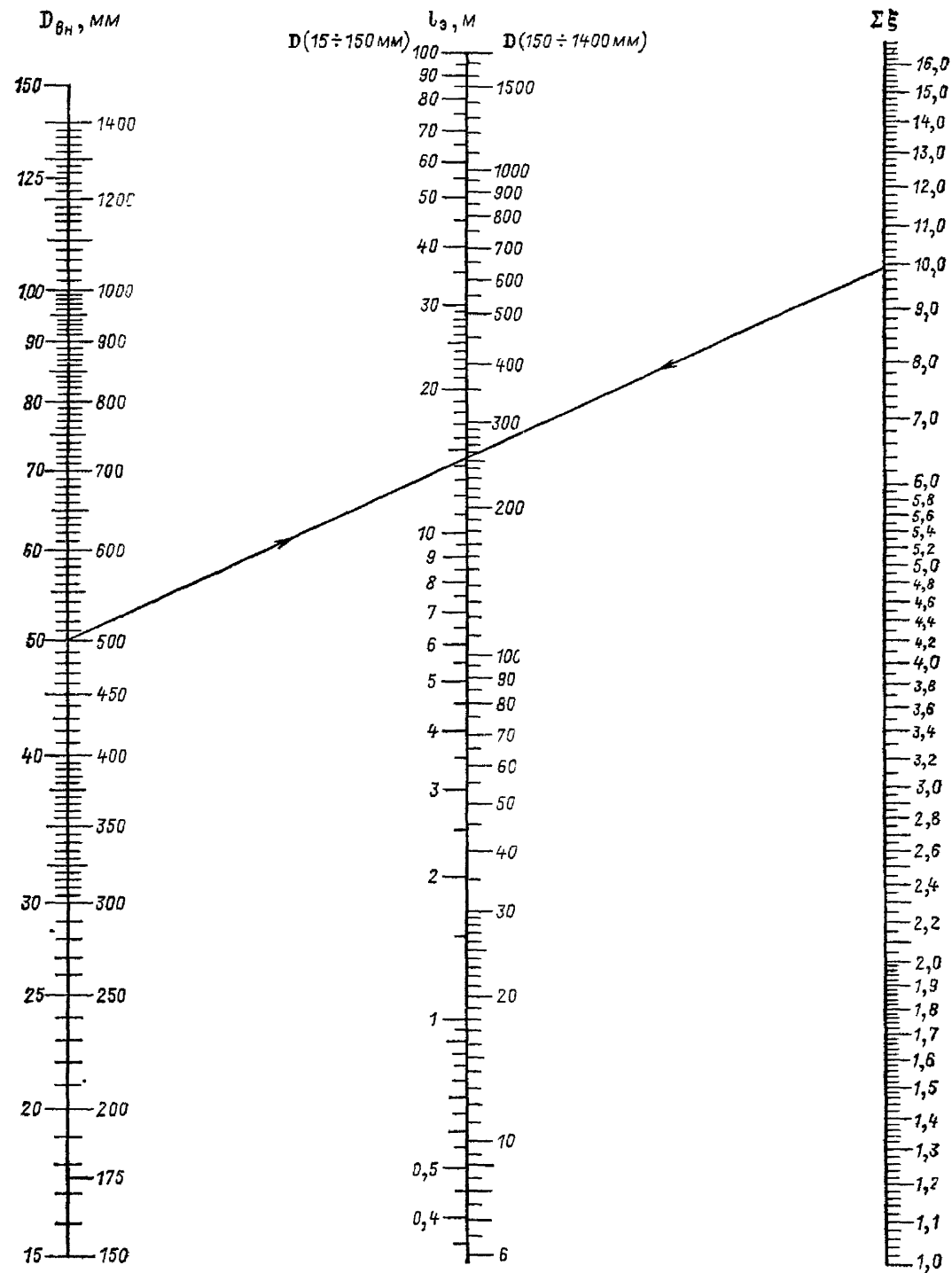


Рис. П15.3. Номограмма для определения эквивалентной длины местных сопротивлений

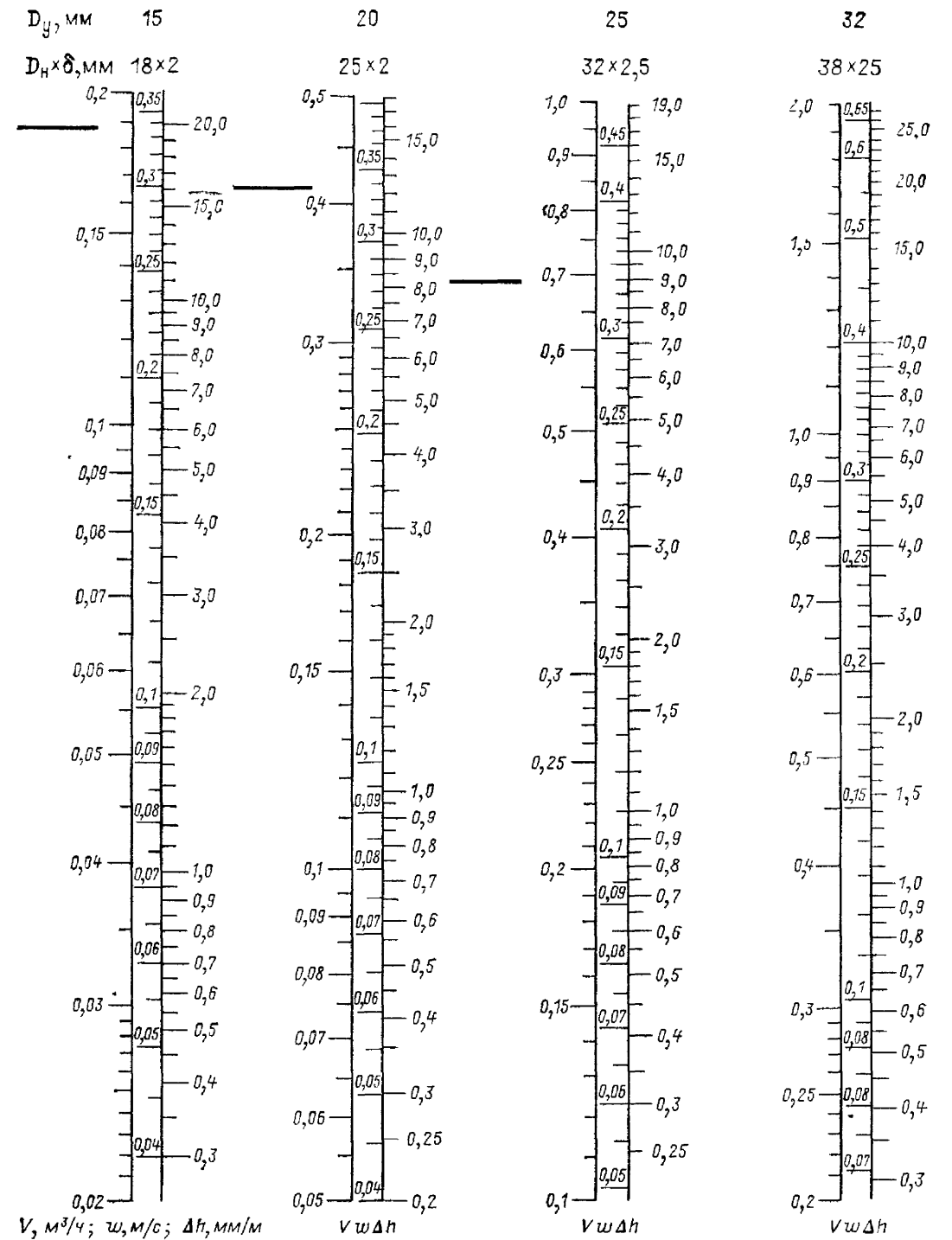


Рис. П15.4. Номограмма для расчета гидравлических потерь в водяных трубопроводах (листы 1—10). Лист 1

