

Таблица 26

**Практические коэффициенты теплопередачи k
и удельный тепловой поток q_F
для рассольных испарителей различного типа**

Тип испарителя	k , $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$	q_F , вт/м^2	Примечание
Вертикальнотрубные	465—580	2320—2900	—
Кожухотрубные:			
аммиачные	465—525	2320—2620	—
фреоновые	230—350	1160—1750	Относится к на- ружной поверх- ности

Θ_m — средняя разность температур между рассолом и кипящим холодильным агентом; обычно принимается равной 5°C .

В кожухотрубных и кожухозмеевиковых испарителях Θ_m определяется по формуле средней логарифмической разности температур:

$$\Theta_m = \frac{t_{p1} - t_{p2}}{2,3 \lg \frac{t_{p1} - t_0}{t_{p2} - t_0}}, \quad (94)$$

а в вертикальнотрубных и вообще во всех испарителях с мешалкой — по формуле

$$\Theta_m = t_{p2} - t_0, \quad (95)$$

где t_{p2} — температура выходящего из испарителя рассола.

Количество циркулирующего рассола определяется из выражения

$$Q_0 = G_p c_p (t_{p1} - t_{p2}), \quad (96)$$

где c_p — теплоемкость рассола при рабочей температуре рассола, $\text{дж/кг} \cdot \text{град}$;

$$G_p = \frac{Q_0}{c_p (t_{p1} - t_{p2})}, \quad (96a)$$

а объем циркулирующего рассола

$$V_p = \frac{G_p}{\rho_p}, \quad (97)$$

где ρ_p — плотность рассола, кг/м^3 ;

c_p и ρ_p определяются по таблицам соответственно температуре замерзания рассола.

По теплопередающей поверхности F подбирается испаритель, а по объему рассола — рассольный насос.

Пример. Подобрать вертикальнотрубный испаритель и определить количество циркулирующего рассола для аммиачной холодильной установки холодопроизводительностью $Q_0 = 100\,000$ ккал/ч = 116 300 вт при температуре рассола, входящего в испаритель $t_{p1} = -25^\circ\text{C}$.

Решение

Понижение температуры охлаждаемого рассола в испарителе $2-4^\circ$. Принимаем 3°C . Тогда $t_{p2} = t_{p1} - 3 = -28^\circ\text{C}$.

Температура кипения t_0 принимается на 5°C ниже t_{p2} , т. е. $t_0 = t_{p2} - 5 = -33^\circ\text{C}$.

Температура замерзания $t_{\text{зам}}$ принимается на 5°C ниже t_0 , т. е. $t_{\text{зам}} = t_0 - 5 = -38^\circ\text{C}$.

Выбираем рассол хлористого кальция с $t_{\text{зам}} = -38,6^\circ\text{C}$ (приложение 2). Его теплоемкость при $t_{p2} = -28^\circ\text{C}$ составляет $c_p = 0,665$ ккал/кг $^\circ\text{C}$ ($c_p = 2,78 \cdot 10^3$ Дж/кг \cdot град), а плотность $\rho_p = 1,281$ кг/л = 1281 кг/м 3 .

Коэффициент теплопередачи принимаем по табл. 26:

$$k = 465 \text{ вт/м}^2 \cdot \text{град}.$$

Теплопередающая поверхность испарителя

$$F = \frac{116\,300}{465 \cdot 5} = 50,0 \text{ м}^2.$$

По табл. 23 выбираем испаритель марки 60ИА. Количество циркулирующего рассола

$$G_p = \frac{116\,300}{2,78 \cdot 10^3 \cdot 3} = 13,9 \text{ кг/сек}.$$

Объем циркулирующего рассола

$$V_p = \frac{13,9}{1281} = 0,011 \text{ м/сек} = (40 \text{ м}^3/\text{ч}).$$



ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, АРМАТУРА И ТРУБОПРОВОДЫ

§ 43. РЕСИВЕРЫ

Ресивером называется сосуд для сбора жидкого холодильного агента. В схеме холодильной машины ресиверы бывают четырех видов: линейные, дренажные, циркуляционные, запасные.

Линейный ресивер устанавливается на стороне высокого давления после конденсатора. Он служит для сбора жидкости и освобождения от нее поверхности конденсатора, для создания равномерного потока жидкого холодильного агента к регулирующему вентилю. Кроме того, линейный ресивер является хорошим сборником воздуха и масла.