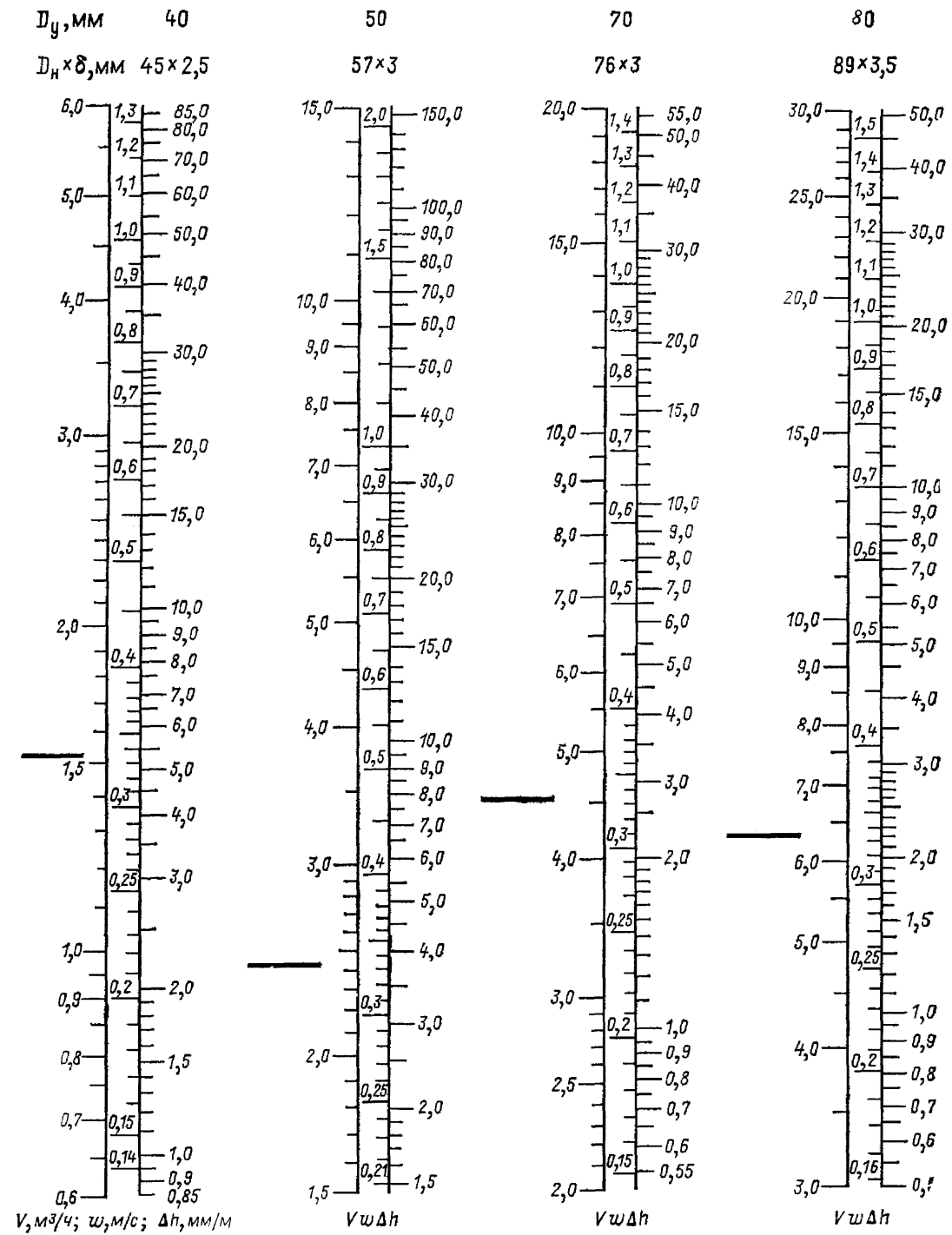


Рис. П15.4. Лист 2

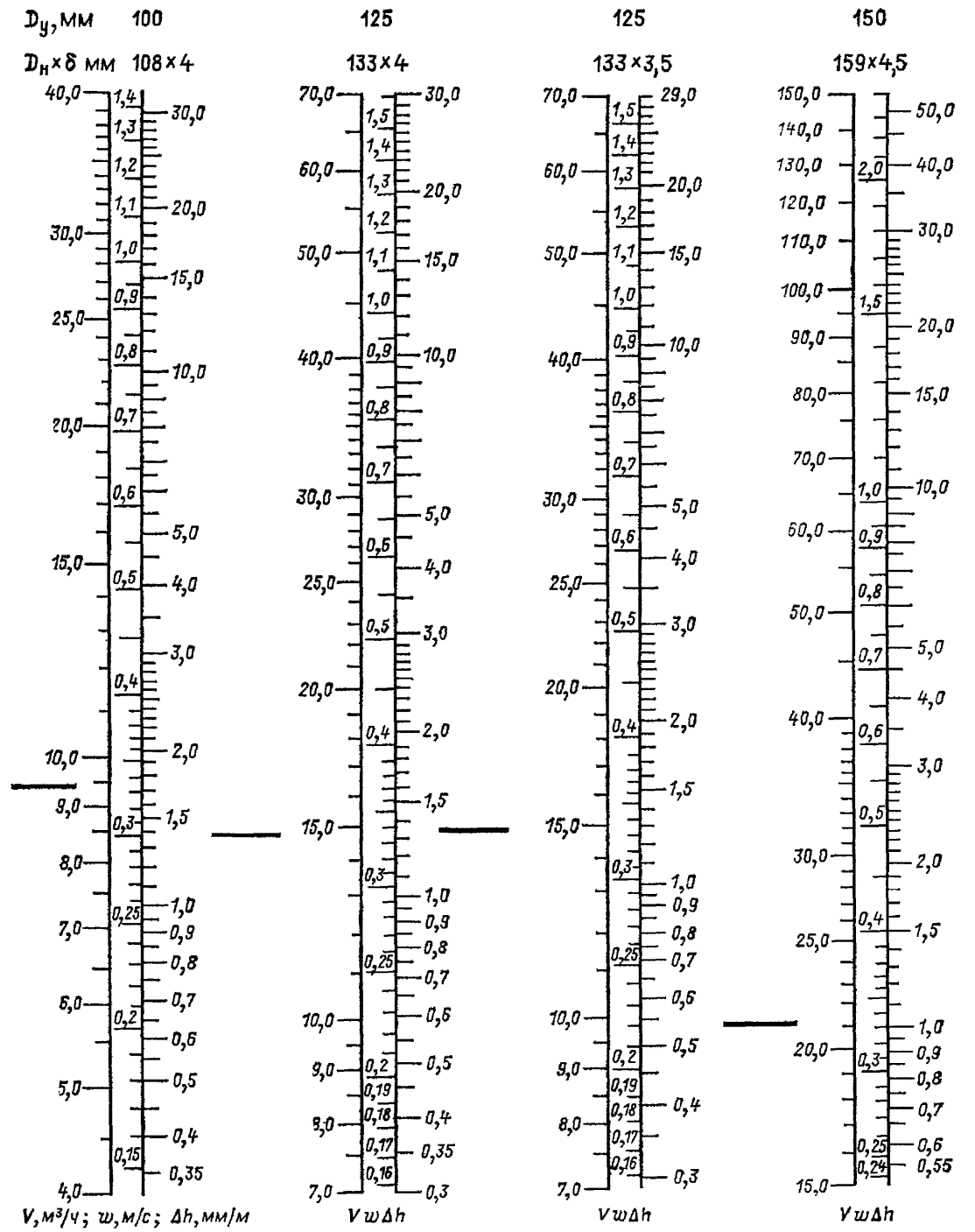


Рис. П15.4. Лист 3

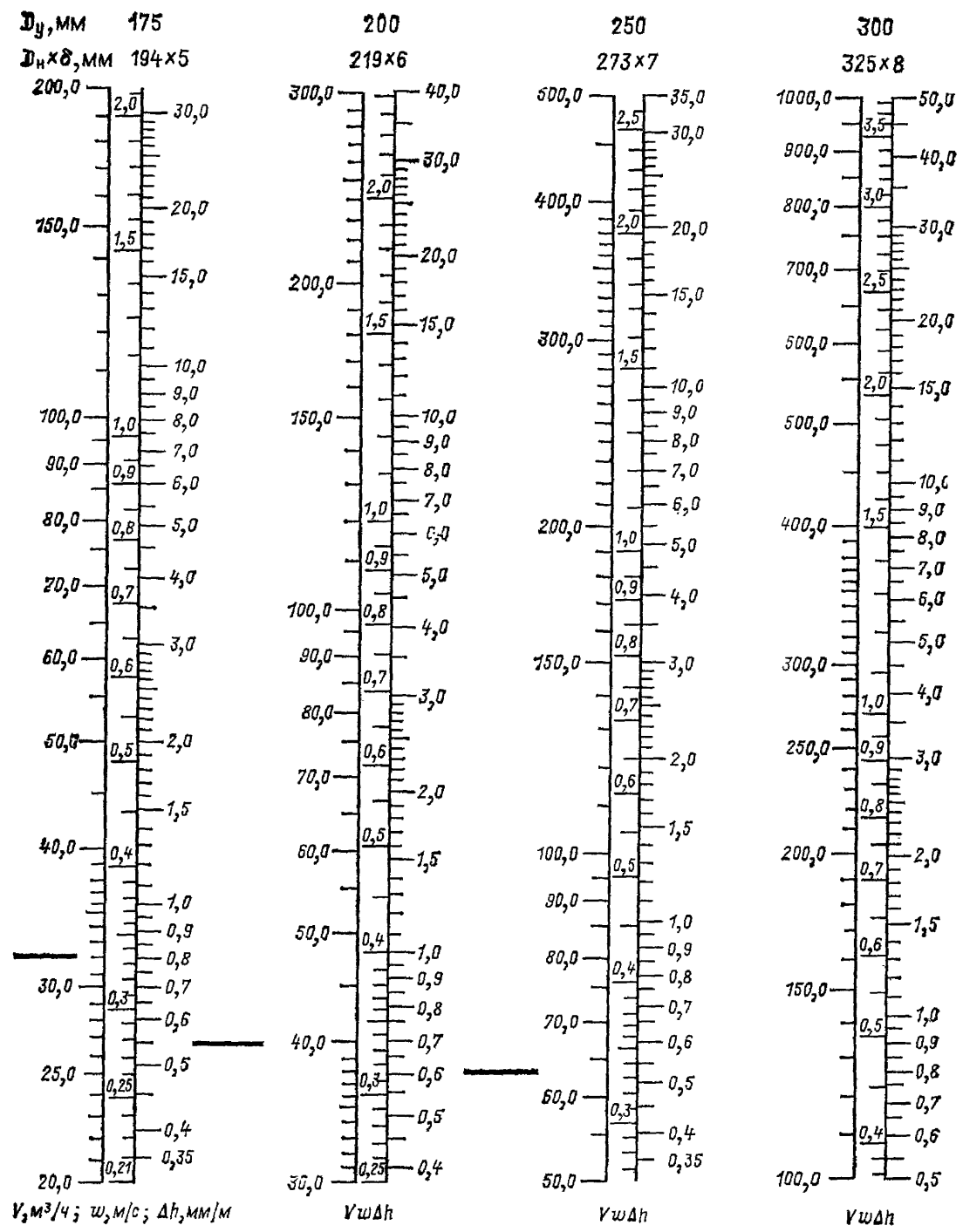


Рис. П15.4. Лист 4

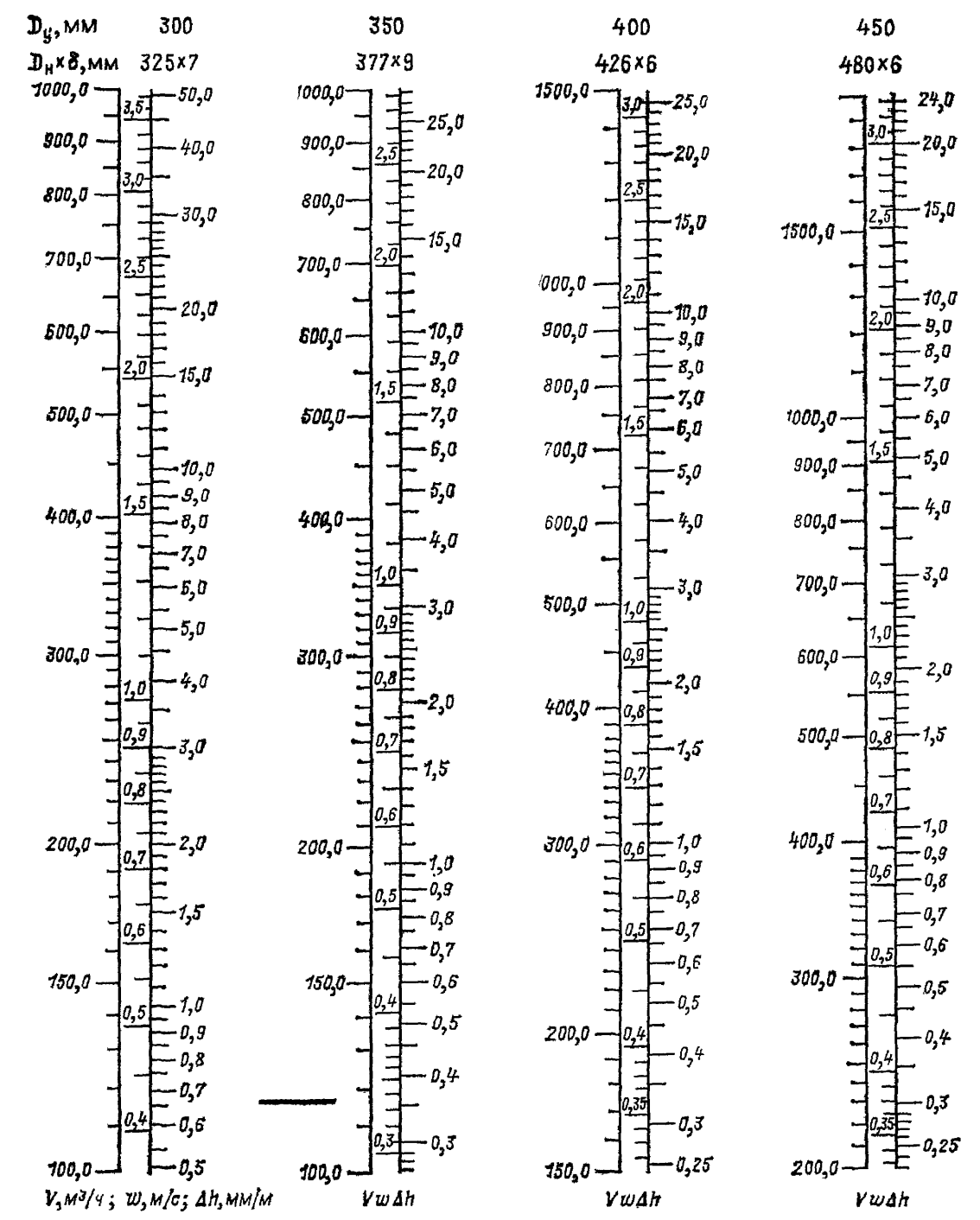


Рис. П15.4. Лист 5

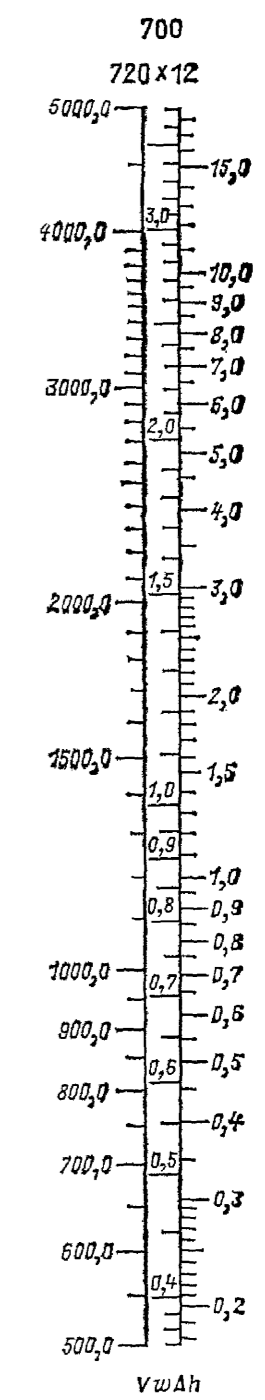
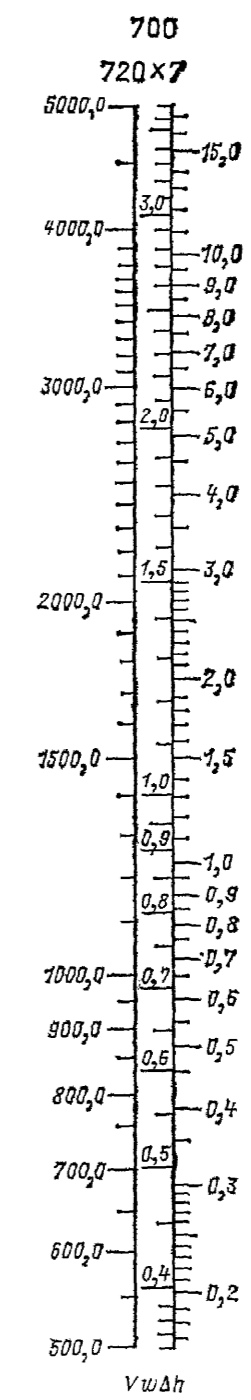
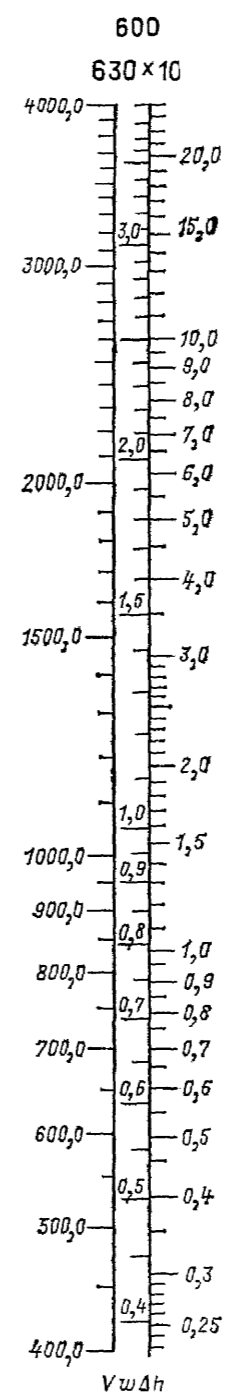
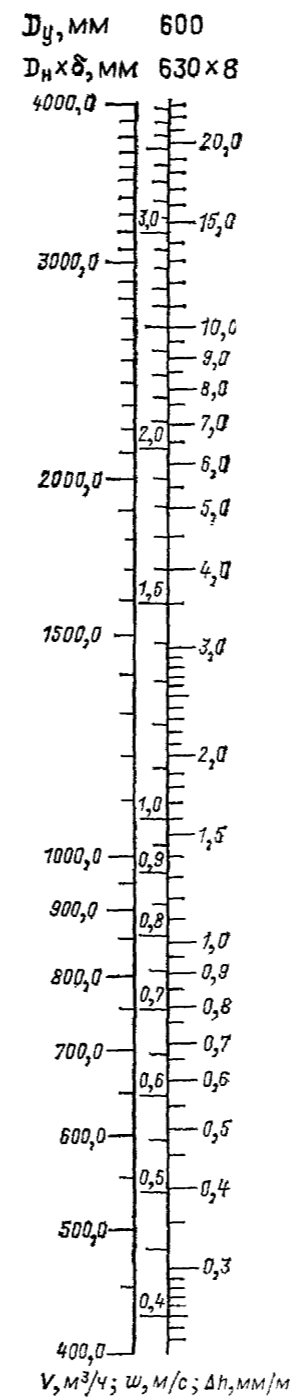
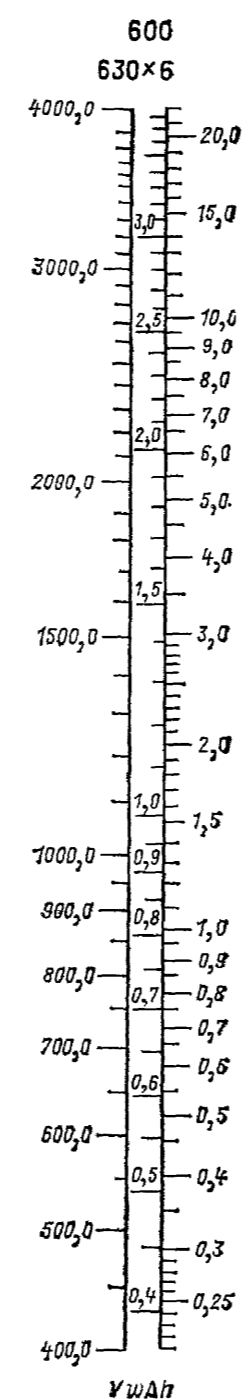
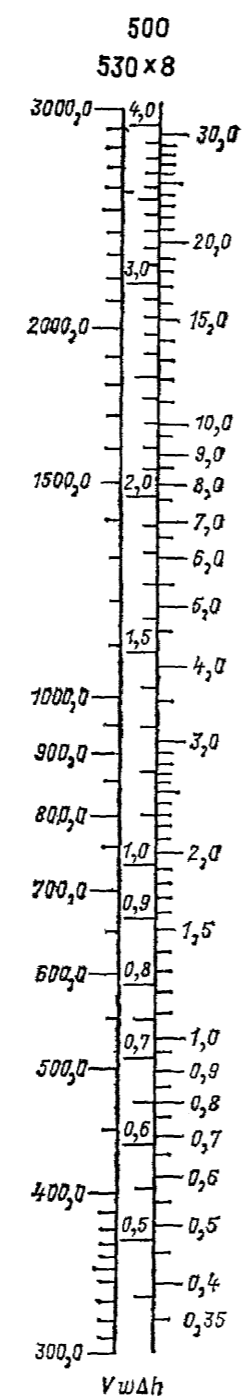
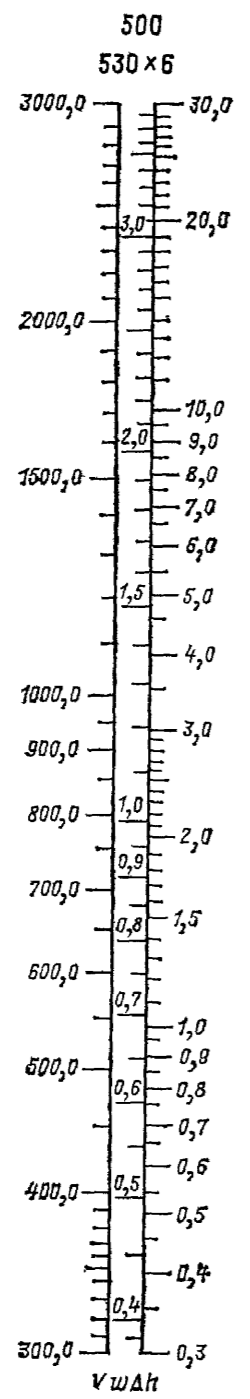
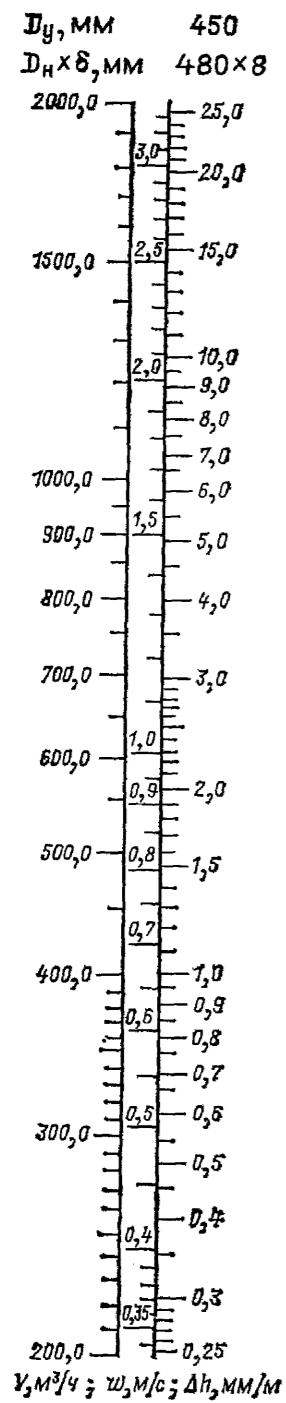


Рис. П15.4. Лист 6

Рис. П15.4. Лист 7

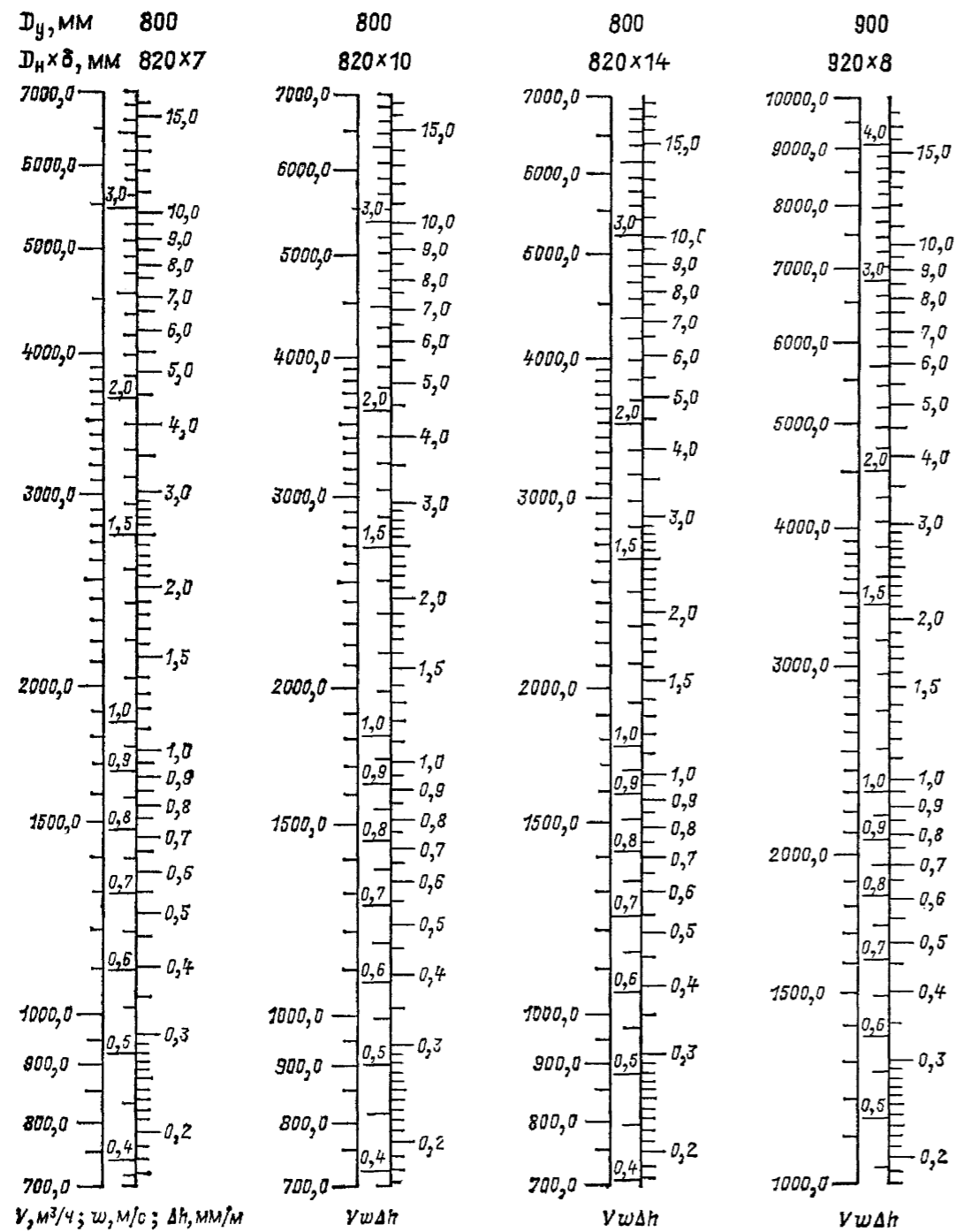


Рис. П15.4. Лист 8

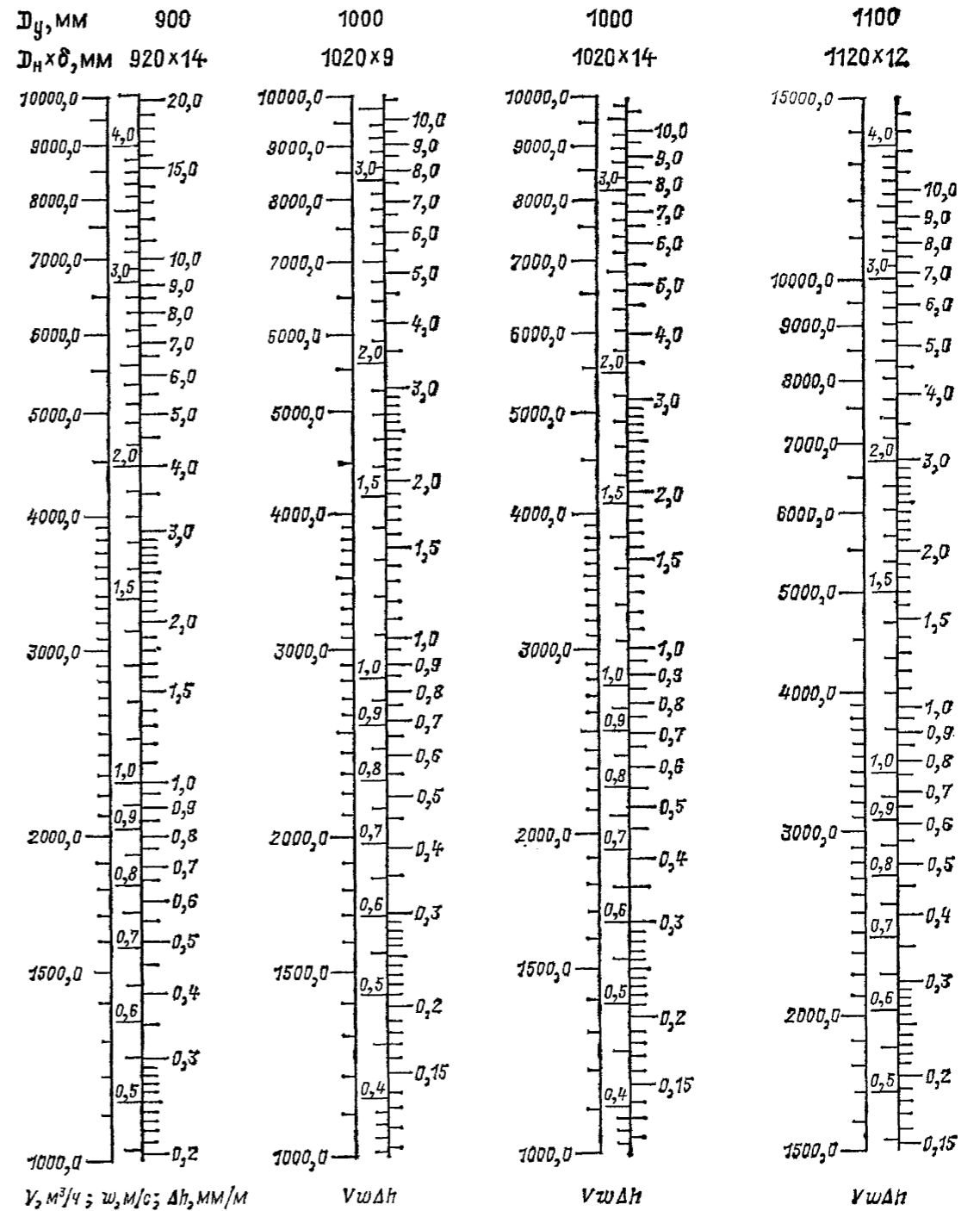


Рис. П15.4. Лист 9

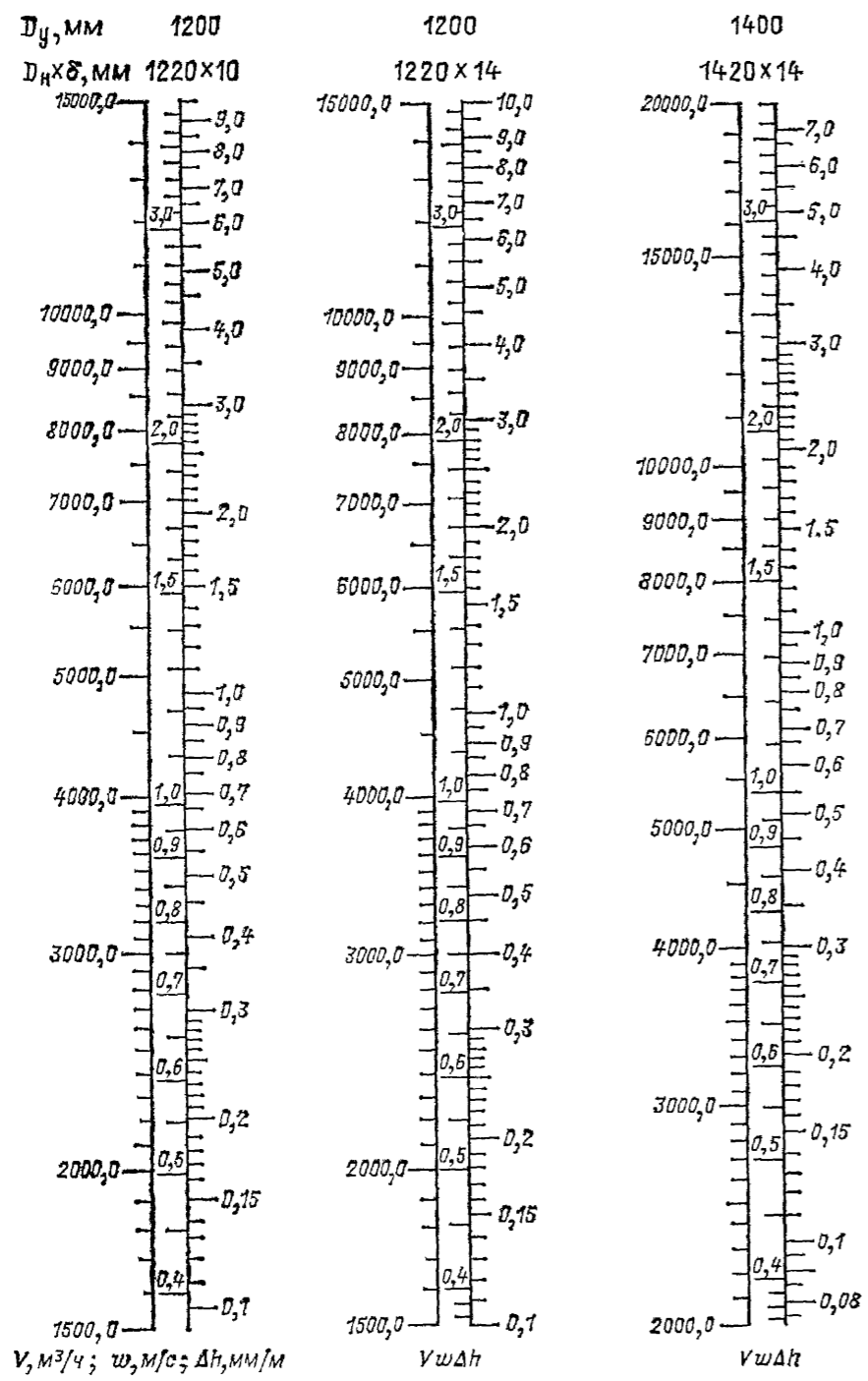


Рис. П15.4. Лист 10

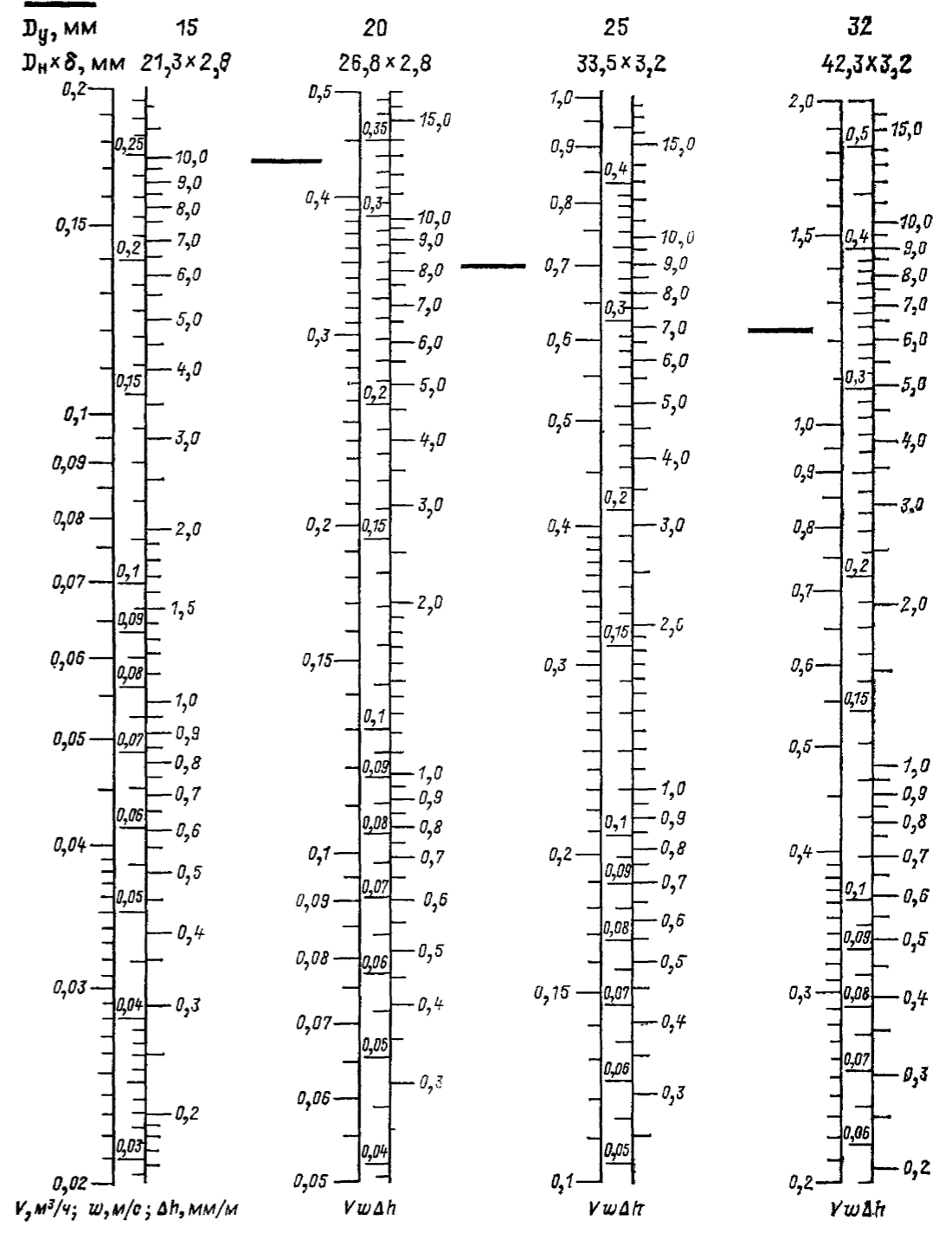


Рис. П15.5. Номограмма для расчета гидравлических потерь в трубопроводах из газовых труб (ГОСТ 3262-75) (листы 1, 2). Лист 1

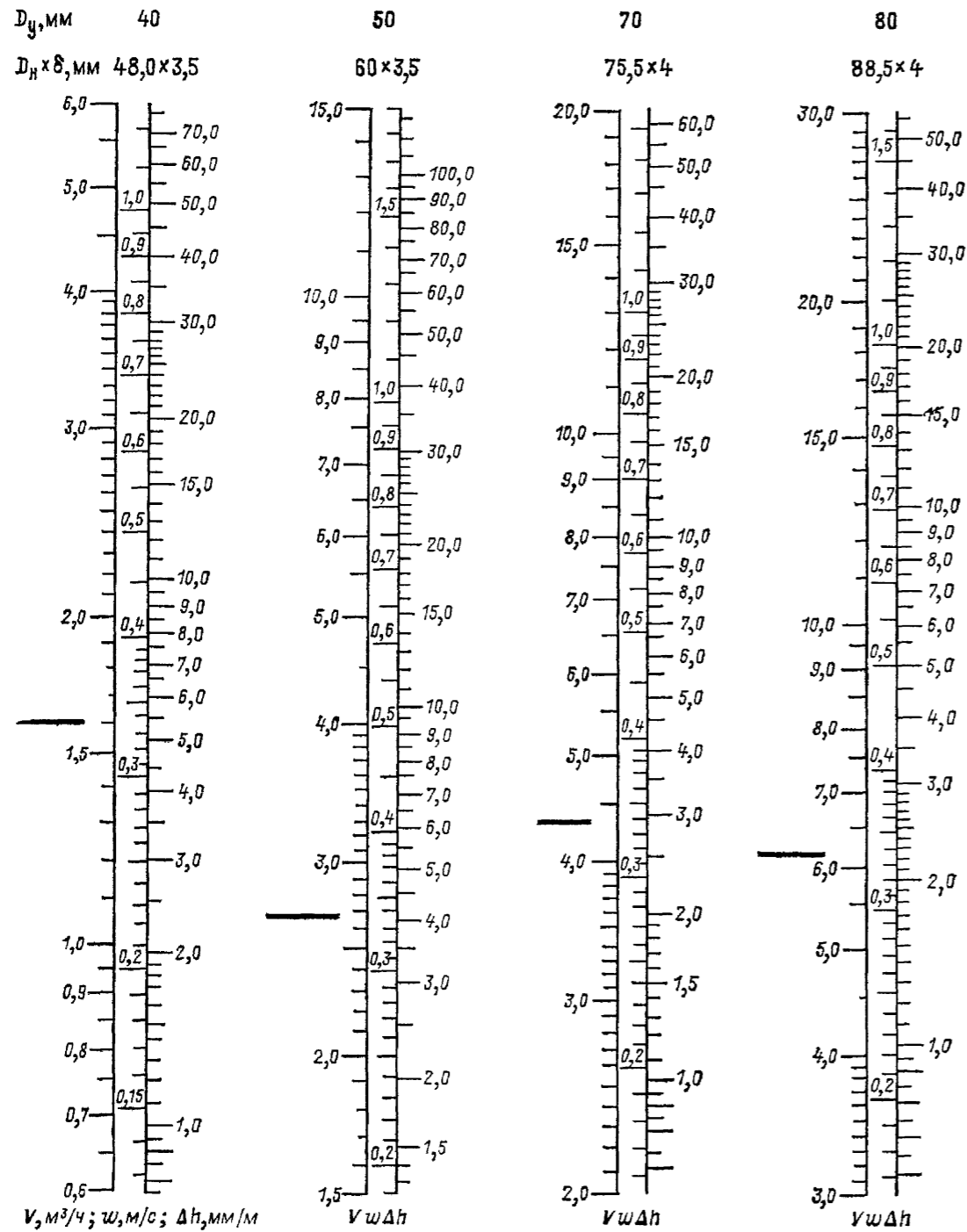


Рис. П15.5. Лист 2

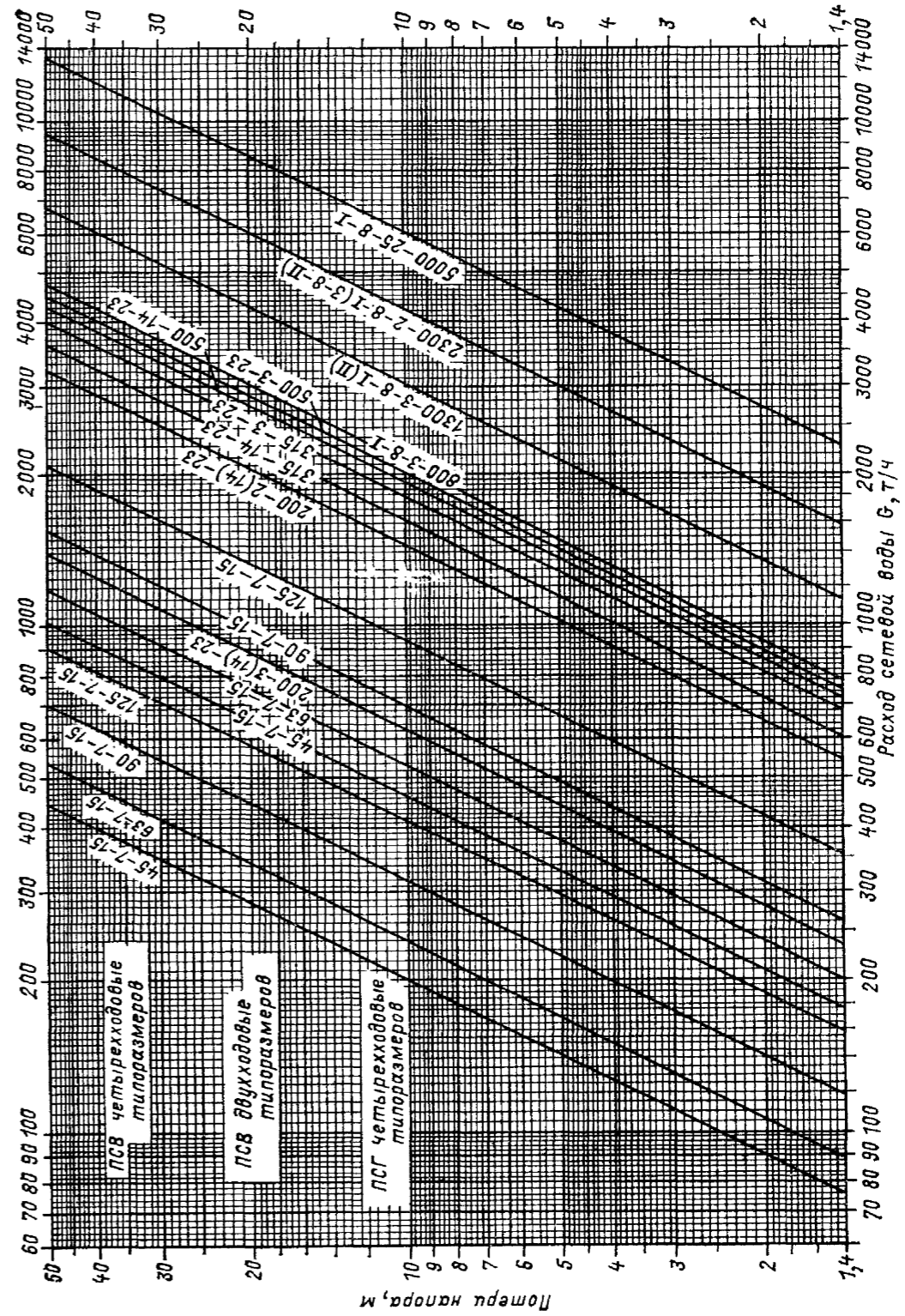


Рис. П15.6. Нограмма для определения потерь напора в сетевых водоподогревателях ПСВ и ПСГ

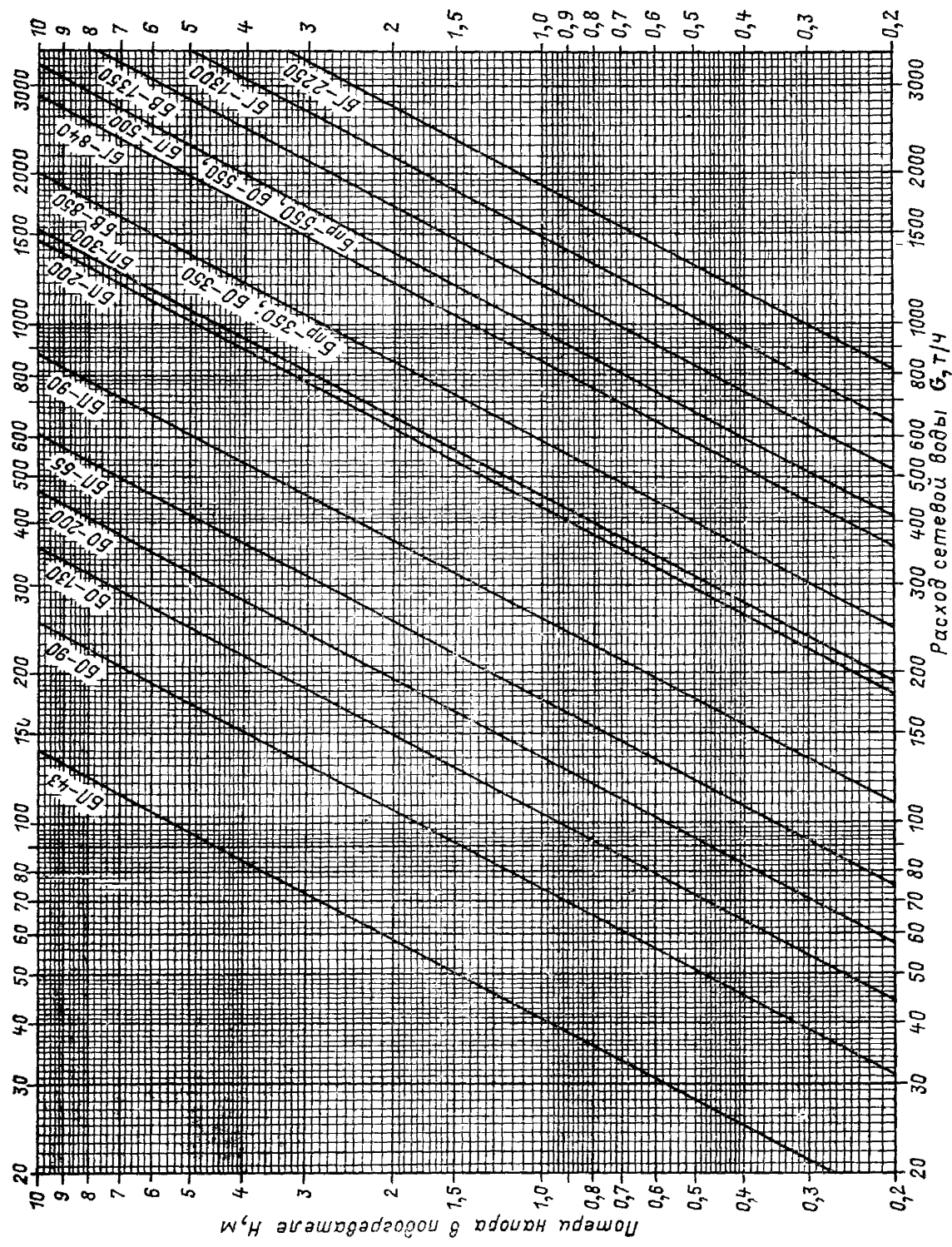


Рис. П.15.7. Номограмма для определения напора в сетевых водоподогревателях БО и БП

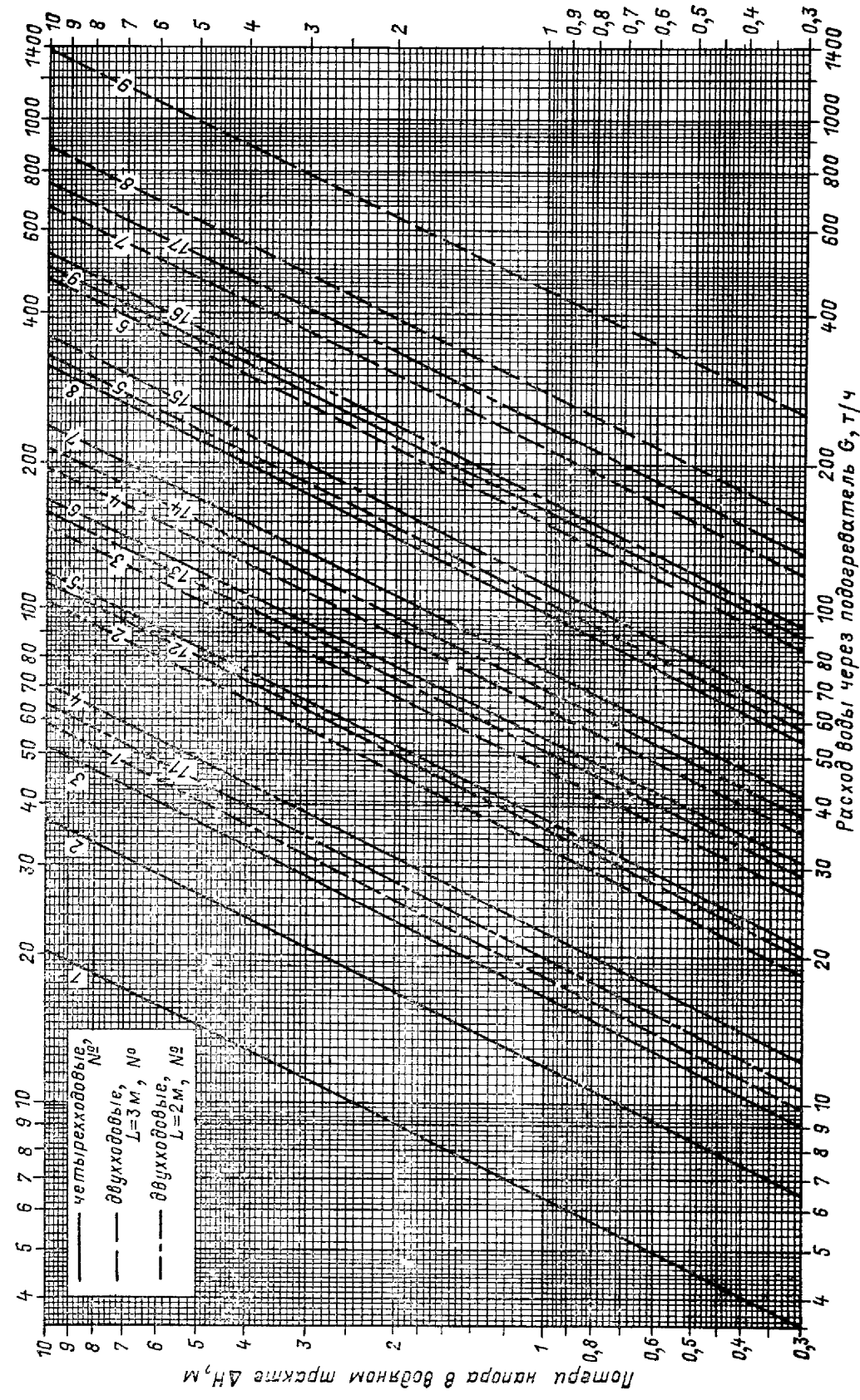


Рис. П.15.8. Номограмма для определения потерь напора в водяном тракте пароводяных подогревателей (ОСТ 34.531-68, 34.532-68, 34.576-68 и ОСТ 34.577-68)

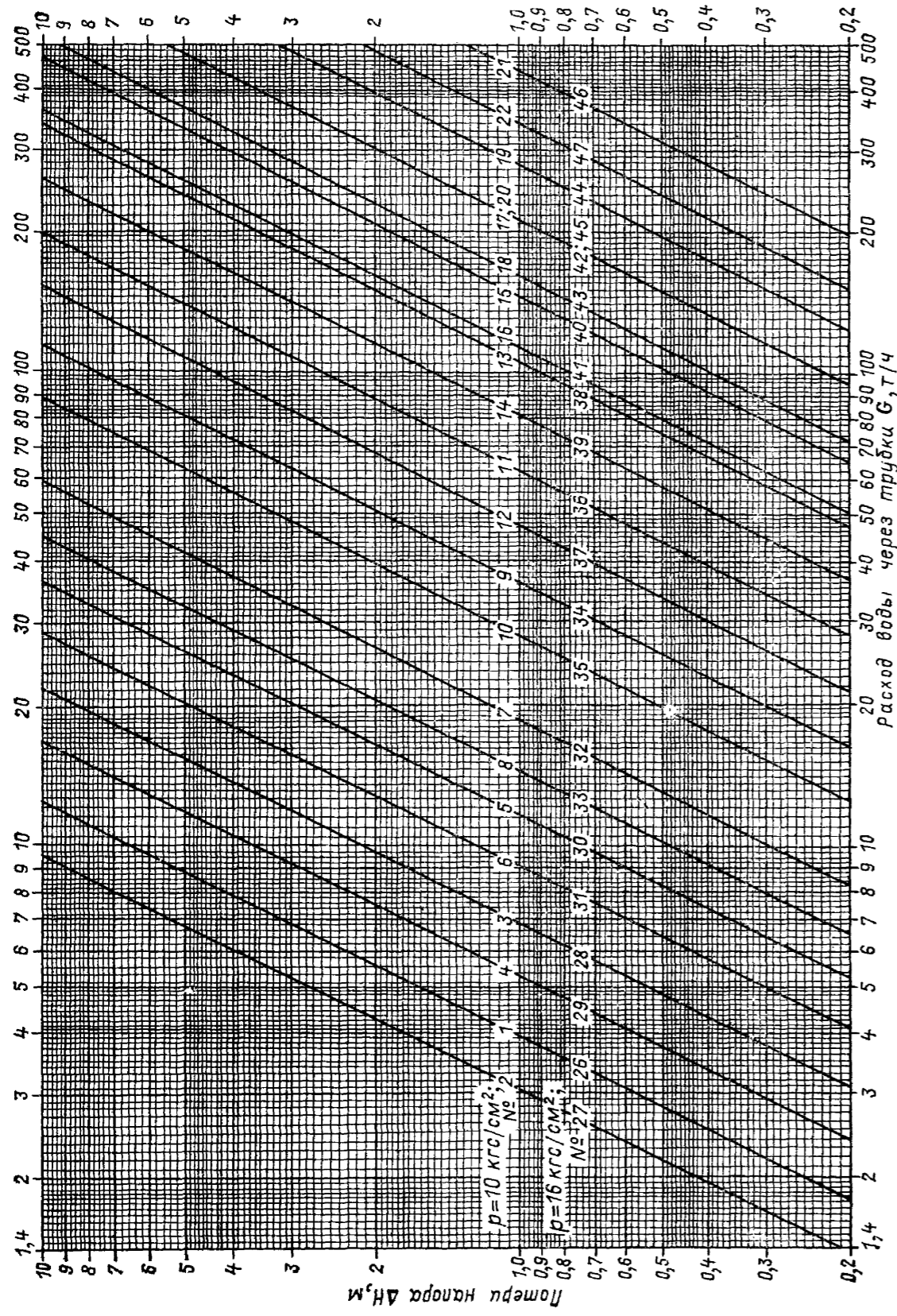


Рис. П15.9. Номограмма для определения потерь напора в трубном пучке секции водо-водяного подогревателя (ОСТ 34.588-68)

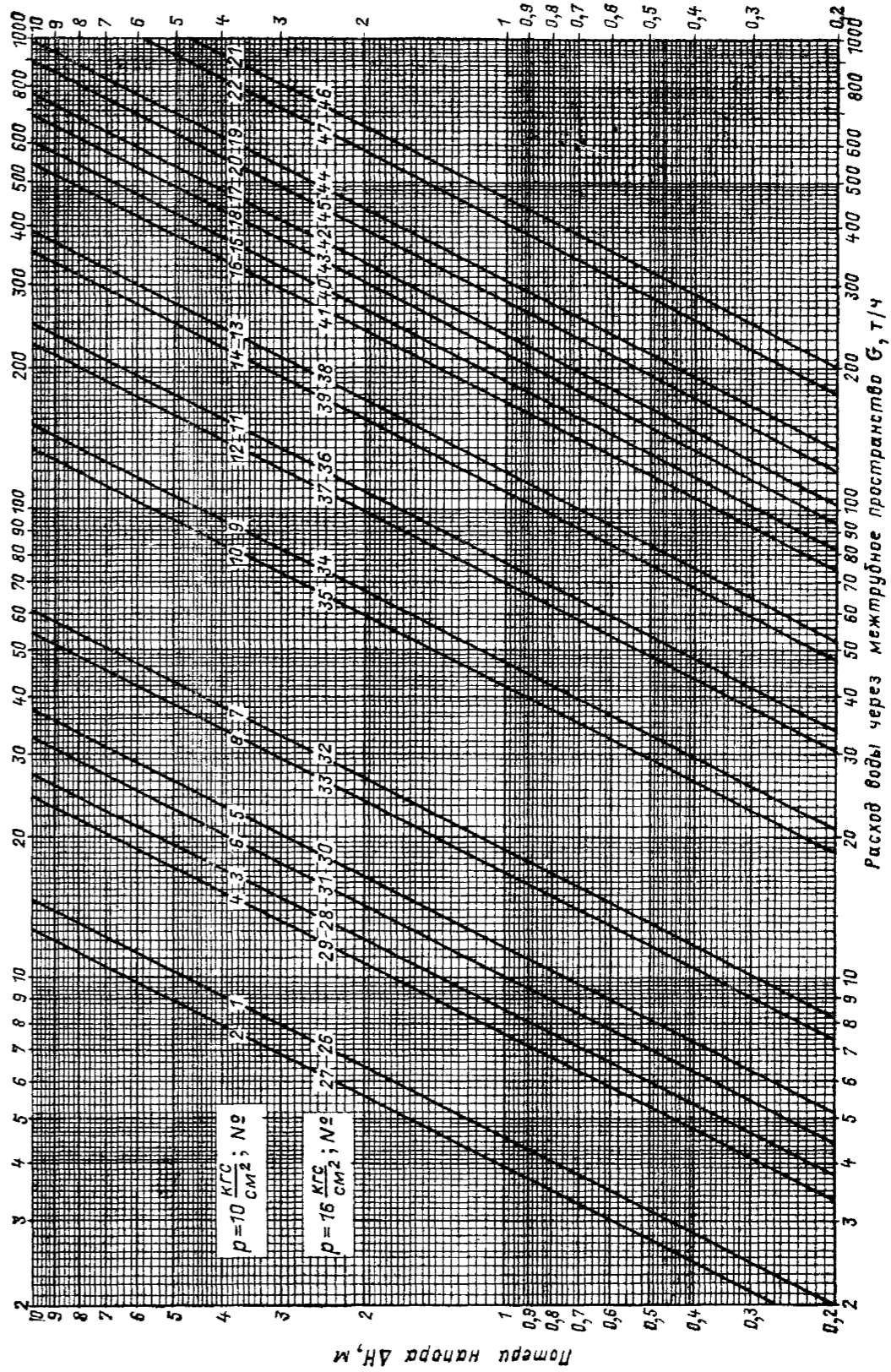


Рис. П15.10. Номограмма для определения потерь напора в межтрубном пространстве секции водо-водяного подогревателя (ОСТ 34.588-68)

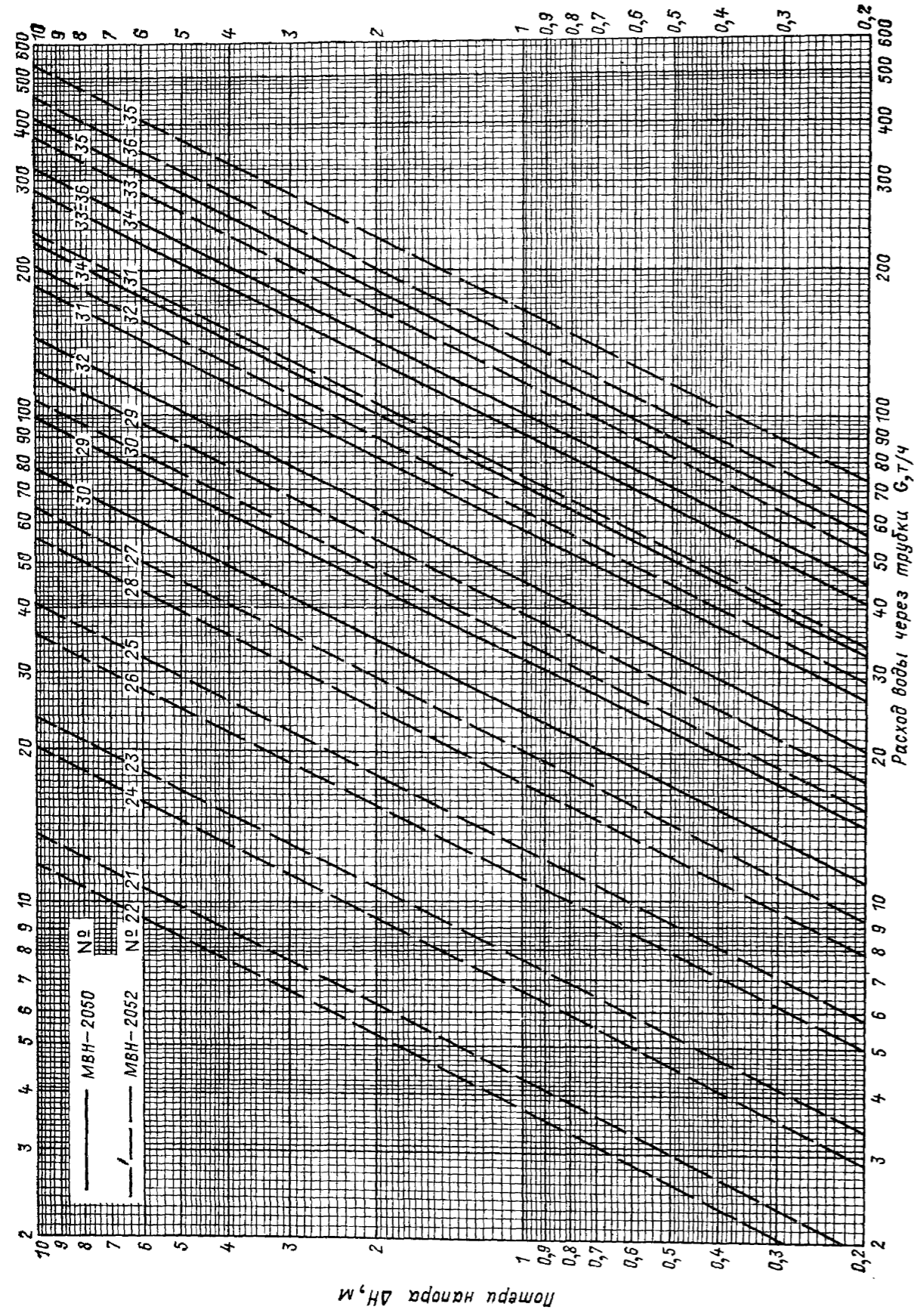


Рис. П15.11. Номограмма для определения потерь напора в трубном пучке секции водо-водяного подогревателя MBH-2050 и MBH-2052

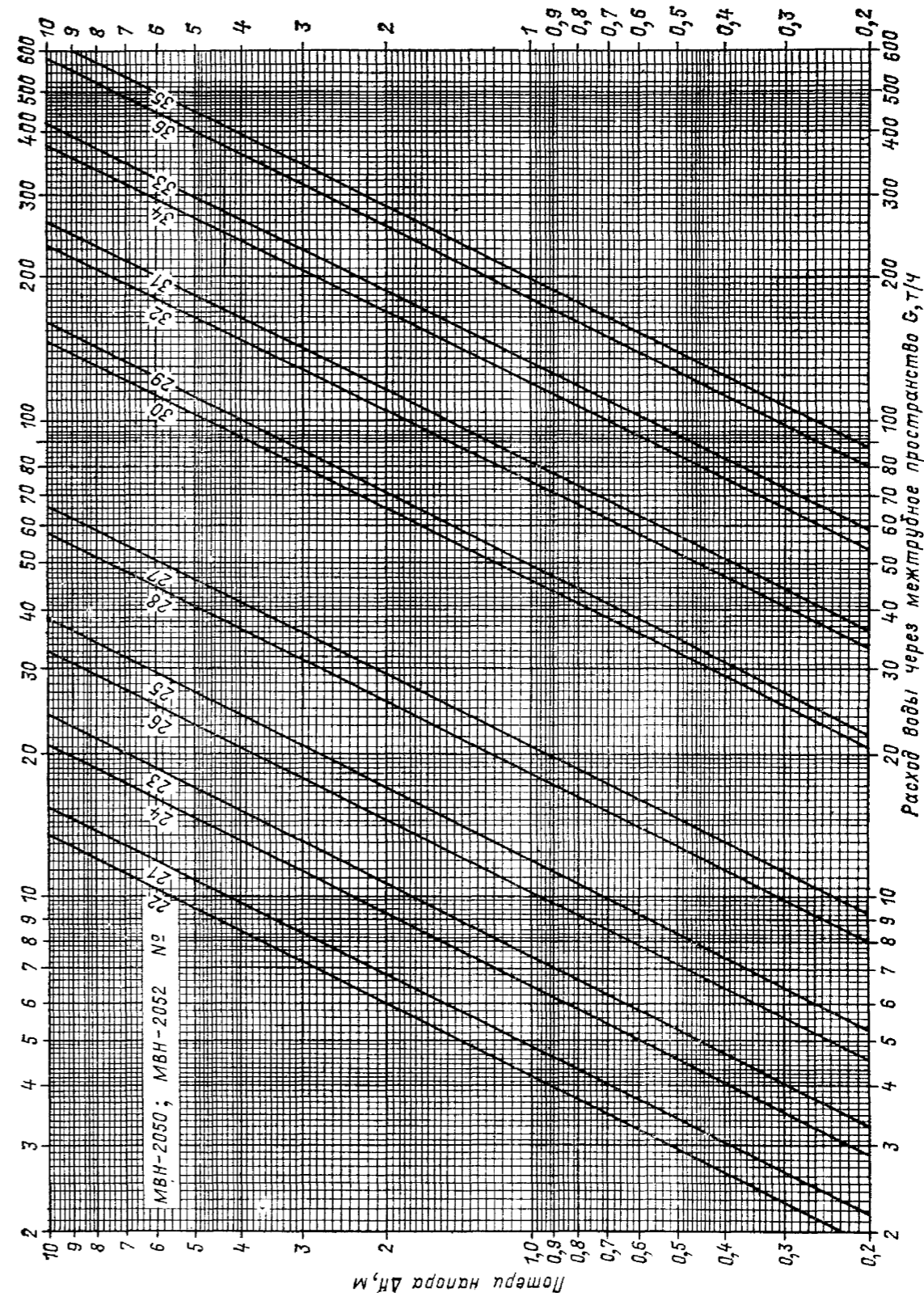


Рис. П15.12. Номограмма для определения потерь напора в межтрубном пространстве секции водо-водяного подогревателя MBH-2050 и MBH-2052