Циркуляционные ресиверы применяются в аммиачных холодильных установках с принудительной подачей жидкости в приборы охлаждения и устанавливаются на стороне низкого давления после регулирующего вентиля. В них скапливается определенное количество жидкого аммиака для бесперебойной работы аммиачного насоса.

Дренажные ресиверы устанавливаются также на стороне низкого давления и служат для временного слива жидкого холодильного агента из батарей непосредственного охлаждения перед оттаиванием с них снеговой шубы горячими парами.

Запасные ресиверы служат для создания запаса холодильного агента в системе, обеспечивающего длительную надежную работу установки.

Ресивер представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд, который снабжен штуцерами для входа и выхода жидкого холодильного агента (рис. 97 и табл. 27). В нижней части аммиачного ресивера приварен маслосборник, откуда периодически выпускается масло. Ресивер имеет штуцеры для уравнительной линии и

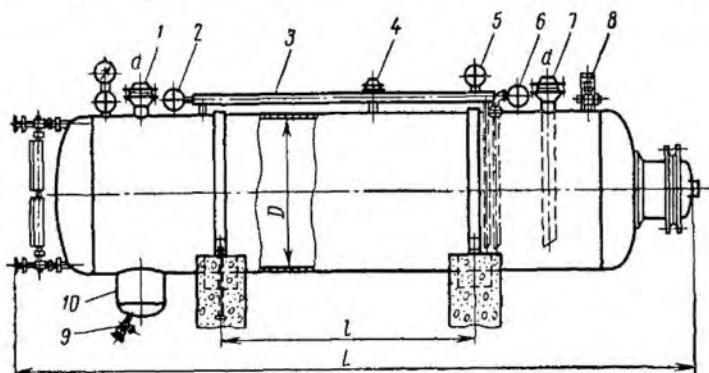


Рис. 97. Ресивер:

1 — вход жидкого агента; 2 — вентиль к всасывающему трубопроводу; 3 — воздухоотделитель; 4 — уравнивающая линия к конденсатору; 5 — выход жидкого агента; 6 — вход жидкого агента из воздухоотделителя; 7 — выход жидкого агента; 8 — предохранительный клапан; 9 — выпуск масла; 10 — грязевик

выпуска воздуха, а также снабжается манометром, предохранительным клапаном и указателем уровня жидкости.

На линейных ресиверах устанавливаются воздухоотделители типа «труба в трубе».

Линейные ресиверы изготавливаются емкостью 0,75; 1,5; 2,5; 3,5; 5 м³ и дренажно-циркуляционные — 0,75 и 1,5 м³.

Таблица 27

Основные данные об аммиачных ресиверах

Марка	Емкость, м ³	Габариты и установочные размеры (см. рис. 97)				Масса, кг
		диаметр (D), мм	длина (L), мм	длина (L), мм	диаметр (d), мм	
0,75РВ	0,75	600	3000	1150	32	450
0,75РД	0,75	600	3000	1150	32	440
1,5РВ	1,5	800	3600	1650	50	710
1,5РД	1,5	800	3600	1650	50	650
2,3РВ	2,5	800	5550	2900	50	1035
3,5РВ	3,5	1000	5100	2600	70	1500
5РВ	5,0	1200	5750	2900	70	2240

Ресиверы подбирают по емкости. Емкость линейных и циркуляционных ресиверов определяют из условия 70% их заполнения по формулам:

линейного ресивера

$$V_{л.р} = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3} \right) \frac{G_a v_a}{0,7}, \quad (98)$$

где $\frac{1}{2} \div \frac{1}{3} G_d$ — количество холодильного агента, проходящего через ресивер в час;

v_3 — удельный объем жидкости при температуре конденсации, $\text{м}^3/\text{кг}$;

циркуляционного ресивера для одноступенчатой установки

$$V_{\text{ц.р}} = \frac{G_d v_4}{0,7}, \quad (99)$$

где v_4 — удельный объем холодильного агента после регулирующего вентиля, $\text{м}^3/\text{кг}$;

циркуляционного ресивера для двухступенчатой установки

$$V_{\text{ц.р}} = \frac{G_{\text{цнд}} v_6}{0,7}, \quad (100)$$

где $G_{\text{цнд}}$ — часовое количество холодильного агента, циркулирующее через цилиндр низкого давления, $\text{кг}/\text{ч}$;

v_6 — удельный объем жидкого холодильного агента после дросселирования до давления кипения, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Емкость дренажного ресивера должна соответствовать максимальной емкости батарей одной из камер холодильника и определяться по формуле:

$$V_{\text{д.р}} = \frac{F_{\text{бат}} \cdot \frac{v_M}{f_M} \cdot a}{0,7} = \frac{L_{\text{бат}} v_M a}{0,7}, \quad (101)$$

где $F_{\text{бат}}$ — поверхность всех батарей, м^2 ;

v_M — емкость 1 м трубы, м^3 ;

f_M — поверхность 1 м трубы, м^2 (см. табл. 33);

a — норма заполнения батарей жидким холодильным агентом (см. § 76);

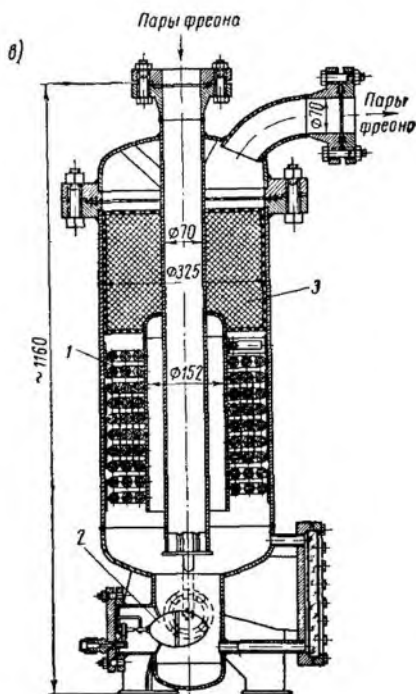
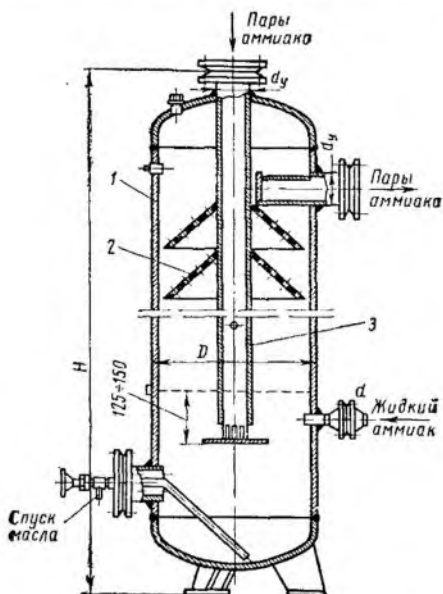
$L_{\text{бат}}$ — длина труб в батареях, м.

§ 44. МАСЛООТДЕЛИТЕЛИ

Если холодильный агент и масло ограниченно растворяются друг в друге, то масло в виде пленки оседает на теплопередающей поверхности аппаратов. Масляная пленка представляет собой дополнительное тепловое сопротивление и снижает коэффициент теплопередачи. Поэтому для сохранения тепловой нагрузки приходится увеличивать разность температур между средами, повышая температуру конденсации и понижая температуру кипения холодильного агента. И то и другое приводит к уменьшению холодопроиз-

водительности и увеличению расхода электроэнергии. Для уменьшения количества масла, попадающего в теплообменные аппараты, необходимо очищать от него парообразный холодильный агент, для этого в установках, работающих на аммиаке, фреоне-13, фреоне-22, на нагнетательном трубопроводе между компрессором и конденсатором, устанавливается маслоотделитель. Наиболее распространенные типы маслоотделителей: пустотелые, барботажные, с водяным охлаждением и отбойной насадкой.

В пустотелых маслоотделителях простейшего типа масло отделяется от паров аммиака в результате изменения направления движения паров при одновременном резком снижении их скорости. При этом частицы масла, как более тяжелые, оседают в нижней части, а пар поднимается вверх. Изменение направления движения пара достигается или постановкой в корпусе маслоотделителя перегородки или соответствующим расположением патрубков для входа и выхода пара, в последней конструкции патрубок для входа пара изогнут под углом 45° к вертикальной оси в двух плоскостях, благодаря чему пар получает винтообразное движение по внутренней стенке корпуса. В таких маслоотделителях задерживается не более 30—40% всего количества масла, увлекаемого с парами аммиака из компрессора.