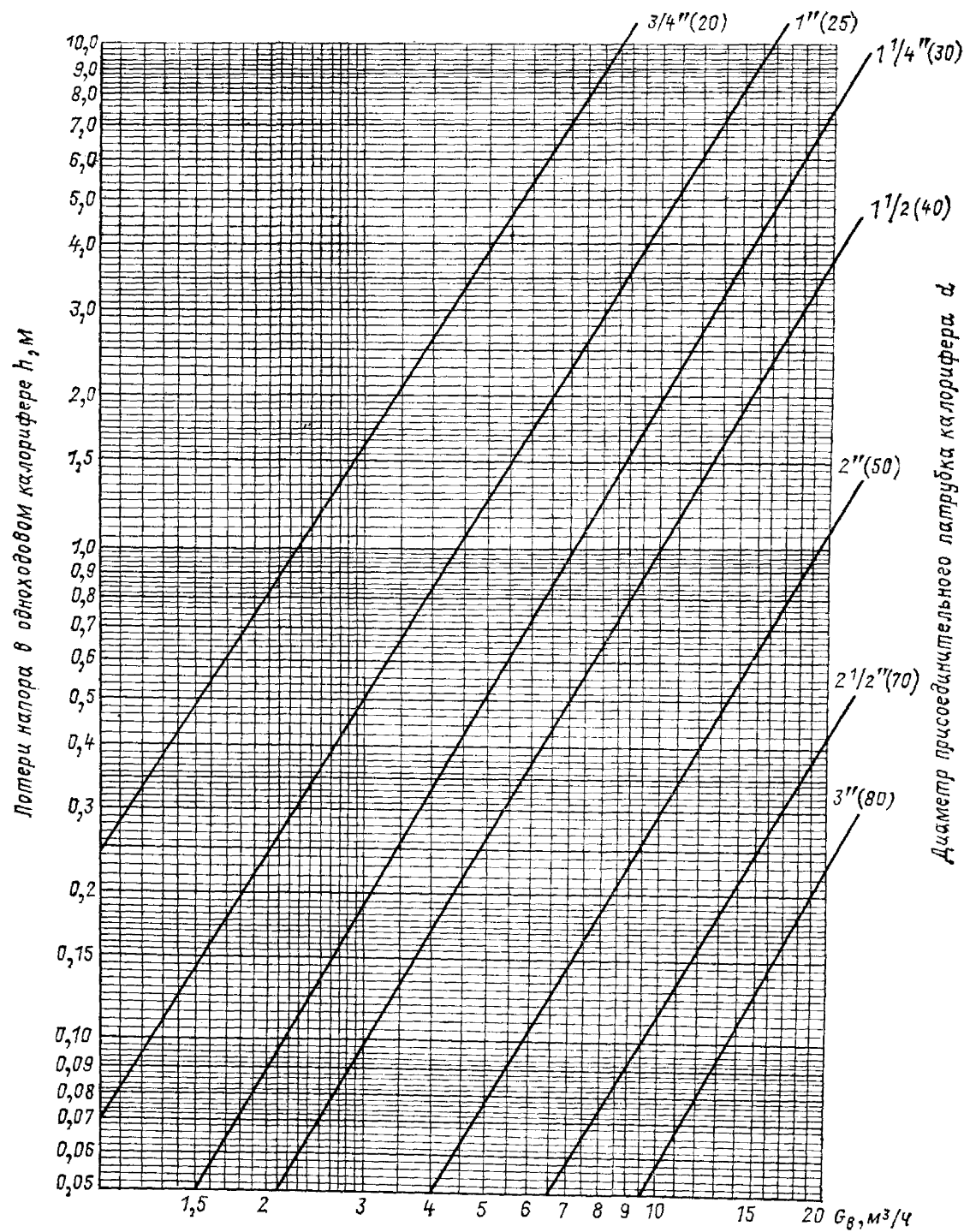


Рис. П15.13. Номограмма для определения потерь напора в одноходовых calorиферах. В многоходовых calorиферах применять множители:

Число ходов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Множитель	1	1,5	2,0	2,7	3,4	4,1	4,7	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2

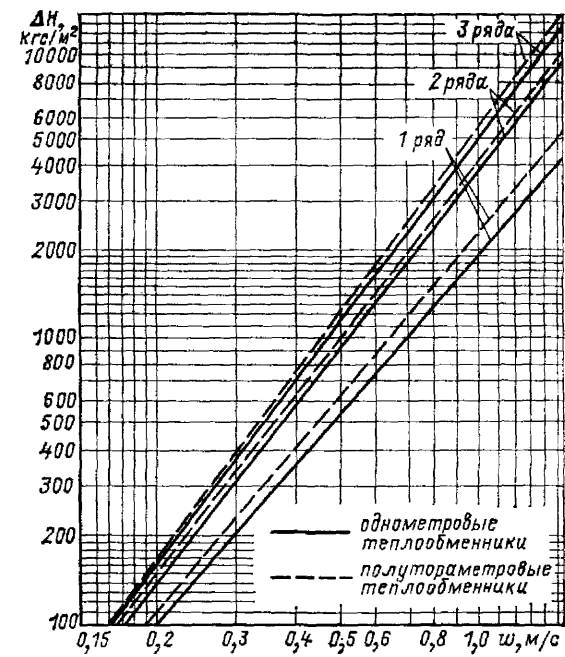


Рис. П15.14. Номограмма для определения потерь напора в секции воздухонагревателя КТ

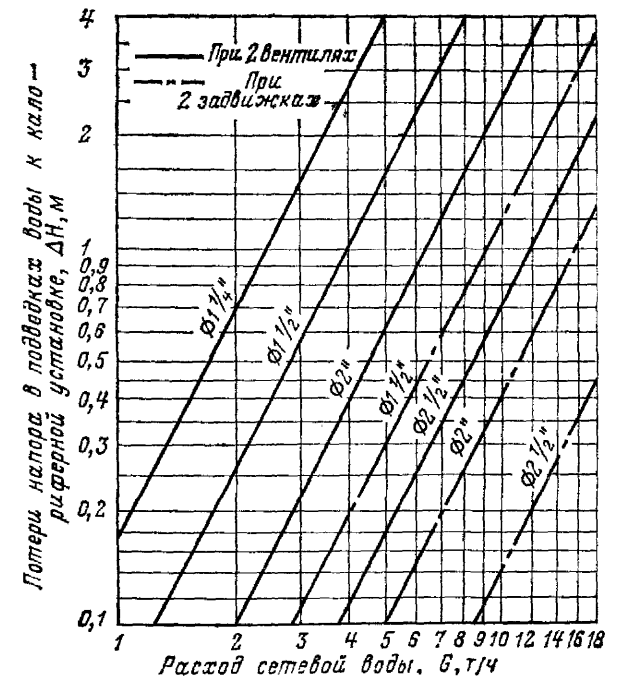


Рис. П15.15. Номограмма для определения потери напора в подводках к calorиферам

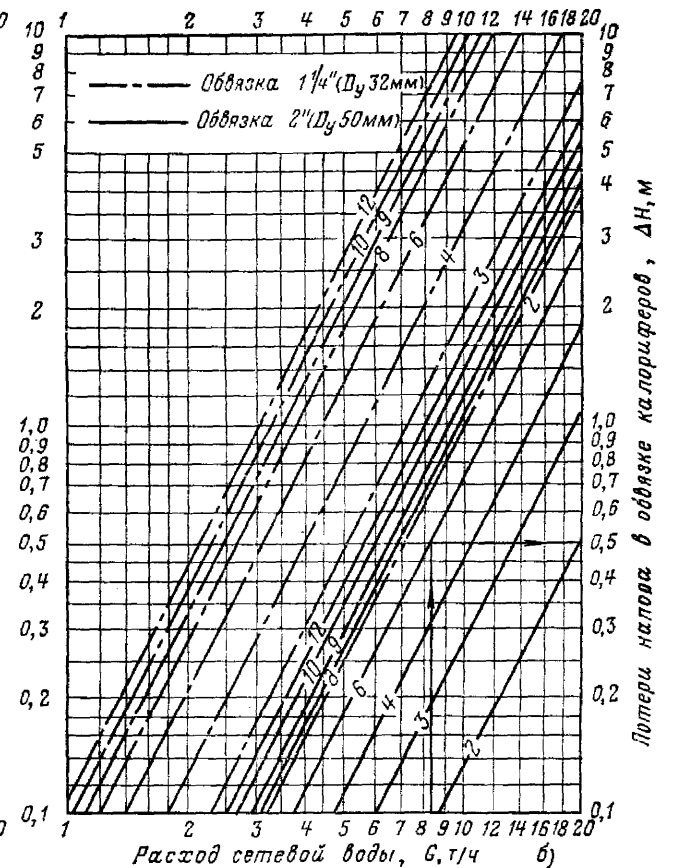
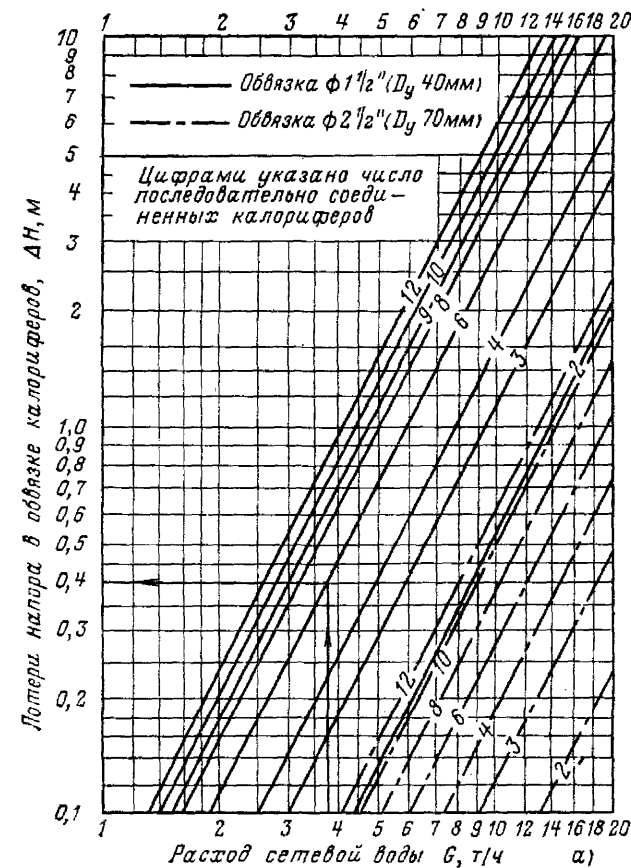


Рис. П15.16. Номограмма для определения потерь напора в обвязке calorиферов:

а) для обвязок из труб $D_y=40$ и 70 мм; б) для обвязок из труб $D_y=32$ и 50 мм. Цифрами указано число последовательно соединенных calorиферов в установке

Потери напора в калориферной установке подсчитываются как сумма потерь непосредственно в ходах калорифера (определяется по номограмме на рис. П15.13 и П15.14 для одного калорифера и умножается на число последовательно соединенных калориферов),

в подводках на входе в калориферную установку и на выходе из неё (номограмма на рис. П15.15) и в обвязке последовательно соединенных калориферов (номограмма на рис. П15.16), исходя из расхода сетевой воды через один калорифер.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

НОМОГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РАСЧЕТА ДРОССЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ:
 ДИАФРАГМ, ЭЛЕВАТОРОВ И СОПЛ

Установка дроссельных диафрагм в системах теплоснабжения, кроме ограничения расхода теплоносителя расчетной величиной, служит также для повышения гидравлической устойчивости работы системы, под которой понимается способность устойчивой работы отдельных теплоприемников при изменениях гидравлических параметров на вводе системы. Чем выше гидравлическая устойчивость системы, тем меньше влияние изменения параметров теплоносителя на вводе в систему на расход теплоносителя через каждый отдельный теплоприемник. Гидравлическая устойчивость системы тем выше, чем меньше потери напора в подводящих трубопроводах системы и чем больше потери напора в самом теплоприемнике.

Исходя из этого, при выборе места установки дроссельных диафрагм следует руководствоваться следующим правилом. При наличии в системе теплоснабжения

незначительного избыточного напора весь избыточный напор должен сбрасываться в дроссельной диафрагме, установленной непосредственно перед теплоприемником. Если же избыточный напор значительно превышает величину потерь напора в теплоприемнике, и составляет большую величину, которую невозможно погасить дроссельной диафрагмой с минимально допустимым проходным отверстием (2,5÷3 мм), необходимо часть избыточного напора погасить на вводе в систему или на ответвлении к данному теплоприемнику, установив промежуточную дроссельную диафрагму. В некоторых случаях целесообразно устанавливать по одной дроссельной диафрагме непосредственно до и после теплоприемника, гася в каждой из них соответствующую часть всего избыточного напора, с тем, чтобы давление в теплоприемнике как со стороны подающего, так и со стороны обратного трубопроводов оставалось в допустимых для данного теплоприемника пределах.

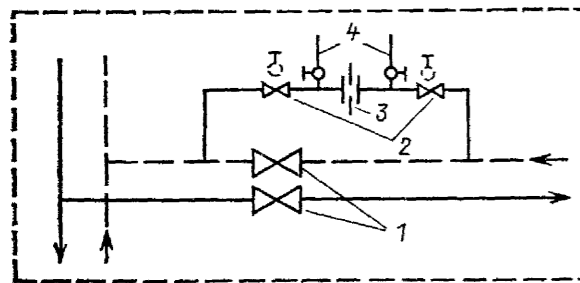


Рис. П16.1. Байпас для установки дроссельной диафрагмы на наружном трубопроводе:

1 — задвижки на дросселируемом трубопроводе; 2 — задвижки или вентили на байпасе; 3 — дроссельная диафрагма; 4 — вентили для продувки диафрагмы

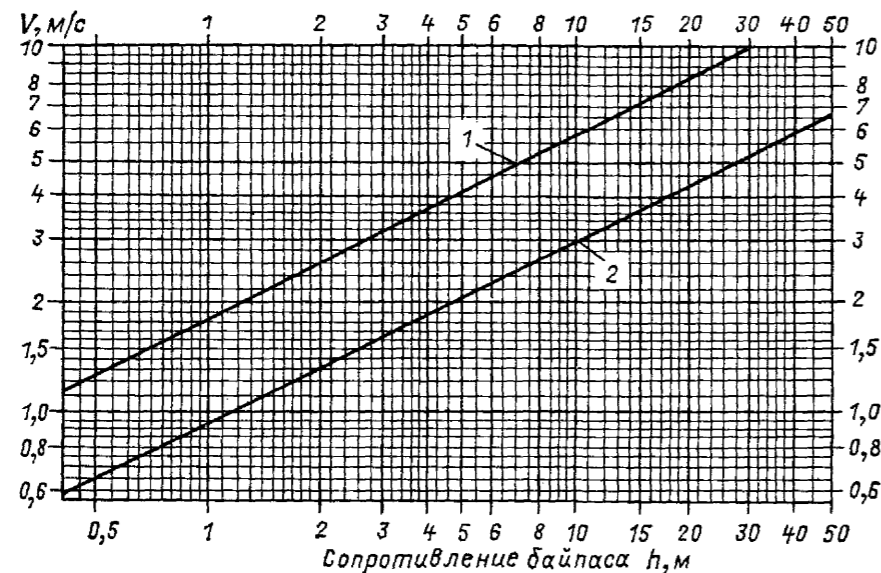
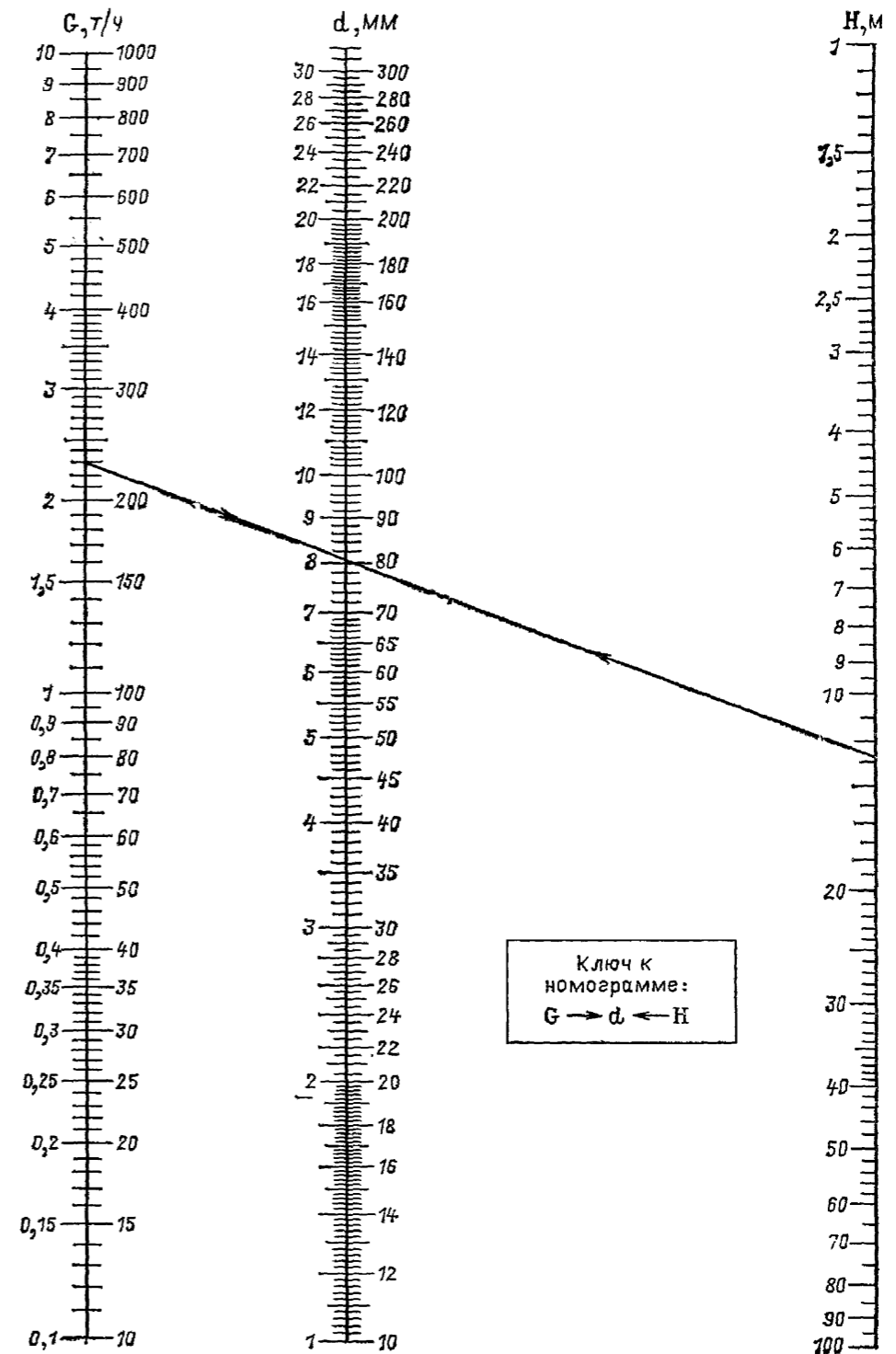


Рис. П16.2. Номограмма для определения потерь напора в байпасе:
 1 — байпас с задвижками; 2 — байпас с вентилями



Ключ к номограмме:
 $G \rightarrow d \leftarrow H$

Рис. П16.3. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм без учета диаметра трубопровода

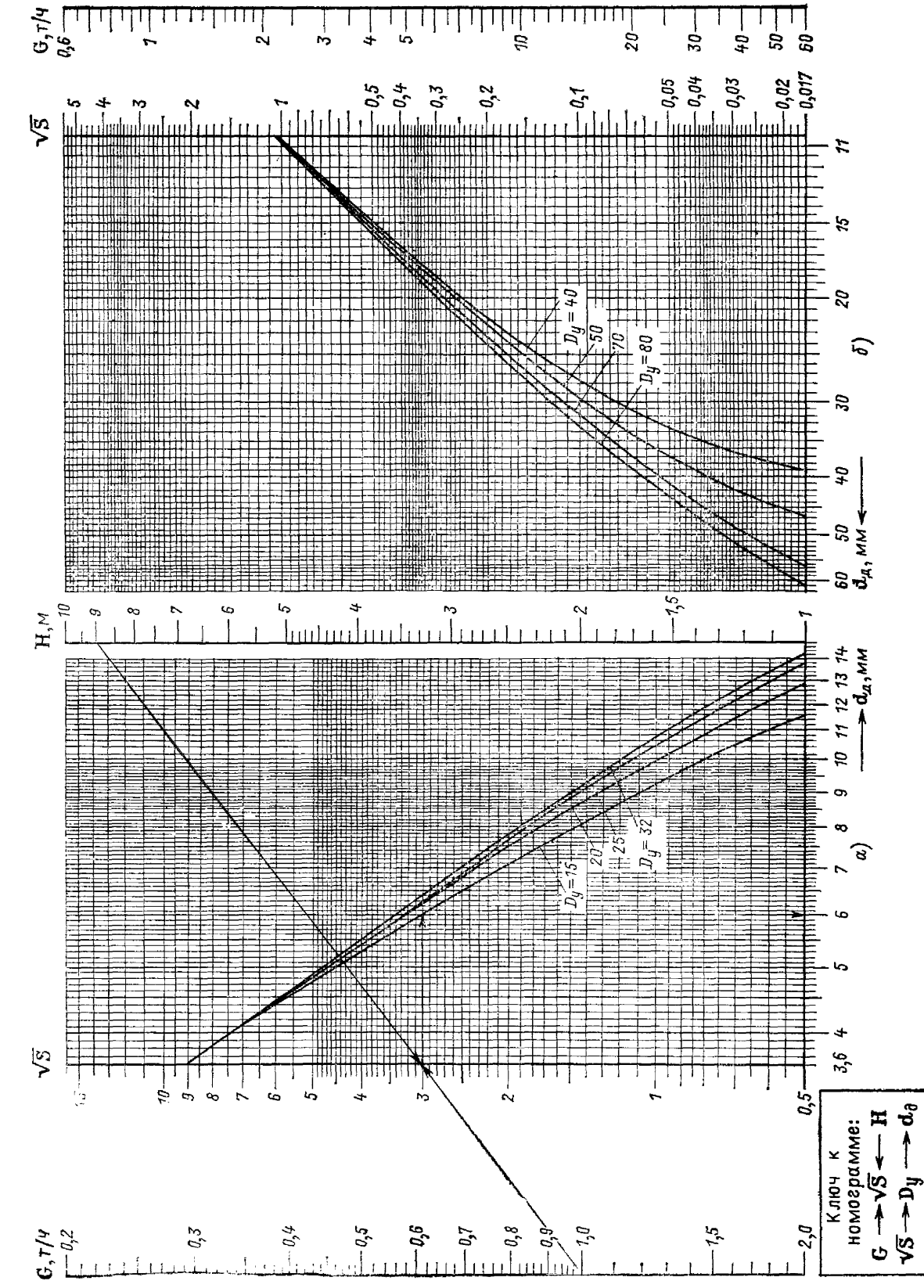


Рис. П16.4. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм с учетом внутреннего диаметра трубопровода:
 а — для труб $D_y = 15-32$ мм; б — для труб $D_y = 40-80$ мм

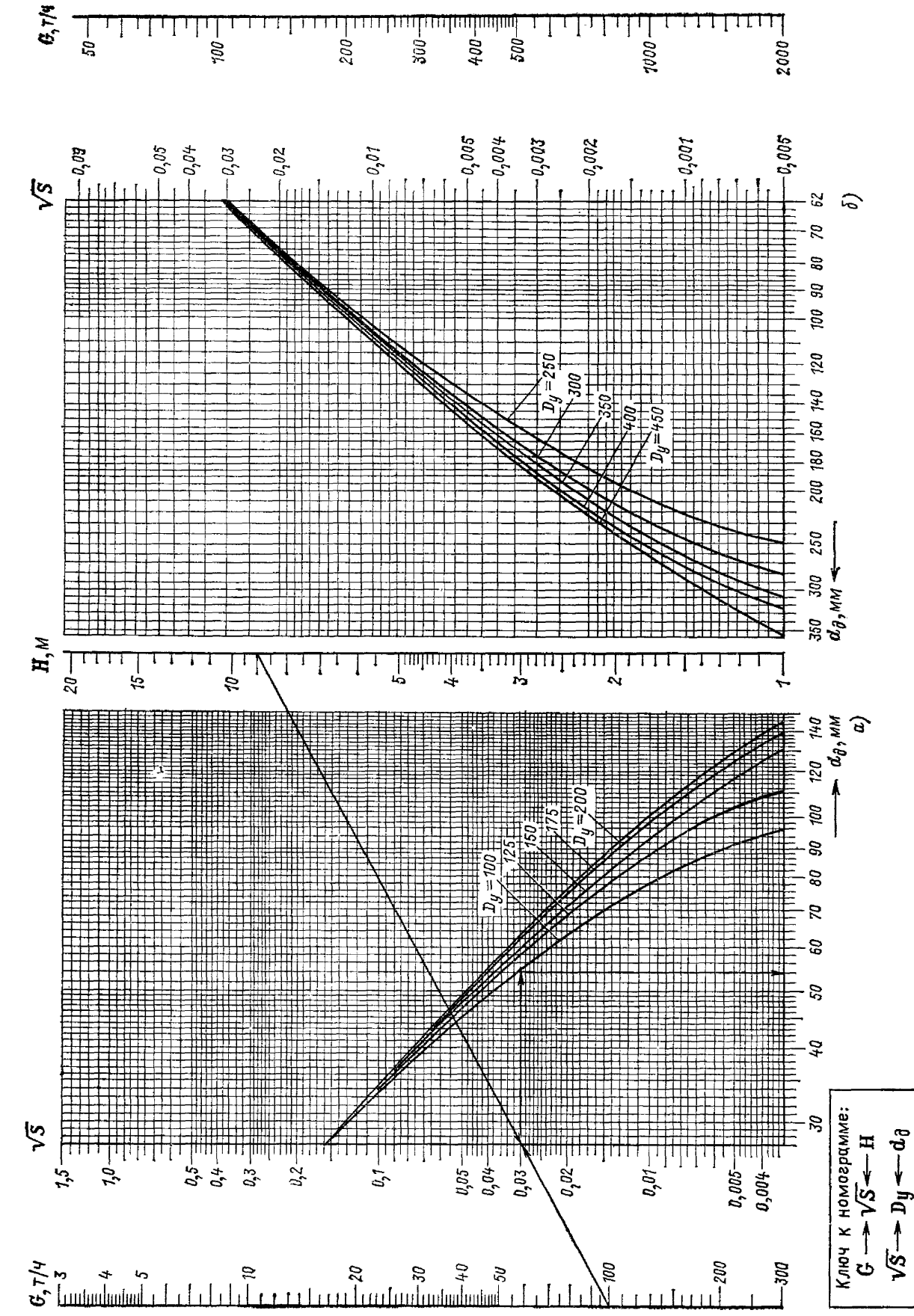


Рис. П16.5. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм с учетом внутреннего диаметра трубопровода:
 а — для труб $D_y = 100-200$ мм; б — для труб $D_y = 250-450$ мм

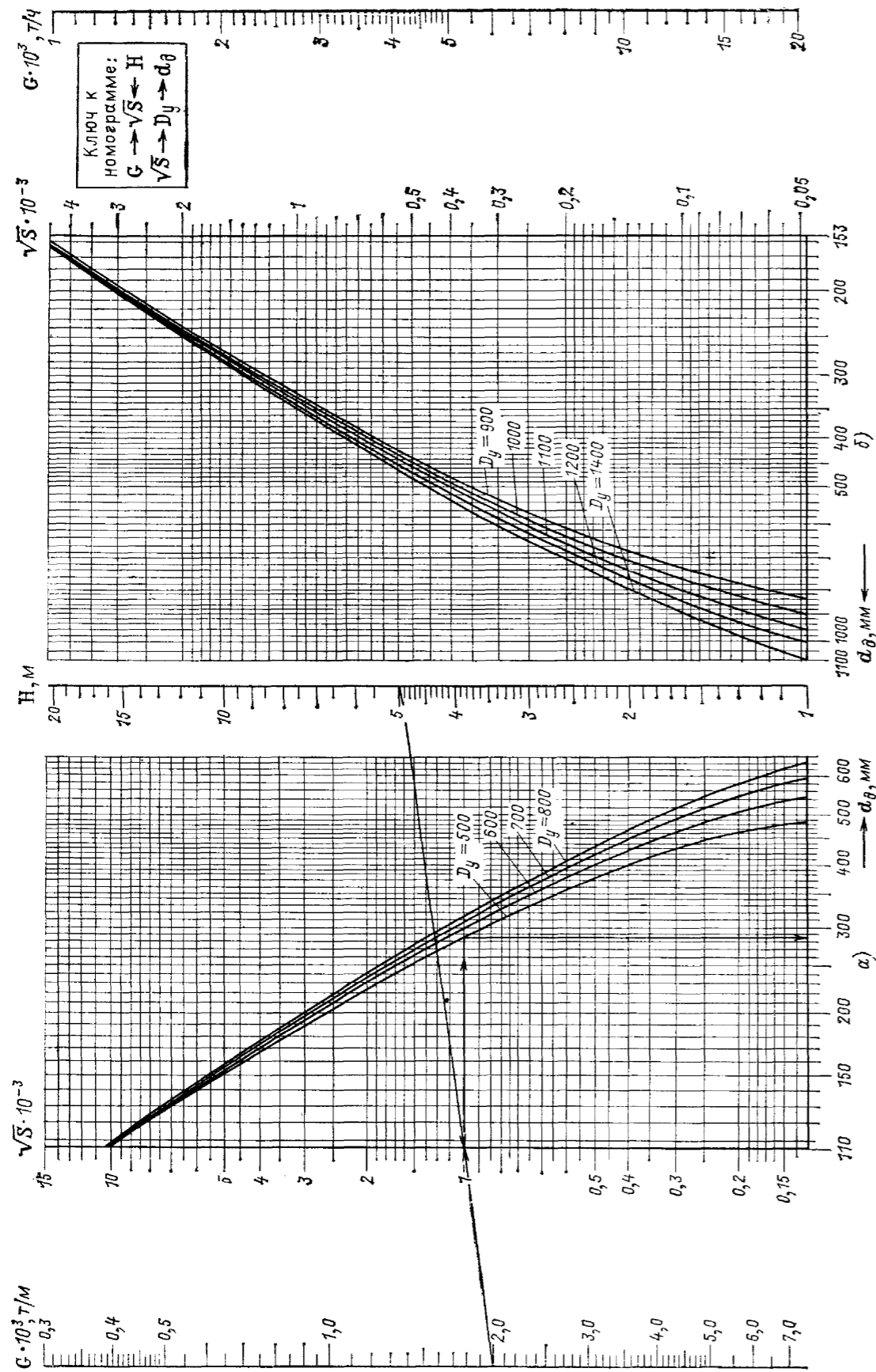


Рис. П16.6. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм с учетом внутреннего диаметра трубопровода:
 а — для труб $D_y=500-800$ мм; б — для труб $D_y=900-1400$ мм

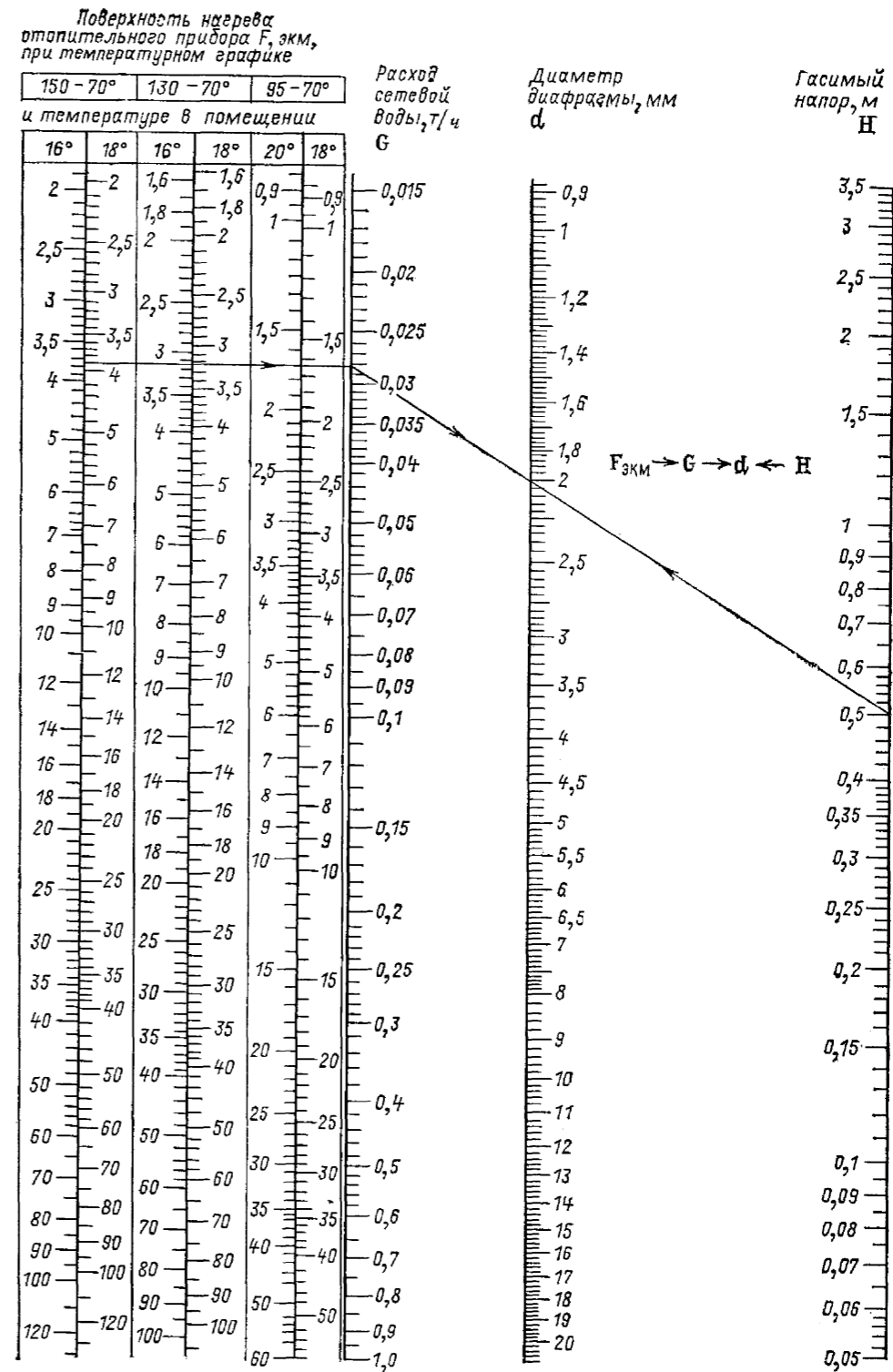


Рис. П16.7. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм при малых расходах воды без учета диаметра трубопровода

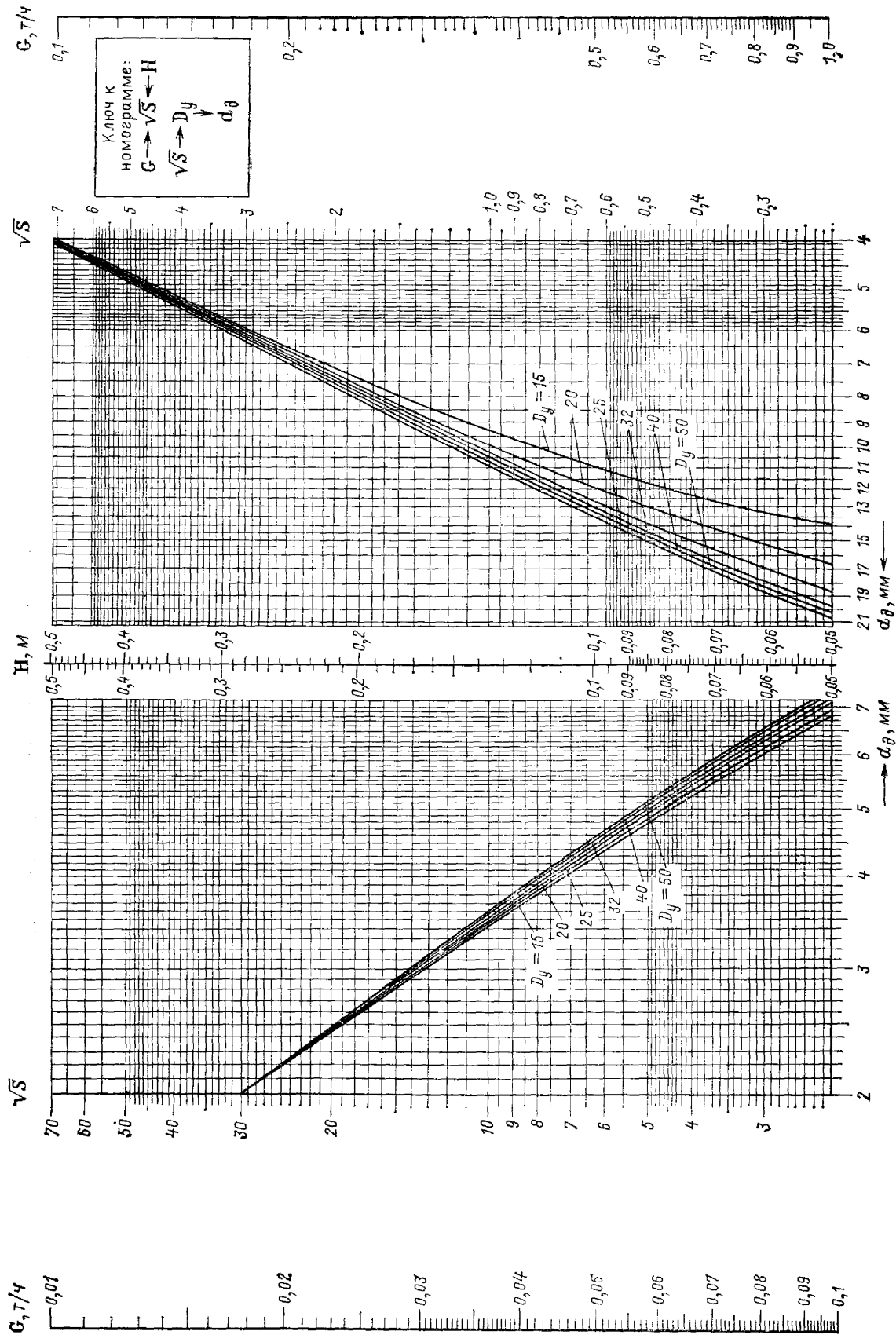


Рис. П16.8. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм при малых расходах воды для труб $D_y = 15-50$ мм при дросселировании напора от 0,05 до 0,5 м:

а — при расходах воды от 0,01 до 0,1 т/ч; б — при расходах воды от 0,1 до 1,0 т/ч

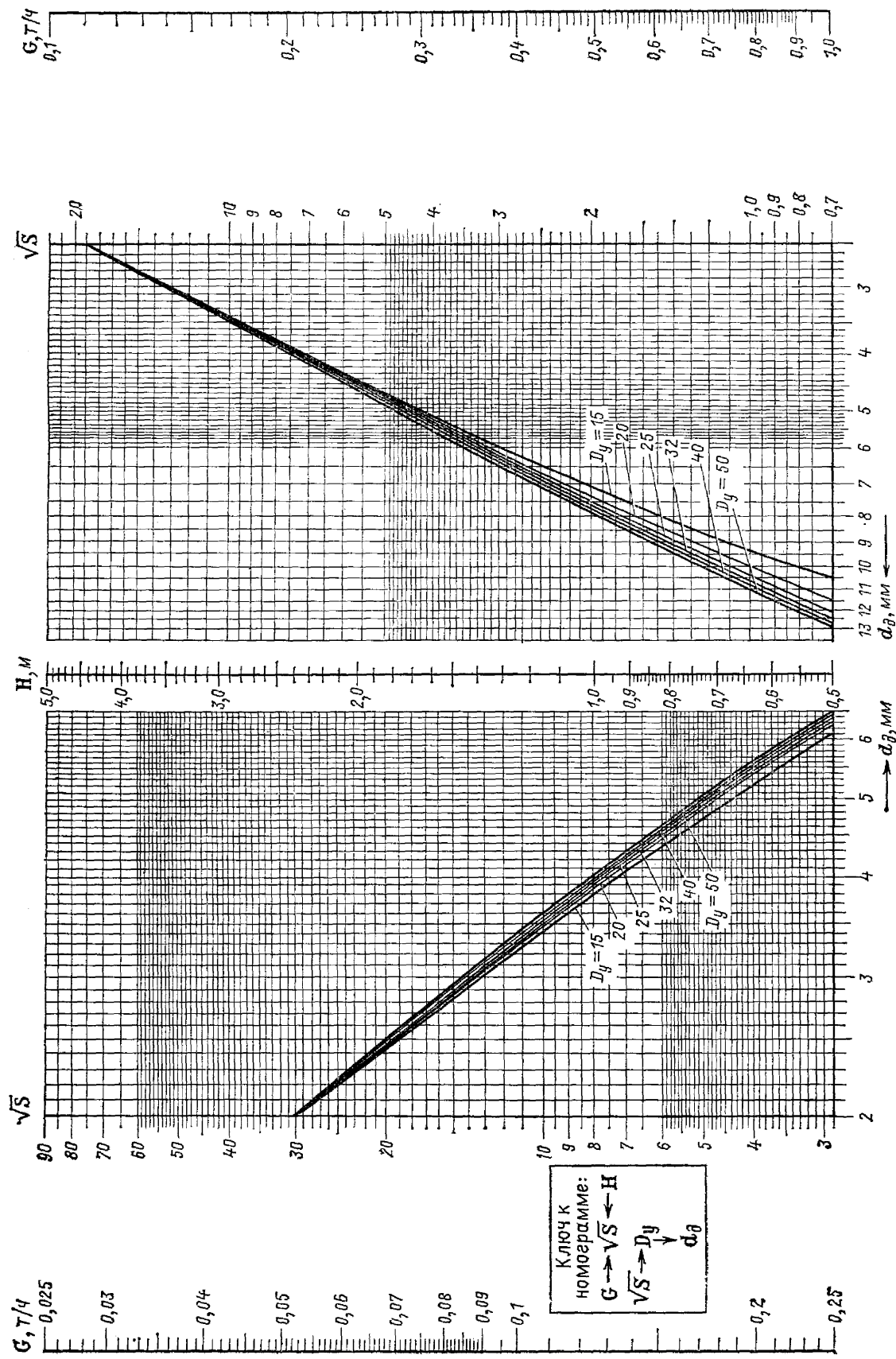


Рис.П16.9. Номограмма для расчета дроссельных диафрагм при малых расходах воды для труб $D_y = 15-50$ мм при дросселировании напора от 0,5 до 5 м

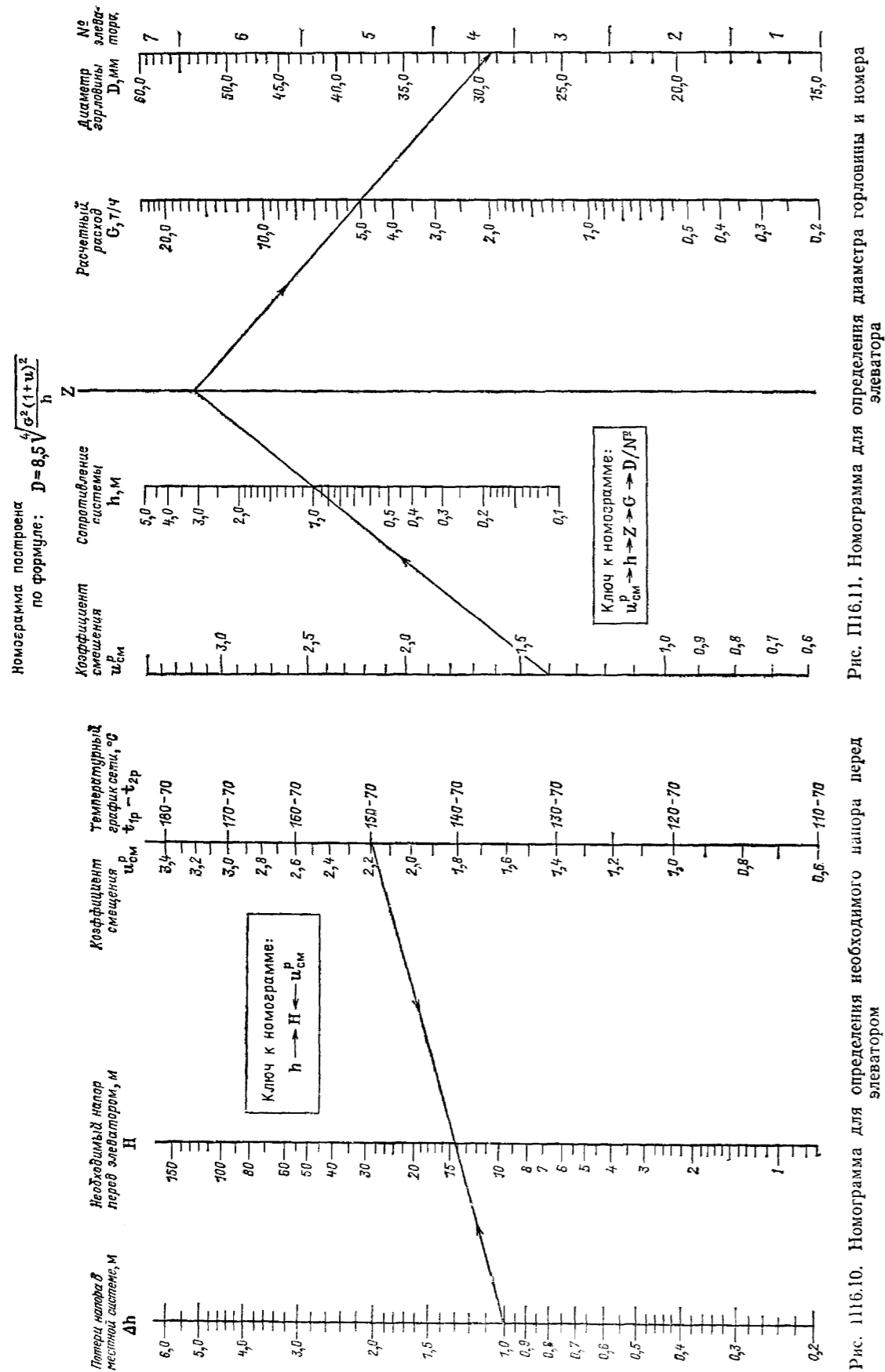


Рис. П16.10. Номограмма для определения необходимого напора перед элеватором

Рис. П16.11. Номограмма для определения диаметра горловины и номера элеватора

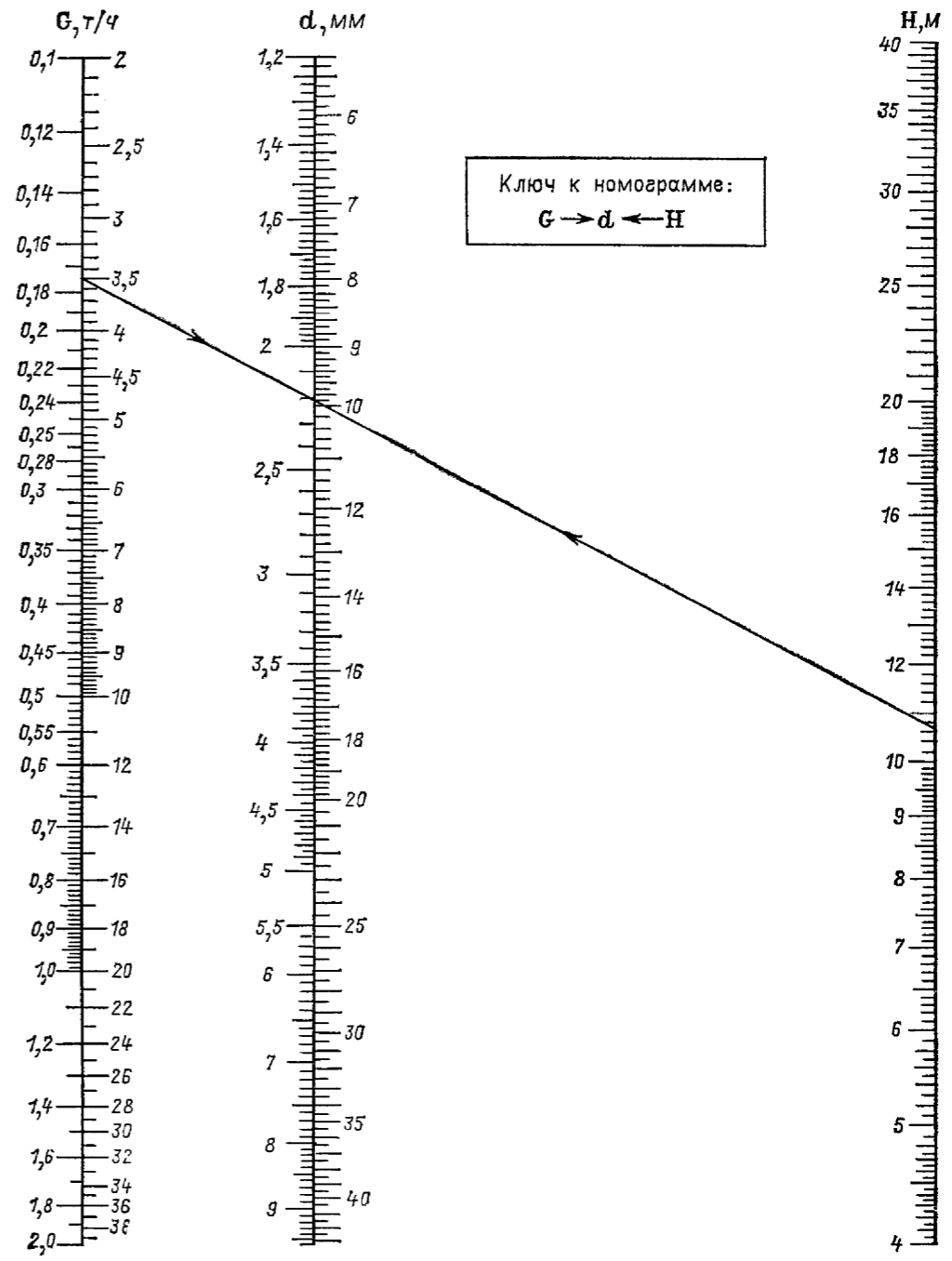


Рис. П16.12. Номограмма для расчета отверстия сопла элеватора

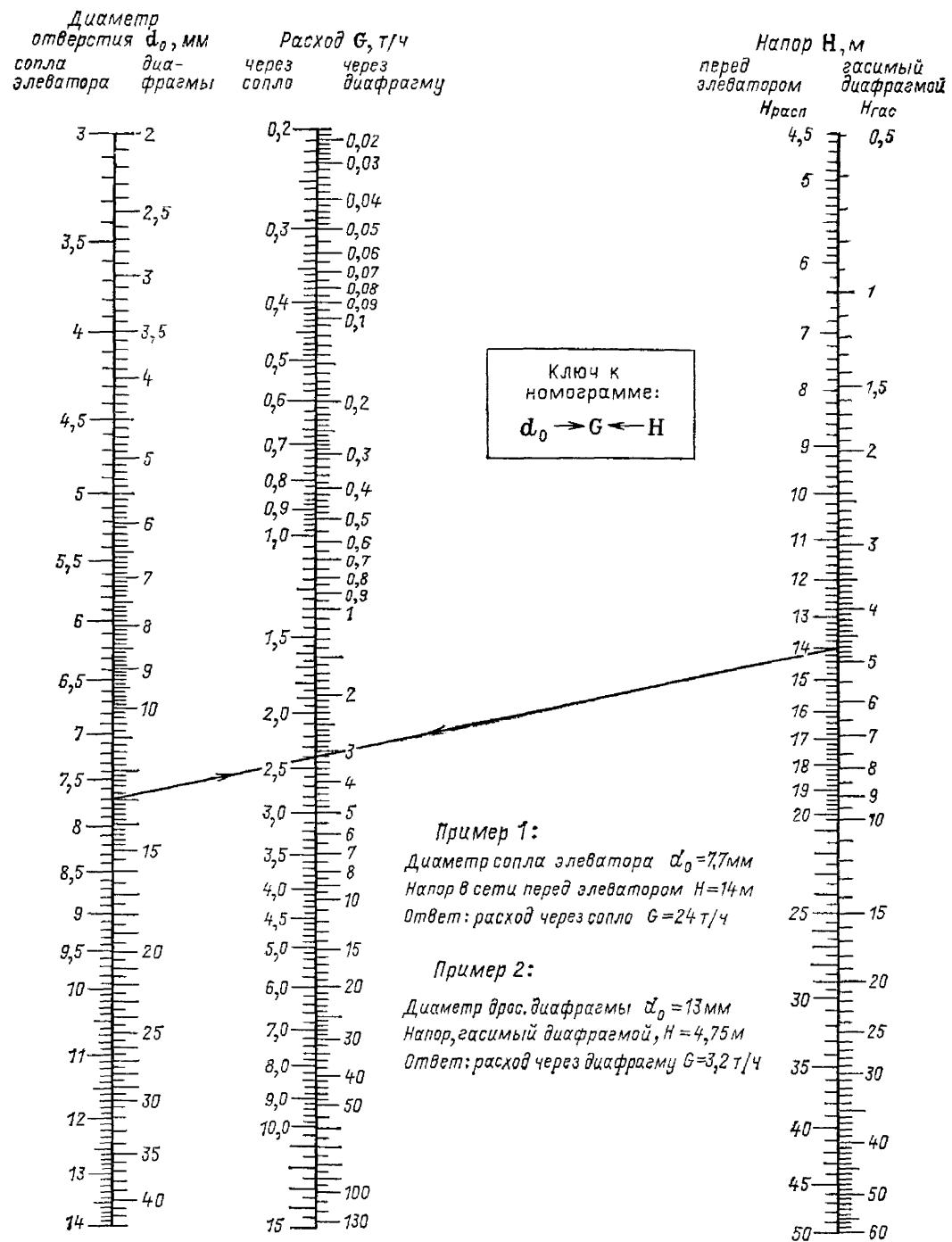


Рис. П16.13. Номограмма для определения расхода воды через сопло элеватора и дроссельную диафрагму

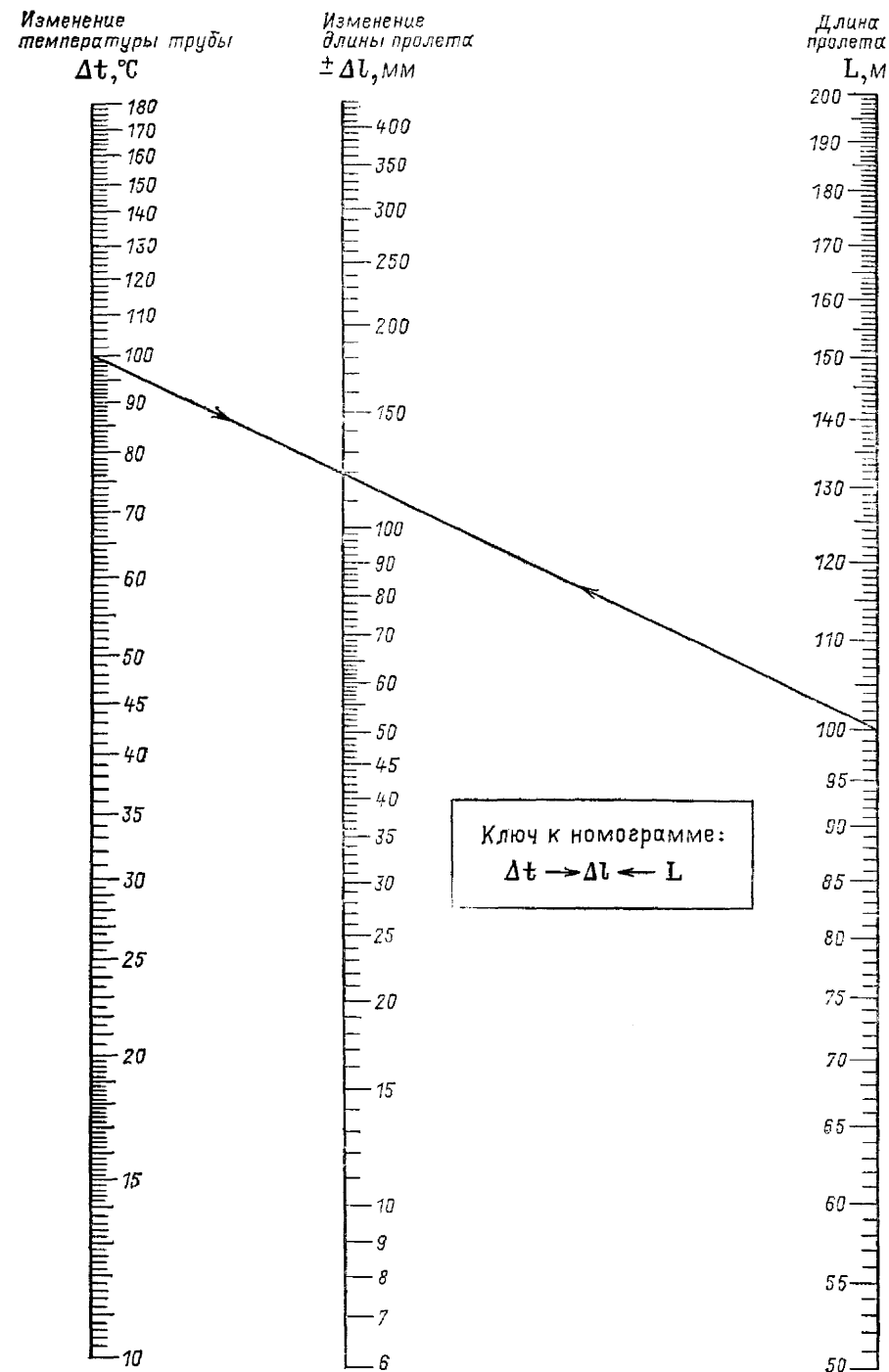


Рис. П16.14. Номограмма для расчета линейной температурной компенсации стальных трубопроводов тепловой сети

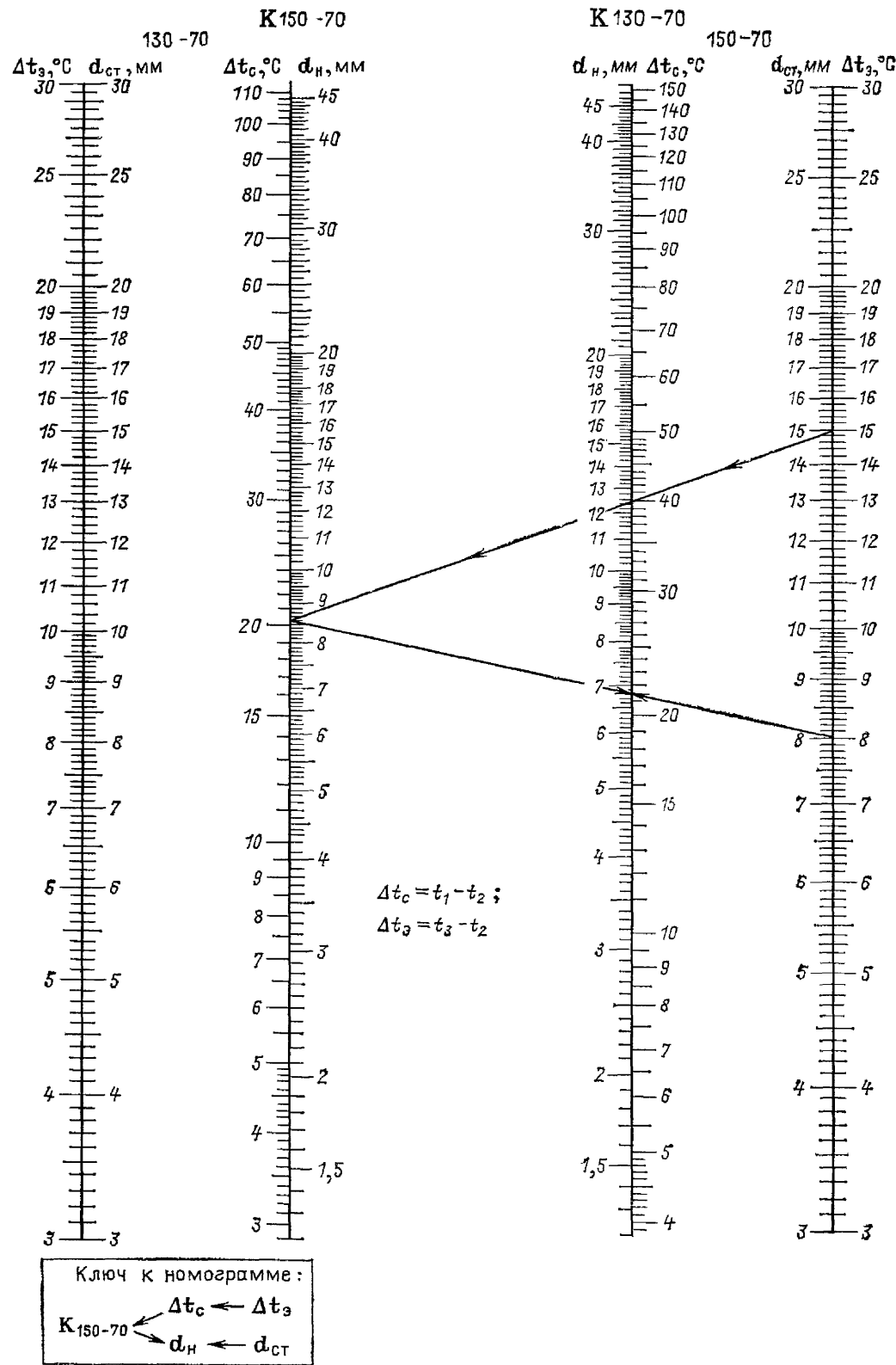


Рис. П16.15. Номограмма для корректировки диаметров отверстий сопл элеваторов

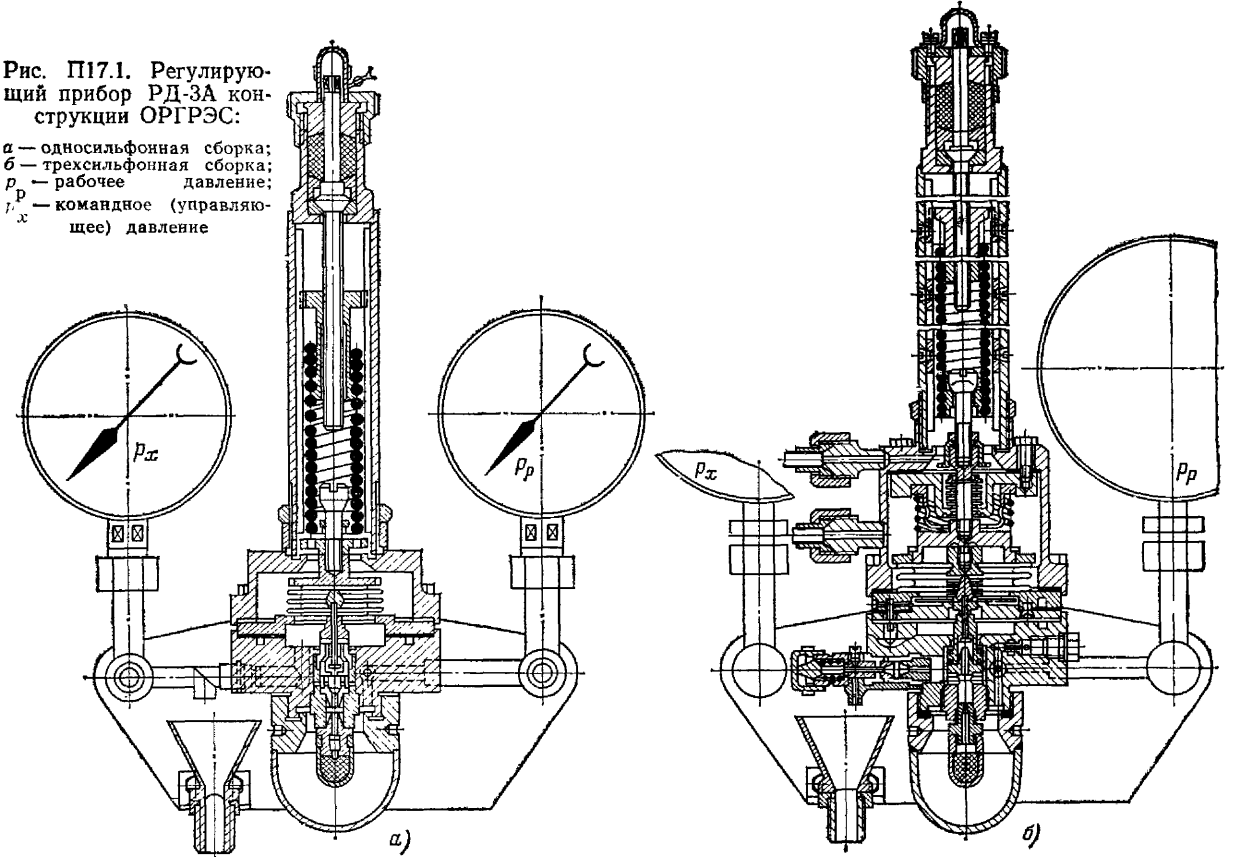
СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

1. Релейное устройство РД-3а. Приборы РД-3а (рис. П17.1) применяются в качестве измерительно-усилительного элемента в регуляторах давления, перепада давления, расхода и уровня. Приборы выполняются

2. Регулятор УРРД. Универсальный регулятор расхода и давления УРРД (рис. П17.2) односильфонный, разгруженный применяется в качестве регулятора прямого действия для регулирования расхода и давле-

Рис. П17.1. Регулирующий прибор РД-3а конструкции ОРГЭС:

- а — односильфонная сборка;
- б — трехсильфонная сборка;
- р — рабочее давление;
- р_х — командное (управляющее) давление



двух модификаций — односильфонные и трехсильфонные.

Приборы односильфонной сборки применяются в схемах регулирования давления; приборы трехсильфонной сборки — в схемах регулирования перепада давления, расхода, уровня.

Технические данные приборов

Рабочая среда	Вода, воздух
Пределы настройки, кгс/см ²	0,1—1,0; 0,4—1,6; 0,6—2,5; 1,6—6,0; 4—10; 10—16
Зона пропорциональности, % верхнего предела настройки	4—25
Зона нечувствительности, %	1,0
Условное давление, кгс/см ²	16
Расход рабочей среды, л/ч	30—60
Габариты, мм; масса, кг:	
односильфонный	264×144×450; 10,5
трехсильфонный	264×144×570; 14,0

Приборы РД-3а разработаны трестом ОРГЭС и выпускаются серийно заводом «Теплоприбор» в г. Улан-Удэ.

ния, так и исполнительного органа в схемах гидравлической автоматики.

Технические данные регулятора

Условное давление, кгс/см ²	16
Температура регулируемой среды, °С	<180
Верхний предел настройки давления и перепада давления, кгс/см ²	1,0; 2,5
Зона пропорциональности, % верхнего предела настройки	12—20
Зона нечувствительности, % верхнего предела настройки	1—2,5

Регулятор разработан трестом ОРГЭС, изготавливается на диаметры условного прохода 25, 50, 80 мм и пропускную способность соответственно 6, 25, 60 т/ч заводом «Теплоприбор» в г. Улан-Удэ.

3. Клапаны РК-1. Регулирующие клапаны РК-1 конструкции ОРГЭС (рис. П17.3 и П17.4) применяются в качестве исполнительных органов в схемах с гидравлическими и пневматическими автоматическими устройствами. Плотнотетраполюсная конструкция золотника клапана позволяет применять его в схемах защиты систем теплоснабжения (рассечки). Клапаны могут быть

собраны как по схеме «нормально закрыт», так и по схеме «нормально открыт».

Клапаны рассчитаны на температуру регулируемой среды до 189 °С и ее условное давление до 16 кгс/см²

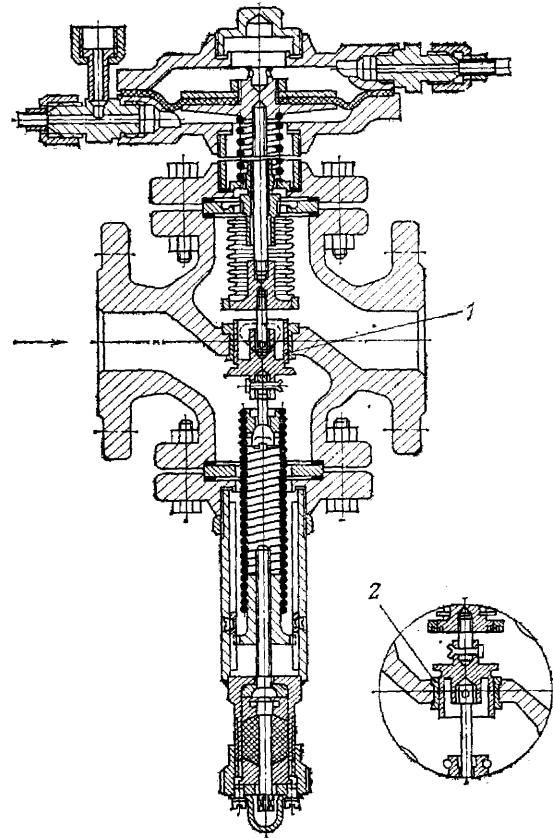


Рис. П17.2. Регулятор прямого действия УРРД:

1 — сборка золотника при регулировании расхода и давления «после себя»; 2 — сборка золотника при регулировании подпора (давления) «до себя»

при давлении рабочей среды на гидропривод от 2 до 10 кгс/см². Коэффициент пропускной способности клапана K_v в зависимости от диаметра условного прохода равен:

D_y , мм	50	70	80	150	200	250	300	350
K_v , т/ч	25	50	60	250	400	600	900	1200

Продолжение

D_y , мм	400	500	600	700	800	900	1000	1200
K_v , т/ч	1600	2500	3600	4900	6400	8100	10 000	14 400

4. Датчик температуры малоинерционный ТМП конструкции Союзтехэнерго. Датчик температуры ТМП (рис. П17.5) предназначен для регулирования температуры горячего водоснабжения. Он может работать в комплекте с регулирующими клапанами РК-1 или регуляторами прямого действия УРРД (для автоматизации закрытых систем горячего водоснабжения), а также с клапанами смешения (для автоматизации открытых систем горячего водоснабжения и смесительных установок).

Технические данные прибора

Диапазон регулирования, °С	10—150
Зона пропорциональности, °С	≤5,0
Зона нечувствительности, °С	≤0,5
Постоянная времени, с	≤30
Рабочий агент	Вода, воздух, неагрессивный газ с давлением 2—10 кгс/см ²

Датчик выпускается серийно Улан-Удэнским заводом Теплоприбор.

5. Регулятор температуры блочный РТБ конструкции Союзтехэнерго. Регулятор температуры блочный РТБ (рис. П17.6) выпускается взамен регулирующих клапанов смешения РКС и применяется для автоматического регулирования температуры воды в открытых системах горячего водоснабжения. Регулятор обеспечивает стабилизацию температуры горячей воды и снабжен блокировочным устройством, защищающим систему отопления от опорожнения в часы пиковых нагрузок горячего водоснабжения и в аварийных ситуациях.

Регулятор температуры РТБ комплектуется в одном блоке из датчика температуры ТМП (рис. П17.5), устройства защиты (рис. П17.7) и исполнительного устройства.

Технические данные регулятора

Диапазон настройки, °С	10—150
Зона пропорциональности, °С	≤5
Зона нечувствительности, °С	≤0,5
Постоянная времени, с	≤60

Изготовитель — завод Теплоприбор, г. Улан-Удэ.

6. Импульсный клапан ИК. Трехходовой импульсный клапан ИК конструкции ОРГРЭС (рис. П17.8) применяется в качестве усилителя для увеличения скорости срабатывания клапанов отсеки в схемах защиты тепловых сетей от недопустимого давления при нарушении гидравлического режима. Клапан ИК работает в режиме «открыт—закрыт».

Клапан разработан на $D_y=25+40$ мм и рассчитан на давление до 16 кгс/см².

7. Регулятор напора РН. Регулятор напора РН конструкции Союзтехэнерго (рис. П17.9) предназначен для автоматического поддержания располагаемого напора на абонентских вводах жилых, промышленных и общественных зданий. Регулятор успешно прошел лабораторные и промышленные испытания, надежен в работе и не требует обслуживания в течение отопительного сезона.

Технические данные регулятора

Диапазон регулирования, м	0,5—60
Зона пропорциональности, % верхнего предела настройки	≤10
Зона нечувствительности, % верхнего предела настройки	≤1,0
Постоянная времени, с	≤30
Температура регулируемой среды, °С	≤150
Давление регулируемой среды, кгс/см ²	≤16

8. Регуляторы расхода и подпора РР и РД. Регуляторы прямого действия РР (рис. П17.10) разгруженные, однолиффонные применяются для регулирования давления «после себя», перепада давления (расхода), а также могут применяться в качестве исполнительных органов с датчиками температуры ТРБ-2 для регулирования температуры воды в системах горячего водоснабжения, а с датчиками ТРБ-В — в регуляторах температуры воздуха в установках приточной вентиляции.

Регуляторы РД (рис. П17.11) применяются только для регулирования давления «до себя».

Технические данные регуляторов

Условное давление, кгс/см ²	16
Температура регулирования среды, °С	150
Зона пропорциональности, % верхнего предела настройки	10—25
Зона нечувствительности, кгс/см ²	0,1
Неравномерность, кгс/см ²	1,0

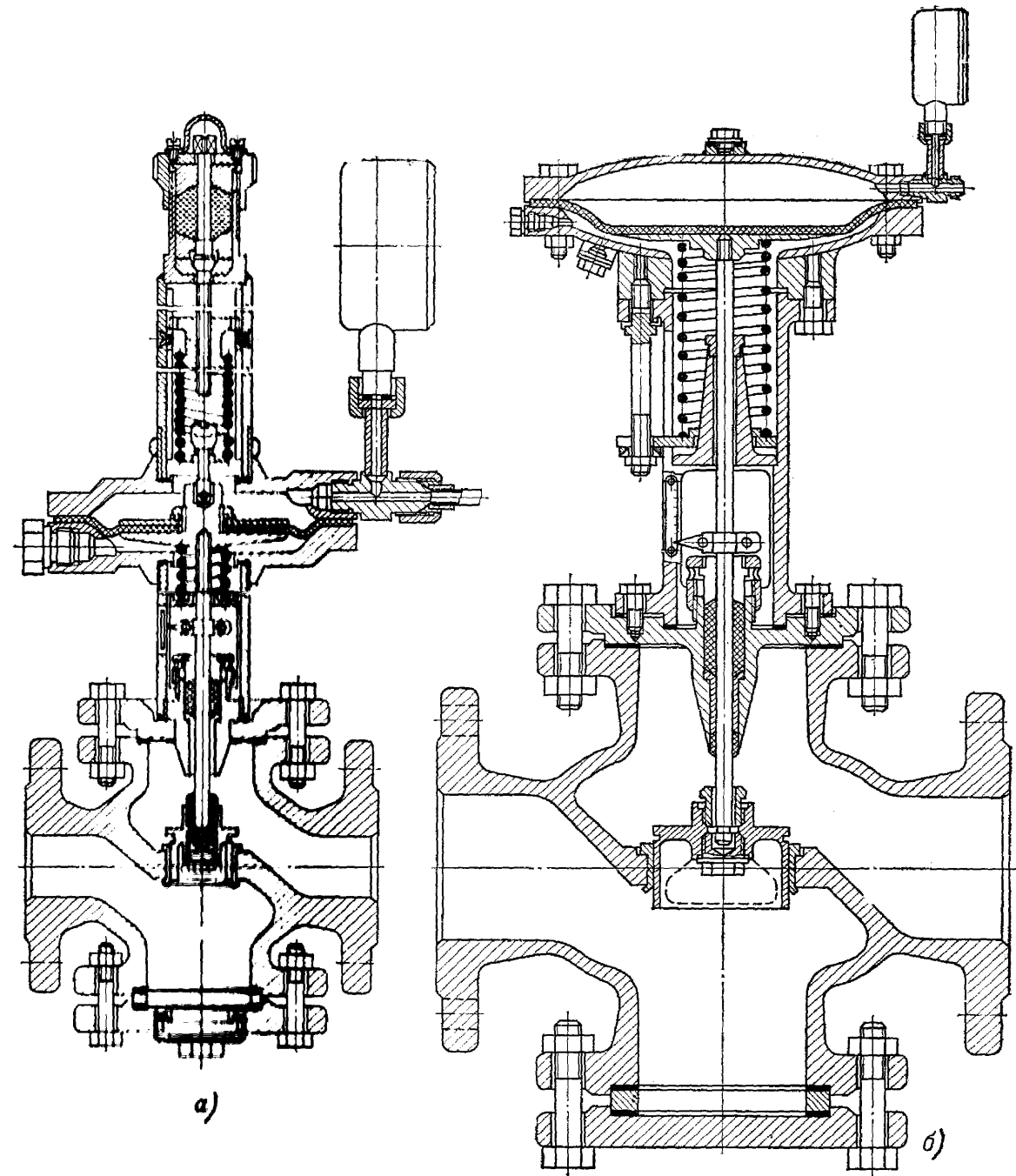


Рис. П17.3. Клапаны регулирующие РК-1 конструкции ОРГРЭС:

а — $D_y=50+60$ мм; б — $D_y=150+250$ мм

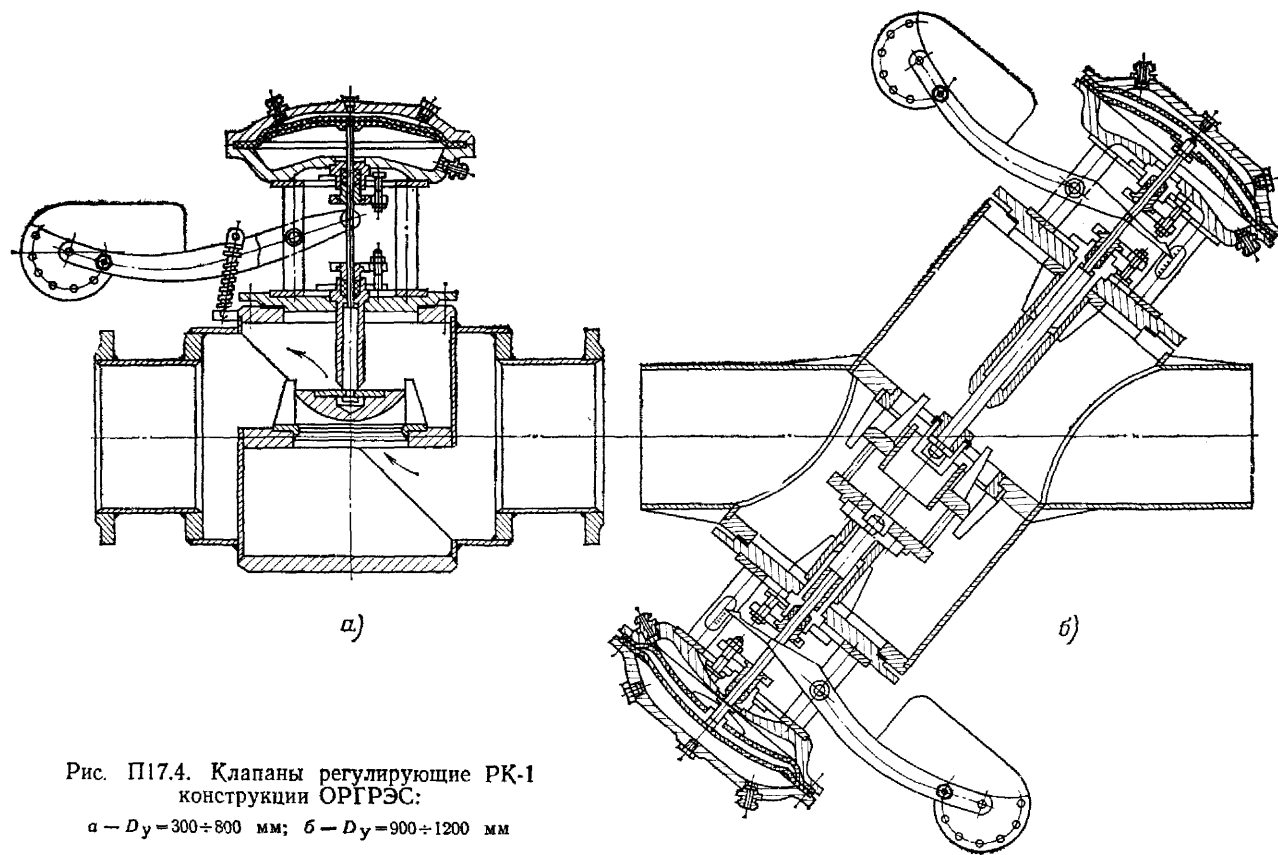


Рис. П17.4. Клапаны регулирующие РК-1 конструкции ОРГЭС:
а — $D_y = 300 \div 800$ мм; б — $D_y = 900 \div 1200$ мм

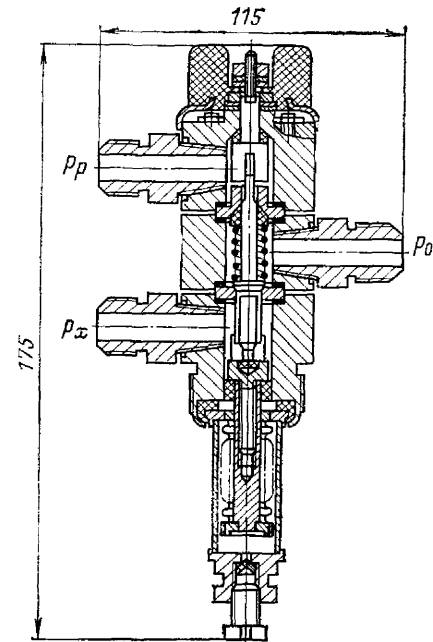


Рис. П17.5. Датчик температуры ТМП конструкции Союзтехэнерго;

P_p — рабочее давление; P_x — командное (управляющее) давление; P_o — давление слива (клапан «нормально закрытый»)

Регуляторы разработаны ОРГЭС, модернизированы теплосетью Мосэнерго; выпускаются диаметром условного прохода 40, 50, 80 и 100 мм с ходом плунжера соответственно 5, 8, 10 и 15 мм, с пропускной способностью 14, 23, 50 и 80 т/ч.

9. Термореле ТРБ. Термореле ТРБ-2 (рис. П17.12) и ТРБ-В (рис. П17.13) применяются в качестве датчика при регулировании соответственно температуры воды в водо-водяных подогревателях рабочего водоснабжения и температуры воздуха на выходе из установок воздушного отопления.

Термореле применяется при давлении регулируемой среды до 16 кгс/см². Чувствительным элементом датчиков служат биметаллические пластины, которые под действием температуры изменяют положение заслонки относительно сопла. При этом меняется командный сигнал на исполнительном органе регулирующего клапана. В качестве рабочей среды используется вода, слив которой не превышает 1 л/ч.

Термореле ТРБ-2 и ТРБ-В обладают неравномерностью соответственно 5—8 и 2—3 °С и зоной нечувствительности 0,2—2 и 0,2—0,4 °С.

Датчики ТРБ разработаны теплосетью Мосэнерго. 10. Регулятор температуры прямого действия для систем отопления (термосистема РТК-2216). Регулятор температуры прямого действия (рис. П17.14) используется при автоматизации систем отопления на индивидуальных тепловых пунктах как для общего, так и для пофасадного регулирования, а также для автоматического управления подачей теплоносителя циркуляционным насосом в зависимости от температуры в помещении.

Регулятор температуры прямого действия позволяет регулировать температуру в помещениях по отклоне-

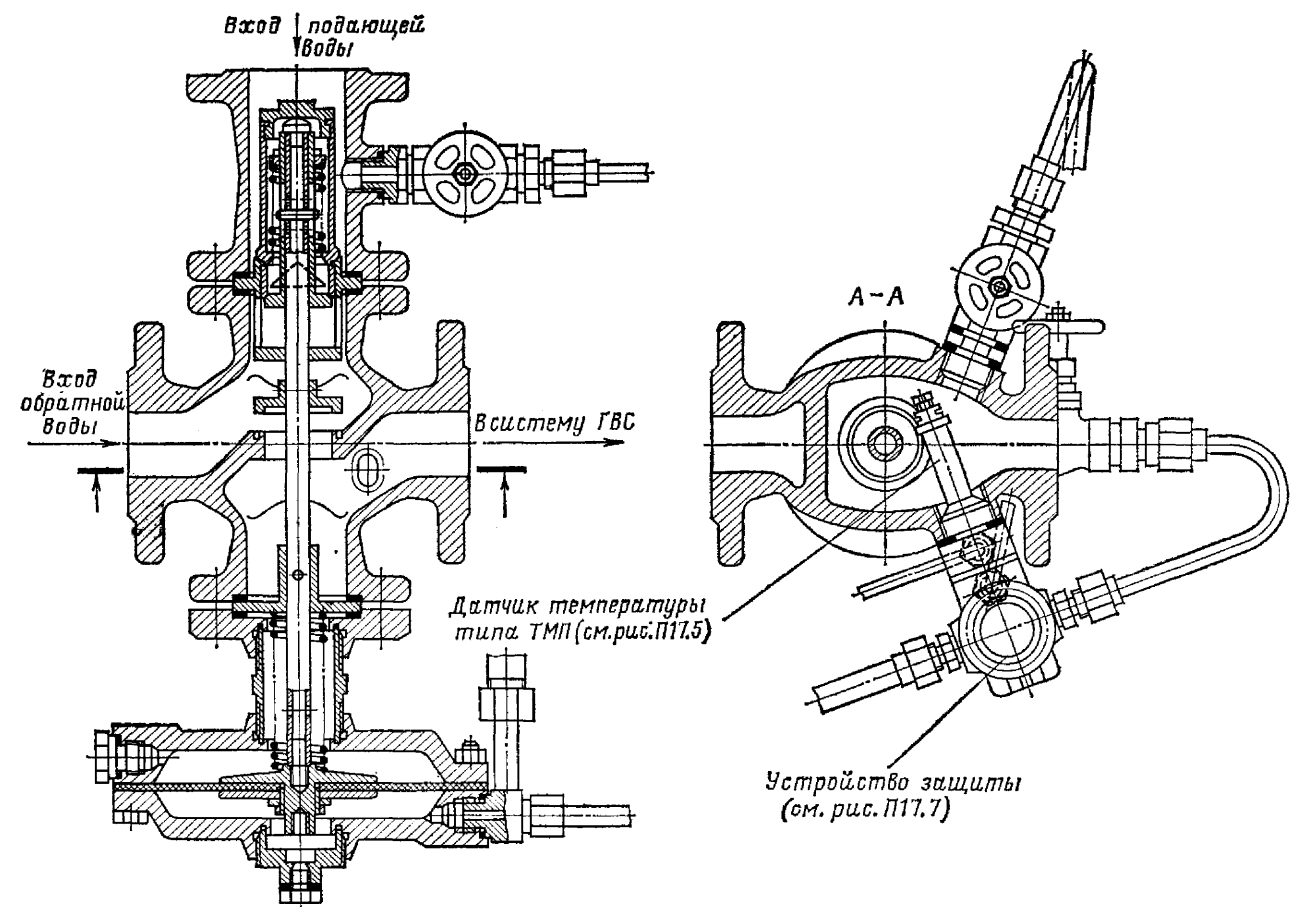


Рис. П17.6. Регулятор температуры РТБ конструкции Союзтехэнерго

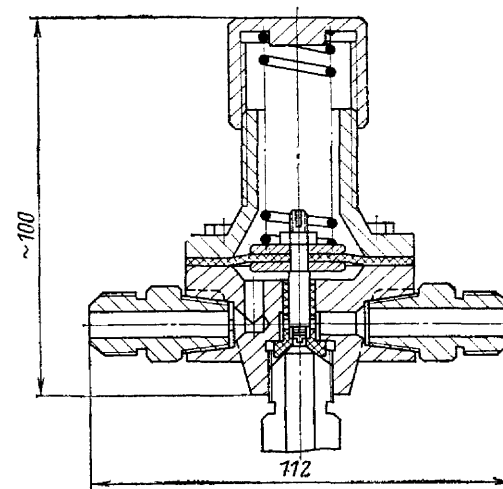


Рис. П17.7. Устройство защиты для регулятора РТБ конструкции Союзтехэнерго

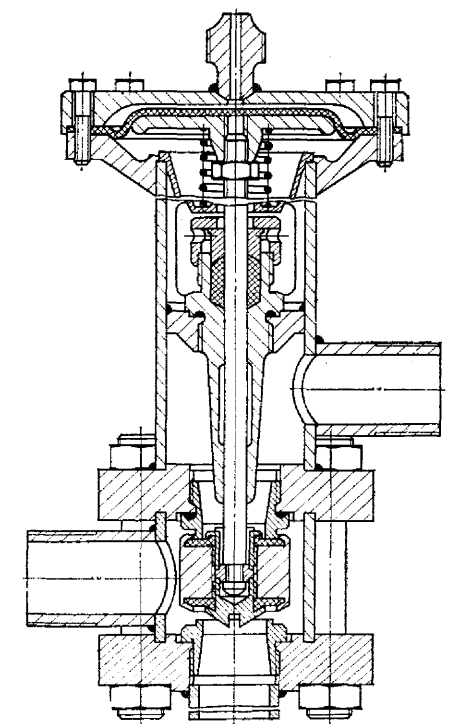


Рис. П17.8. Клапан импульсный трехходовой ИК конструкции ОРГЭС

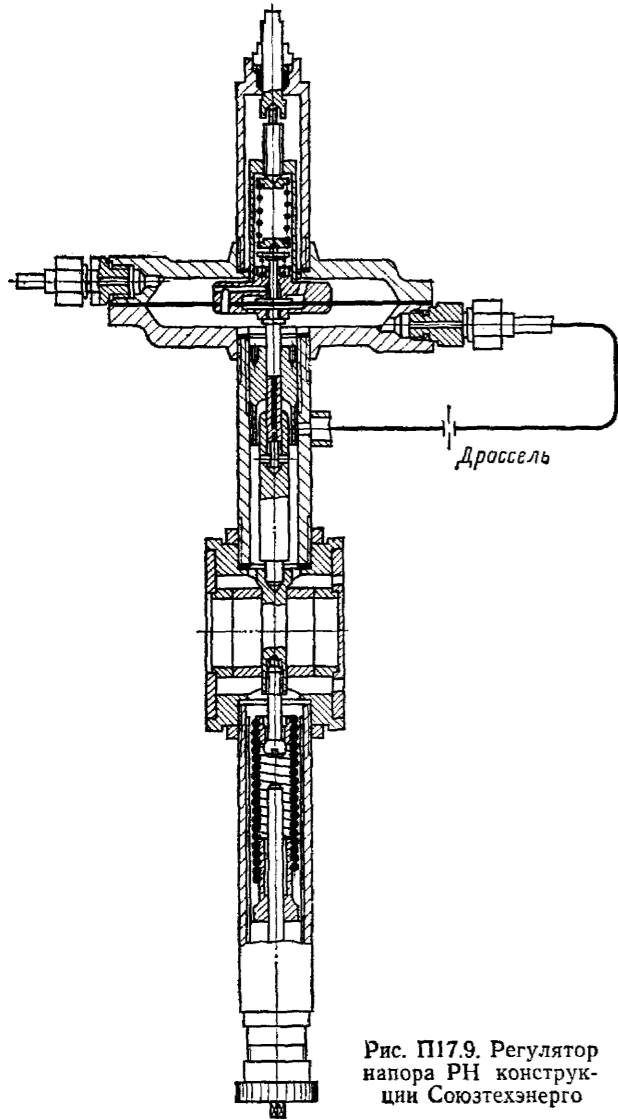


Рис. П17.9. Регулятор напора РН конструкции Союзтехэнерго

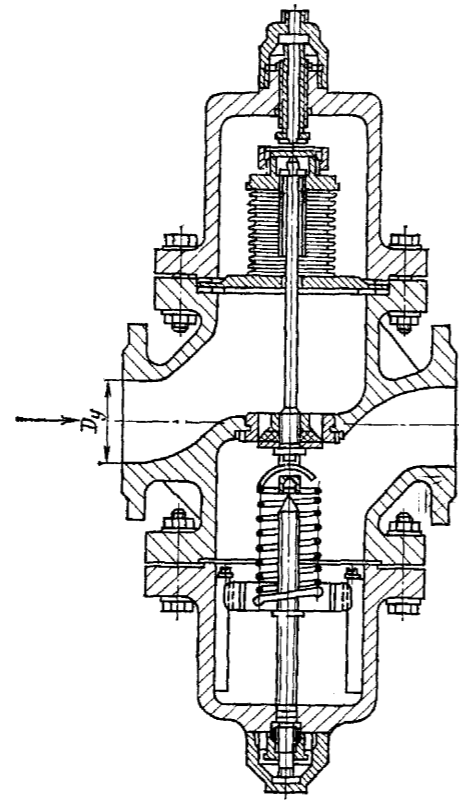


Рис. П17.10. Регулятор прямого действия РР

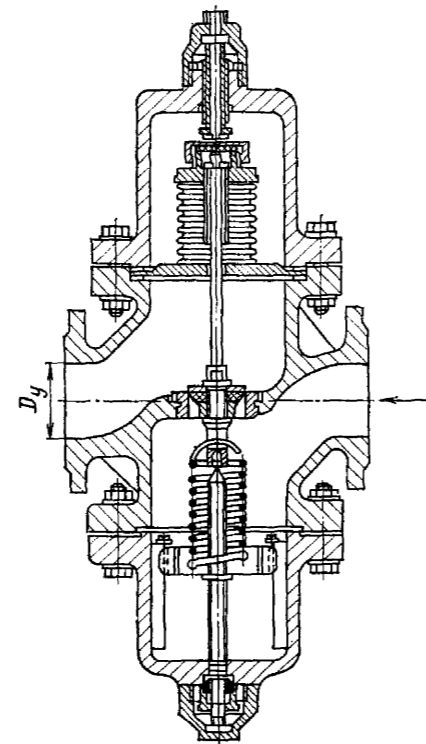


Рис. П17.11. Регулятор прямого действия РД

нию ее от заданного значения и по изменению температуры наружного воздуха одновременно.

Основной особенностью регуляторов является то, что датчик температуры наружного воздуха реагирует не на весь диапазон ее изменения, а только на ее часть. Температуру начала срабатывания можно изменить при заполнении термосистемы жидкостью. Этой температурой является нижняя точка «срезки» реального отопительного графика. В диапазоне наружных температур ниже точки «срезки» регулятор реагирует только на температуру в отапливаемых помещениях.

Технические данные регулятора

Диапазон регулирования, °С	18—24
Зона пропорциональности, °С	<4
Зона нечувствительности, °С	<1
Постоянная времени, с	<60
Условное давление, кгс/см ²	16
Длина капиллярных трубок, м	6—40
Условный диаметр, мм	25—65

11. Регулятор температуры прямого действия конструкции Свердловэнерго. Терморегулятор (рис. П17.15) манометрического типа предназначен для регулирования

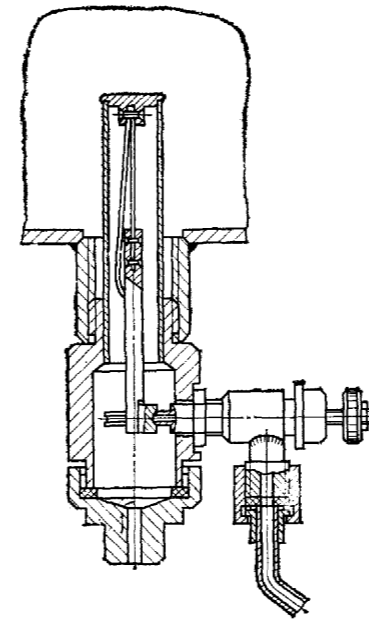


Рис. П17.12. Термореле ТРБ-2

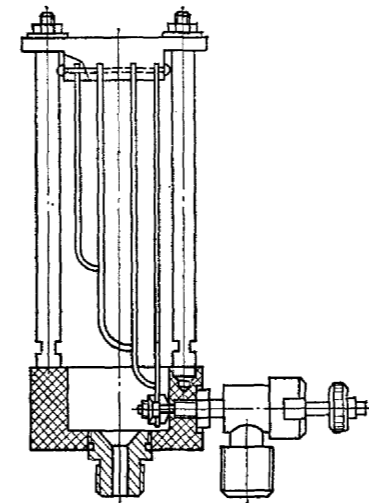


Рис. П17.13. Термореле ТРБ-В

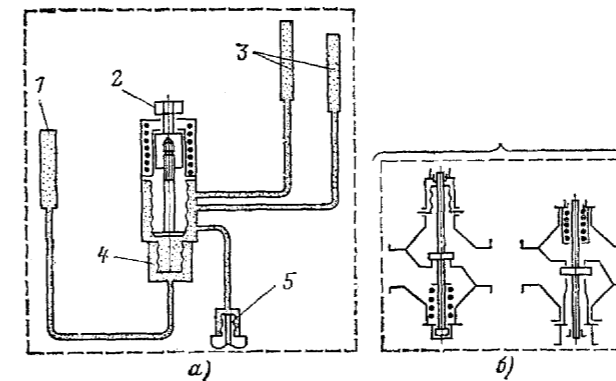


Рис. П17.14. Регулятор температуры прямого действия для систем отопления (термосистема РТК-2216):

а — термосистема; б — регулирующий клапан; 1 — датчик температур наружного воздуха; 2 — задатчик; 3 — датчик температуры воздуха в помещении; 4 — сильфон разделительного устройства; 5 — сильфон исполнительного механизма

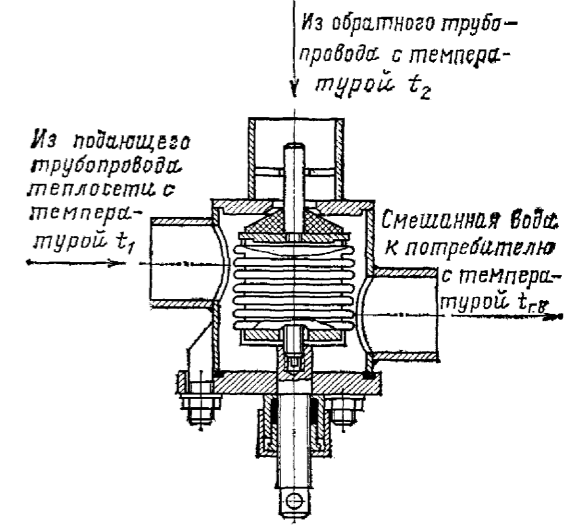


Рис. П17.16. Устройство блокировки (отсекатель) конструкции Союзтехэнерго (ОРГРЭС)

температуры воды на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения и устанавливается на индивидуальных тепловых пунктах. Чувствительным элементом регулятора является сильфон из нержавеющей стали, заполненный бензолом.

Технические данные регулятора

Условное давление, кгс/см ²	16
Максимальная производительность по горячей воде, м ³ /ч	12
Температура воды в подающем трубопроводе, °С	<150
Точность поддержания регулируемой температуры, °С	±3
Габариты, мм	260×260×120
Масса, кг	5

12. Блокировочное устройство (отсекатель) конструкции Союзтехэнерго. Блокировочное устройство (рис. П17.16) предназначено для отключения теплоносителя

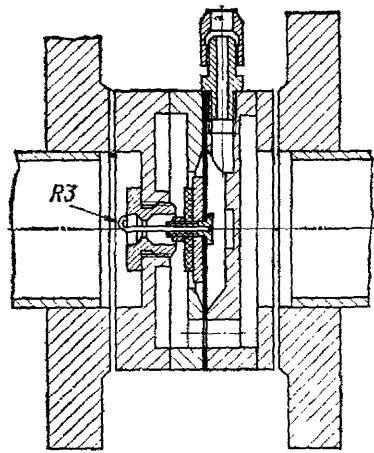


Рис. П17.17. Регулирующий клапан теплосети Башкирэнерго

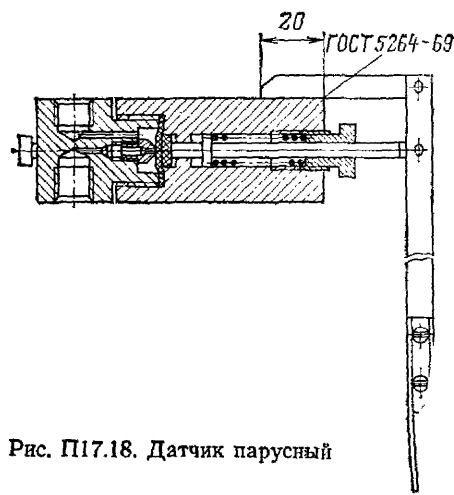


Рис. П17.18. Датчик парусный

от отопительно-вентиляционного агрегата при останове вентилятора.

Устройство рассчитано на работу при давлении регулируемой среды до 16 кгс/см² и температуре до 150 °С. Питание электромагнитного блокировочного устройства от сети напряжением 220 В. Устройство имеет негерметичность затвора в размере 0,5 % коэффициента пропускной способности клапана.

13. Регулирующий и отсекающий клапан теплосети Башкирэнерго. Клапан предназначен для использования в качестве исполнительного органа в системах автоматического регулирования напора, расхода и температуры в открытых и закрытых системах теплоснабжения. В схемах регулирования отопительно-вентиляционных установок регулирующий клапан (рис. П17.17) комплектуется с парусным датчиком (рис. П17.18), а при регулировании температуры воды в системах горячего водоснабжения — с датчиком температуры (рис. П17.19).

14. Ручное блокировочное устройство. Ручное блокировочное устройство (рис. П17.20) применяется в отопительно-рециркуляционных агрегатах, а также в небольших приточно-вентиляционных установках для предотвращения перетока теплоносителя через калориферы при останове вентилятора. Устройство устанавливается на подающем трубопроводе перед калориферами. Блокировочное устройство может применяться во всех случаях, когда нет необходимости регулировать напор перед установкой и нет опасности замерзания калориферов.

Блокировочное устройство состоит из запорного органа пробочного типа, оснащенного ручным приводом,

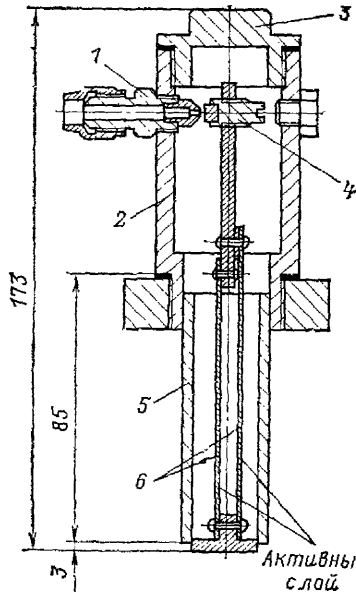


Рис. П17.19. Датчик температуры:

1 — штуцер; 2 — корпус; 3 — заглушка; 4 — седло; 5 — патрубок; 6 — биметаллические пластины

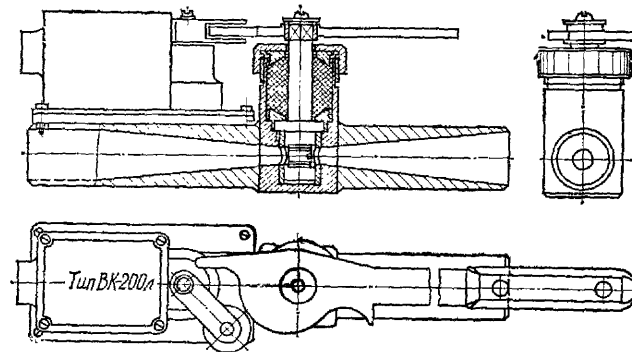


Рис. П17.20. Блокировочное устройство для отопительных агрегатов

который механически сопряжен с конечным выключателем ВК-200А. Устройство несложно в исполнении и может изготавливаться в любых механических мастерских.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

ВМЕСТИМОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

1. Вместимость наружных тепловых сетей, м³, определяется по формуле

$$V_{\text{сети}} = 2 \Sigma l f_{\text{тр}}, \quad (\text{П18.1})$$

где l — длина участка труб данного диаметра, м; $f_{\text{тр}}$ — площадь поперечного сечения трубы данного диаметра, м², принимается по данным табл. П5.1.

2. Вместимость внутренней системы теплоснабжения, м³, определяется по формуле

$$V_{\text{сист}} = Q_p V_{\text{уд}}, \quad (\text{П18.2})$$

где Q_p — расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Гкал/ч (ГДж/ч); $V_{\text{уд}}$ — удельный объем воды в системе на 1 Гкал/ч или на 1 ГДж/ч; принимается по табл. П18.1.

Таблица П18.1. Удельные объемы воды в системе теплоснабжения

Наименование теплотребляющего оборудования в системе	Удельный объем воды $V_{\text{уд}}$ * при температурном перепаде в системе, °С						Наименование теплотребляющего оборудования в системе	Удельный объем воды $V_{\text{уд}}$ * при температурном перепаде в системе, °С					
	95-70	110-70	130-70	140-70	150-70	180-70		95-70	110-70	130-70	140-70	150-70	180-70
Радиаторы чугунные высотой 1000 мм	31,0	28,2	24,2	23,2	21,6	18,2	Радиаторы стальные листострубные и конвекторы	5,6	5,0	4,3	4,1	3,7	3,2
	7,4	6,7	5,8	5,5	5,2	4,4		1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
Радиаторы чугунные высотой 500 мм	19,5	17,6	15,1	14,6	13,3	11,1	Трубы чугунные ребристые	14,2	12,5	10,8	10,4	9,2	8,0
	4,7	4,2	3,6	3,5	3,2	2,7		3,4	3,0	2,6	2,5	2,2	1,9
Радиаторы стальные панельные высотой 500 мм	11,7	10,6	9,1	8,8	8,0	6,7	Регистры из стальных труб	37,0	32,0	27,0	26,0	24,0	22,0
	2,8	2,5	2,2	2,1	1,9	1,6		8,9	7,6	6,5	6,2	5,7	5,3
Радиаторы стальные панельные высотой 350 мм	10,0	9,0	7,8	7,5	6,8	5,6	Калориферные отопительно-вентиляционные агрегаты	8,5	7,5	6,5	6,0	5,5	4,4
	2,4	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4		2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1

* В числителе дроби $V_{\text{уд}}$, м³·ч/Гкал, в знаменателе $V_{\text{уд}}$, м³·ч/ГДж.

Примечания: 1. Для оценочных расчетов при отсутствии точных данных о типе нагревательных приборов допускается принимать удельный объем воды в отопительно-вентиляционных системах жилых районов равным 30 м³·ч/Гкал (7,2 м³·ч/ГДж), а для промышленных предприятий 15 м³·ч/Гкал (3,6 м³·ч/ГДж [30]). 2. Удельный объем воды в местных непосредственно при соединенных системах горячего водоснабжения принимается равным 6 м³·ч/Гкал (1,45 м³·ч/ГДж).

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ИЗМЕРЕНИЯ СИСТЕМ СИ И МКГСС И ВНЕСИСТЕМНЫМИ

Величина	Международная система единиц СИ		Соотношение с единицами системы МКГСС и внесистемными
	Наименование единицы	Обозначение	
Длина	Метр	м	—
Масса	Килограмм	кг	1 кг = 0,101972 кгс·с ² /м
Время	Секунда	с	1 с = 1/3600 ч = 1/60 мин
Температура	Кельвин	К	K = °C
Сила	Ньютон	Н	1 Н = 0,102 кгс = 1,02 · 10 ⁻⁴ тс
Давление	Паскаль	Па	1 Па = 1,02 · 10 ⁻⁵ кгс/см ² = 10 ⁻⁵ бар = 0,102 мм вод. ст. = 7,502 · 10 ⁻³ мм рт. ст.
Количество теплоты (энергия), работа	Джоуль	Дж	1 Дж = 0,238846 кал
Поток энергии, мощность	Ватт	Вт	1 Вт = 0,859845 ккал/ч = 0,102 кгс·м/с = 0,239 кал/с
Расход массовый	Килограмм в секунду	кг/с	3,6 · 10 ³ кг/ч
Энтальпия, теплота сгорания, удельное количество теплоты	Джоуль на килограмм	Дж/кг	2,39 · 10 ⁻⁴ ккал/кг
Удельная теплоемкость	Джоуль на килограмм·Кельвин	Дж/(кг·К)	1 Дж/(кг·К) = 2,39 · 10 ⁻⁴ ккал/(кг·°C)
Коэффициент теплопередачи (теплоотдачи, теплообмена)	Ватт на квадратный метр·Кельвин	Вт/(м ² ·К)	1 Вт/(м ² ·К) = 0,86 ккал/(м ² ·°C) = 2,39 · 10 ⁻⁵ кал/(с·см ² ·°C)
Теплопроводность	Ватт на метр·Кельвин	Вт/(м·К)	1 Вт/(м·К) = 0,86 ккал/(м·°C) = 2,39 · 10 ⁻³ кал/(с·см·°C)
Тепловое сопротивление	Квадратный метр·Кельвин на ватт	м ² ·К/Вт	1 м ² ·К/Вт = 1,163 м ² ·°C/ккал
Удельный расход топлива	Килограмм на джоуль	кг/Дж	1 кг/Дж = 4,187 · 10 ³ кг/ккал

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

1. Термометры стеклянные ртутные. Термометры технические (табл. П20.1). Назначение — измерение температуры для контроля температурного режима. Монтаж — стационарный посредством оправы (см. рис. П6.9). Диаметр оболочки термометра, мм: верхней части 18 ± 1, погружаемой части 7,5. Погрешность показаний не выше одного деления шкалы.

Пример заказа: термометр технический прямой (тип П), пределы измерения 0—160 °С, цена деления

1 °С, длина верхней части 240 мм, длина погружаемой части 103 мм, 20 шт.

Термометры лабораторные нормальные ТЛ-4 (табл. П20.2). Назначение — точное измерение температуры при тепловых испытаниях. Исполнение обыкновенное, экспортное, тропическое.

Пример заказа: термометр лабораторный нормальный ТЛ-4, № 4, исполнение экспортное, 2 шт.

Таблица П21.2. Характеристика установленного отопительно-вентиляционного оборудования на 19__ г. (заполняется заказчиком и передается исполнителю перед началом работ)

№ п/п.	Назначение и номер установки по схеме	Источник сведений (проект, паспорт, данные испытаний и т. д.)	Данные об установках															Тепловая нагрузка установки Q Гкал/ч	Примечания
			Вентиляторы					Калориферы					Температура воздуха		Температура греющей воды				
			Марка	№	Частота вращения вентилятора л, об/мин	Мощность двигателя л, кВт	Расход воздуха через установку Lp, кг/ч	Число калориферов в установке, их марка и типоразмер	рядов в установке Z	калориферов в ряду S	Параллельных ходов для сетевой воды T	на входе t _в , °C	на выходе t _х , °C	на входе t _г , °C	на выходе t _г , °C	на входе t _г , °C	на выходе t _г , °C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		

Таблица П21.3. Характеристика и расчет теплотребления конвективно-излучающих приборов на 19__ г.

Номер по схеме системы	Данные об отопительном оборудовании						Расчетная температура		Расчетный расход			
	ветви	стояки	Тип отопительного прибора	Количество секций радиаторов или рядов конвекторов, труб л	Диаметр гладких труб D, мм	Общая длина гладких или ребристых труб l, м	Расчетная площадь поверхности нагрева прибора F, экм	греющей воды		воздуха внутри помещения t _в , °C	теплоты Q _p , ккал/ч	греющей воды G _p , т/ч
								на входе t _г , °C	на выходе t _г , °C			

Примечание. Если к одному стояку присоединены отопительные приборы разных типов, то каждый тип записывается в отдельную строку, а расход теплоты суммируется по стояку.

Таблица П21.4. Расчет калориферных установок на 19__ г.

Технические данные установок									Исходные данные			Расчетные значения		Результаты расчет а					
Назначение и номер установки по схеме системы теплотребления	Число в установке				Тепловые характеристики установки				Расход воздуха через установку Lp, кг/ч	Расчетная температура		температурного перепада в сети ΔT = t _г - t _х , °C	температурного напора в установке φ = 0,5(t _г + t _х) - t _в , °C	модуля теплообмена M	температурного перепада воздуха Δt, °C	теплотребности установки Q, Гкал/ч	расхода греющей воды G, т/ч	Температуры воздуха на выходе из Установки t _г = t _г + Δt, °C	
	всего калориферов, их марки и типоразмер л	рядов Z	калориферов в одном ряду S	параллельных подводов (ходов) для прохода теплоносителя T	Табличный параметр E	на состояние калориферов α ₁	на число калориферов в установке α ₂	Эффективный параметр E · α ₁ · α ₂ = E · α · φ		на входе t _г , °C	на выходе t _х , °C								воздуха на входе в калориферы t _в , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таблица П21.5. Расчетные данные по отопительно-вентиляционным установкам на 19__ г.

Номер по расчетной схеме цеха	ветви	Марки и число калориферов в установке л	Производительность по воздуху L, м³/ч	Температуры			Расчетная нагрузка	
				обратной воды от установки t _г , °C	воздуха		по теплоте Q _p , Гкал/ч	по сетевой воде G _p , т/ч
					на входе t _в , °C	на выходе t _х , °C		

Таблица П21.6. Расчетные тепловые нагрузки и диаметры отверстий дроссельных устройств для тепловых вводов и систем теплотребления на 19__ г.

Номера вводов ветвей, стояков, отопительно-вентиляционных установок	Количество, марки или модели и типоразмер теплопотребляющего оборудования	Расчетные нагрузки		Расчет дроссельных устройств						Примечания	
		по теплоте Q _p , Гкал/ч	по сетевой воде G _p , т/ч	Напор		Диаметр		Остаточный напор после диафрагмы H _с , м	Диаметр отверстия сопла элеватора d _с , мм		Номер элеватора
				располагаемый H _p , м	дросселируемый H _д , м	отверстия дроссельной диафрагмы d _д , мм	дросселируемого трубопровода D _т , мм				

Таблица П21.7. Расчетные тепловые нагрузки и диаметры отверстий дроссельных устройств для тепловых вводов на 19__ г.

Номер по расчетной схеме	потребителя теплоты	участка до камеры присоединения	Наименование и адрес потребителя теплоты	Расчетные нагрузки			Данные теплового ввода	Расчет дросселирующих устройств											
				на отопление	на горячее водоснабжение	всего		Ввод		Элеватор	На горячее водоснабжение								
								по теплоте Q _{о.р.} , Гкал/ч	по сетевой воде G _{о.р.} , т/ч		по теплоте Q _{г.} , Гкал/ч	по сетевой воде G _{г.} , т/ч	по теплоте Q _p , Гкал/ч	по сетевой воде G _p , т/ч	давление на обратном коллекторе P _з , кгс/см²	Располагаемый напор H _p , м	дросселируемый напор H _д , м	диаметр диафрагмы d _д , мм	диаметр сопла после диафрагмы d _с , мм

Таблица П21.8. Расчетные тепловые нагрузки на отопление и диаметры отверстий дросселирующих устройств для тепловых вводов г. _____ на _____ г.

Номер по расчетной схеме сети	участка до камеры присоединения	потребителя теплоты	Наименование и адрес потребителя	Расчетная нагрузка		Данные теплового ввода		Дроссельная диафрагма		Элеватор	
				по теплоте Q_p , Гкал/ч	по сетевой воде G_p , т/ч	Давление на обратном коллекторе P_2 , кгс/см ²	Располагаемый напор H_p , м	Дросселируемый напор H_d , м	Диаметр отверстия d_d , мм	Напор перед элеватором $H_э$, м	Диаметр отверстия сопла d_c , мм

Примечание. При расчете принято: $t_{ip} = \dots$ °C; $t_{2p} = \dots$ °C; $t_{в.р} = \dots$ °C; $t_{н.р} = \dots$ °C.

Таблица П21.9. Расчет местных сопротивлений тепловой сети г. _____ на 19__ г.

Номер участка до расчетной схемы	Диаметр труб, мм	За движки		Вентили		Компенсаторы		Колена		Тройники		Переходы		Прочие		Всего
		количество	мм	мм	мм	количество	мм	количество	мм	количество	мм	количество	мм	количество	мм	

Таблица П21.10. Гидравлический расчет тепловой сети на _____ г.

Расчетного	предыдущего	Номер участка по расчетной схеме	Расход сетевой воды G , т/ч	Характеристики участка						Расчет потерь напора				Потери напора от источника теплоснабжения ΣH , м	Располагаемый напор в конце участка H_p , м	
				Диаметр труб D , мм	Линейная длина l , мм	Эквивалентная шероховатость $K_в$, мм	Поправочный коэффициент к удельным потерям β	Приведенная линейная длина βl , м	Эквивалентная длина или сумма коэффициентов местного сопротивления $\Sigma \xi$, м	Расчетная длина участка (для расчетов по эквивалентной длине) $(\beta l + \Sigma \xi)$, м	Удельные потери при $K_в = 0,5$ мм h , мм/м	скорость воды w , м/с	потери в местных сопротивлениях $H_м$, м			линейные потери $H_л$, м

Таблица П21.11. Сводная таблица нагрузок на _____ г.

Номер по расчетной схеме	цехов	вводов	Расход теплоты, Гкал/ч				Расход сетевой воды, т/ч						
			на отопление $Q_о$	на вентиляцию $Q_в$	на горячее водоснабжение $Q_{г.в}$	всего Q_p	на отопление $G_о$	на вентиляцию $G_в$	на горячее водоснабжение $G_{г.в}$	всего G_p			

Таблица П21.12. Регулировка тепловых вводов и отопительно-вентиляционных систем

Потребитель	Номер по расчетной схеме сети	Наименование и адрес или ветвь, стояк, отопительно-вентиляционной установки	Место установки диафрагмы (подающий или обратный трубопровод)	До дроссельной диафрагмы (со стороны сети) H_d , м	После дроссельной диафрагмы $H_{д.п}$, м	Диаметр отверстия d_d , мм	Диаметр сопла элеватора d_c , мм	Расчетные данные		Данные перепада		Данные обхода		Дата
								Располагаемый напор H_p , м	Фактический напор $H_{ф.п}$, м	Фактический напор $H_{д.п}$, м	После дроссельной диафрагмы $H_{д.п}$, м	Коэффициент смещения k_D	Относительный расход воды β	

Таблица П21.13. Расчетные данные гидравлических испытаний трубопроводов тепловой сети г. _____ на 19__ г.

Номер участка	Наименование участка	Назначение трубопровода (подающий или обратный)	Длина участка L , м	Диаметр участка D , мм	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Расход воды в сети G , т/ч	Измеренное давление P_m , кгс/см ²		Полный напор H_p , м		Полный напор в конце участка		Примечания
							на входе $P_в$, кгс/см ²	на выходе $P_х$, кгс/см ²	геодезическая поправка Z , м	полный напор H_p , м	геодезическая поправка Z , м	полный напор H_p , м	

Таблица П21.14. Абсолютные и относительные и геодезические отметки точек установки манометров для гидравлических испытаний тепловой сети г.

Реперная точка _____						
Геодезическая отметка _____						
№ п/п	Точки установки манометров	Абсолютная геодезическая отметка манометров, м, на трубопроводе		Относительная отметка манометров (поправка Z), м, на трубопроводе		Примечания
		подающем	обратном	подающем	обратном	

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ СХЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Условное обозначение	Наименование
<i>Станционное оборудование</i>	
	Турбина паровая с генератором
	Котел отопительный: а — на твердом топливе; б — на жидком топливе; е — на газе
	Теплообменный аппарат поверхностный: подогреватель, охладитель, парогенератор
	Деаэратор
	Водонагреватель емкий
	Водонагреватель скоростной
	Бак под атмосферным давлением
	Бак под давлением выше атмосферного
	Бак под давлением ниже атмосферного
	Аккумулятор гидравлический
	Насос с постоянной производительностью

Таблица П21.15. Сопоставление результатов гидравлических испытаний по различным режимам

Наименование участка	Отношение квадратов расходов воды при двух режимах $(G_1/G_2)^2$	Отношение потерь напора на участке при двух режимах H_1/H_2		Примечания
		подающем	обратном	

Продолжение прилож. 22

Условное обозначение	Наименование
	Насос с регулируемой производительностью
	Насос лопастной центробежный
	Насос ручной
	Насос струйный
	Компрессор
	Вентилятор центробежный
	Вентилятор осевой
	Электродвигатель переменного тока
<i>Трубопроводы и их элементы</i>	
	Подающий трубопровод
	Обратный трубопровод
	Паропровод
	Конденсатопровод
	Трубопровод горячего водоснабжения
	Трубопровод циркуляционный
	Водопровод холодный
	Трубопровод канализационный

Продолжение прилож. 22

Условное обозначение	Наименование
	Трубопровод дренажный
	Трубопровод подпитечный
	Трубопровод демонтируемый
	Подающий трубопровод, подлежащий монтажу
	Обратный трубопровод, подлежащий монтажу
	Соединение трубопроводов
	Перекрещивание трубопроводов
	Трубопровод с вертикальным стояком
	Соединение труб фланцевое
	Соединение труб муфтовое (на резьбе)
	Трубопровод с фланцевой заглушкой
	Переход диаметра в трубопроводе
	Компенсатор П-образный
	Компенсатор линзовый
	Компенсатор телескопический (сальниковый)
	Опора неподвижная
	Опора подвижная
	Опора направляющая
	Тепловая камера на сети
	Колодец смотровой на сети
	Ввод тепловой сети в здание
<i>Арматура запорно-регулирующая</i>	
	Задвижка
	Задвижка с электроприводом

Продолжение прилож. 22

Условное обозначение	Наименование
	Клапан обратный
	Клапан предохранительный
	Клапан дроссельный
	Клапан редукционный (РОУ)
	Затвор поворотный (заслонка)
	Вентиль (клапан) запорный
	Вентиль (клапан) трехходовой
	Вентиль (клапан) регулирующийся
	Кран проходной
	Кран трехходовой
	Кран двойной регулировки
	Кран водоразборный
	Кран воздушный
	Клапан воздушный автоматический
	Воздухосборник вертикальный
	Воздухосборник горизонтальный
	Смеситель холодной и горячей воды
	Сетка душевая
	Воронка спускная (дренажная)
	Заслонка регулирующая
<i>Нагревательные приборы отопительно-вентиляционные</i>	
	Труба отопительная гладкая, регистр из гладких труб (три трубы диаметром 100 мм, длиной по 6 м)
	Труба отопительная ребристая (четыре трубы длиной по 2 м)
	Конвектор без кожуха

Условное обозначение	Наименование
	Конвектор с кожухом
	Радиатор отопительный, состоящий из 16 секций
	Панель отопительная бетонная
	Агрегат воздушно-отопительный
	Агрегат воздушной завесы
	Доводчик эжекционный
	Грязевик
	Конденсатоотводчик
	Конденсатосборник
Контрольно-измерительные и регулирующие приборы	
	Манометр (вакуумметр) пружинный
	Манометр U-образный
	Манометр электроконтактный
	Отборное устройство давления и уровня
	Штуцер с краном для манометра
	Пьезометрический измеритель уровня или расхода (по принципу трубки Вентури-Пито)
	Диафрагма дроссельная (шайба) на вводе
	Диафрагма дроссельная (шайба) на стойке или подводке к прибору (цифрами указан диаметр отверстия)
	Расходомер с сужающим устройством
	Сужающее устройство для измерения расхода по перепаду давления

Условное обозначение	Наименование
	Счетчик жидкости или газа
	Водомер
	Термометр жидкостный
	Гильза для термометра
	Термометр электроконтактный
	Термометр сопротивления
	Термопара одинарная
	Датчик температуры
	Прибор регулирующий (сигнализирующий)
	Прибор измерительный
	Прибор измерительный и регулирующий (в одном корпусе)
	Прибор температуры показывающий
	Прибор температуры показывающий и самопишущий
	Прибор температуры сигнализирующий
	Прибор давления показывающий
	Прибор давления сигнализирующий
	Прибор разности давлений бесшкальный
	Прибор расхода показывающий, самопишущий и интегрирующий
	Прибор уровня показывающий
Исполнительные механизмы (ИМ)	
	ИМ с электроприводом
	ИМ с электромагнитным приводом
	ИМ с мембранным приводом
	ИМ с поршневым приводом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апарцев М. М. Рекомендации по наладке водяных систем теплоснабжения. М.: БТИ ОРГРЭС, 1968, 200 с.
2. Инструкция по эксплуатации тепловых сетей/ М. М. Апарцев, Э. Д. Каминская, Я. И. Каплинский и др. М.: Энергия, 1972, 344 с.
3. Апарцев М. М. Инструкция по учету отпуска тепла электростанциями и предприятиями тепловых сетей. М.: Энергия, 1976, 57 с.
4. Водоподогреватели. Строительный каталог. М.: ГПИ Сантехпроект, 1974, 58 с.
5. Генкин Б. И. Регулировка водяных тепловых сетей. М.: Госэнергоиздат, 1951, 140 с.
6. Громов Н. К. Абонентские установки водяных тепловых сетей. М.: Энергия, 1968, 320 с.
7. Зингер Н. М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. М.: Энергия, 1976, 335 с.
8. Калориферы и отопительные агрегаты. Строительный каталог. М.: ГПИ Сантехпроект, 1974, 135 с.
9. Кондиционеры, калориферы и вентиляторы. Каталог-справочник. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1976, 386 с.
10. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей/В. И. Манюк, Я. И. Каплинский и др. М.: Стройиздат, 1977, 272 с.
11. Марков И. В., Сазонов В. Р. Автоматизация тепловых сетей. М.: БТИ ОРГРЭС, 1961, 60 с.
12. Марков И. В. Универсальный регулятор расхода и давления прямого действия (УРРД) конструкции ОРГРЭС. М.: БТИ ОРГРЭС, 1968, 18 с.
13. Марков И. В. Авторегуляторы горячего водоснабжения конструкции ОРГРЭС. М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1969, 68 с.
14. Нагревательные приборы. Строительный каталог. М.: ГПИ Сантехпроект, 1975, 155 с.
15. Насосы. Каталог-справочник. М.—Л.: Машгиз, 1960, 550 с.
16. Номенклатура насосов Сумского насосного завода на 1976 г. (в общепромышленном исполнении). Сумы, 1976, 13 с.
17. Номенклатурный перечень насосов общепро-

- шленного назначения, выпускаемых ПО Ливгидромаш в 1977—1980 гг., Ливны, 1977, 19 с.
18. Номенклатура водогрейных котлов, выпускаемых Дорогобужкотломашем в 1975—1977 гг. Дорогобуж: Главотомкотломаш, 1974, 8 с.
19. ОСТ 108.271.101.76. Подогреватели сетевой воды для тепловых электростанций и отопительных котельных.
20. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М.: Энергия, 1977, 288 с.
21. Сафонов А. П. Автоматизация систем централизованного теплоснабжения. М.: Энергия, 1974, 272 с.
22. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 1975, 368 с.
23. Соколов Е. Я., Громов Н. К., Сафонов А. П. Эксплуатация тепловых сетей. М.: Госэнергоиздат, 1955, 352 с.
24. Соколов Р. М. Методические указания по гидравлическим испытаниям водяных тепловых сетей. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1963, 63 с.
25. Строительные нормы и правила. СНиП II-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стройиздат, 1976, 112 с.
26. Строительные нормы и правила. СНиП II-34-76. Горячее водоснабжение. М.: Стройиздат, 1976, 28 с.
27. Строительные нормы и правила. СНиП II-36-73. Тепловые сети. М.: Стройиздат, 1974, 56 с.
28. Строительные нормы и правила. СНиП II-A-6-72. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1973, 320 с.
29. Сортамент труб для наружных тепловых сетей № 40913-Т. М.: Главтехстройпроект, 1971, 33 с.
30. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/Под ред. А. А. Николаева. М.: Стройиздат, 1965, 360 с.
31. Шубин Е. П., Левин Б. И. Проектирование теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных. М.: Энергия, 1970, 266 с.
32. Шубин Е. П. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов. М.: Энергия, 1979, 360 с.

Магазин № 170 Москниги имеет в продаже и высылает наложенным платежом (без задатка) следующие книги издательства «Энергия»:

Бугай Н. В., Шкляров М. И. Неразрушающий контроль металла теплоэнергетических установок. 1977. — 120 с. — 35 к.

Савкив С. В., Жаровский М. С., Лямичев А. И. Ремонт шипованных экранов парогенераторов. 1977. — 104 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 20 к.

Гинзбург-Шик Л. Д. Современные котлоагрегаты и их конструкция. 1979. — 112 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 20 к.

Гирнис В. В., Корольков П. М. Контроль качества монтажных и сварочных работ на атомных электростанциях. 1980. — 96 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 25 к.

Кранцфельд Я. Л., Кривошеин Д. И. Конструкции главных корпусов тепловых электростанций. 1979. — 104 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 20 к.

Смирнов Г. М. Трубопроводы тепловых электростанций (Устройство и монтаж). 1979. — 96 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 20 к.

Вольский В. В. Монтаж дымовых труб новых конструкций. 1980. — 106 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 30 к.

Гинзбург-Шик Л. Д., Зарипов М. З. Техника безопасности при монтаже тепломеханического оборудования электростанций (В вопросах и ответах). 1980. — 128 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 35 к.

Гольдин А. С. Устранение вибраций турбоагрегатов на тепловых электростанциях. 1980. — 96 с. — (Б-ка тепломонтажника). — 25 к.

Переверзев В. А., Шумов В. В. Справочник мастера тепловых сетей. 1980. — 248 с. — В пер.: 1 р. 10 к.

Пособие для изучения «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей». Раздел 4. Тепломеханическое оборудование электростанций и тепловых сетей. Раздел 5. Специальное оборудование атомных электростанций. 1980. — 464 с. — В пер.: 2 р. 10 к.

Заказы направлять по адресу: 121096, г. Москва, ул. Василисы Кожиной, 10, Магазин № 170 Москниги.

МИХАИЛ ИВАНОВИЧ АПАРЦЕВ

НАЛАДКА ВОДЯНЫХ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Редактор Б. Н. Громов

Редактор издательства Н. М. Пеунова

Технический редактор Н. П. Собакина

Корректор Л. С. Тимохова

ИБ № 3265

Сдано в набор 04.03.83. Подписано в печать 09.12.83. Т-22780. Формат 84×108^{1/16}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 21,42. Усл. кр.-отт. 21,84. Уч.-изд. л. 28,8. Тираж 30 000 экз. Заказ 477. Цена 1 р. 40 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ПОПРАВКА

По вине типографии в выходных сведениях допущена ошибка

Следует читать:

МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ АПАРЦЕВ