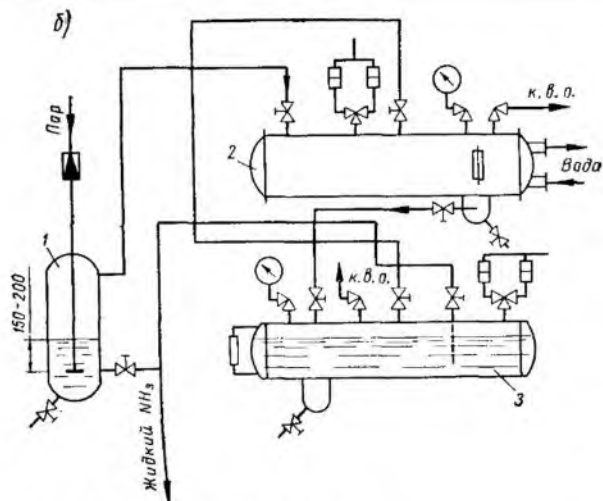


Рис. 98. Маслоотделители:

а — барботажный: 1 — корпус; 2 — конические отбойники; 3 — барботажная труба; *б* — схема включения барботажного маслоотделителя: 1 — маслоотделитель с водяным охлаждением; 2 — охлаждающий змеевик; 3 — поплавок для выпуска масла; 3 — отбойный слой керамических колец

В целях более полного улавливания частиц масла пар, выходящий из компрессора, охлаждается, при этом масло конденсируется и выделяется в жидком виде. Охлаждение осуществляется жидким холодильным агентом или водой.

Барботажный маслоотделитель (рис. 98, *а* и табл. 28) представляет собой сварной вертикальный цилиндрический сосуд со штуцерами для входа и выхода паров аммиака и для присоединения маслоотделителя к линейному ресиверу. Пар с частицами масла поступает в маслоотделитель сверху по барботажной трубе, конец которой опущен на 150—200 мм под слой жидкого аммиака, уровень которого в маслоотделителе поддерживается с помощью уравнительного трубопровода с линейным ресивером. Барботируя через слой жидкости, пар охлаждается, при этом парообразное масло конденсируется и оседает на дно маслоотделителя. К барботажной трубе приварены решетчатые конические отбойники, в которых происходит дополнительное отделение частиц масла от паров аммиака. В таких маслоотделителях отделяется 95—97% масла и только 3—5% поступает в теплообменные аппараты. Схема включения маслоотделителя представлена на рис. 98, *б*.

Маслоотделитель с водяным охлаждением и ректификатором представлен на рис. 98, *в*.

При входе в маслоотделитель пар резко уменьшает скорость и изменяет свое направление. При соприкосновении со змеевиком, охлаждаемым водой, масло почти полностью конденсируется, а для полного отделения пара от масла имеется отбойный слой металлических или керамических колец.

Для предотвращения конденсации холодильного агента в змеевик следует подавать воду, уже использованную в конденсаторе.

Подбор маслоотделителей производят по диаметру нагнетательного штуцера компрессора.

Таблица 28

Основные данные о барботажных маслоотделителях

Марка	Условный проход штуцера (входа и выхода пара) (d_4), мм	Диаметр корпуса (D), мм	Высота (H), мм	Диаметр штуцера на входе жидкого аммиака (d_1), мм	Масса, кг
ОММ-50	50	273	1470	20	105
ОММ-70	70	273	1570	20	118
ОММ-80	80	325	1600	20	132
ОММ-100	100	426	1730	25	256
ОММ-125	125	500	1970	25	285
ОММ-150	150	600	2370	25	370
ОММ-200	200	700	2600	25	565
ОММ-300	300	1200	4200	32	2270

§ 45. МАСЛОСОБИРАТЕЛИ

Выпуск масла непосредственно из маслоотделителя при давлении конденсации опасен, так как при этом вместе с маслом выпускается часть холодильного агента. Поэтому в аммиачных холодильных установках устанавливаются маслособиратели, предназначенные для спуска масла из маслоотделителя и выпуска его наружу.

Маслособиратель (рис. 99,а и табл. 29) представляет собой вертикальный цилиндрический стальной сосуд, снабженный угловыми вентилями для присоединения к маслоотделителю, всасывающей стороне компрессора, манометру. Нижний вентиль служит для выпуска масла. Масло из маслособирателя выпускается после отсоса паров аммиака при уменьшенном давлении, что устраняет потери аммиака и гарантирует безопасное обслуживание аппарата.

Для полного выделения пара из масла целесообразно подогревать масло перед выпуском из маслособирателя с помощью помещенного внутри его змеевика или трубы (рис. 99,б). Для подогрева может применяться теплая вода, водяной пар или перегретый

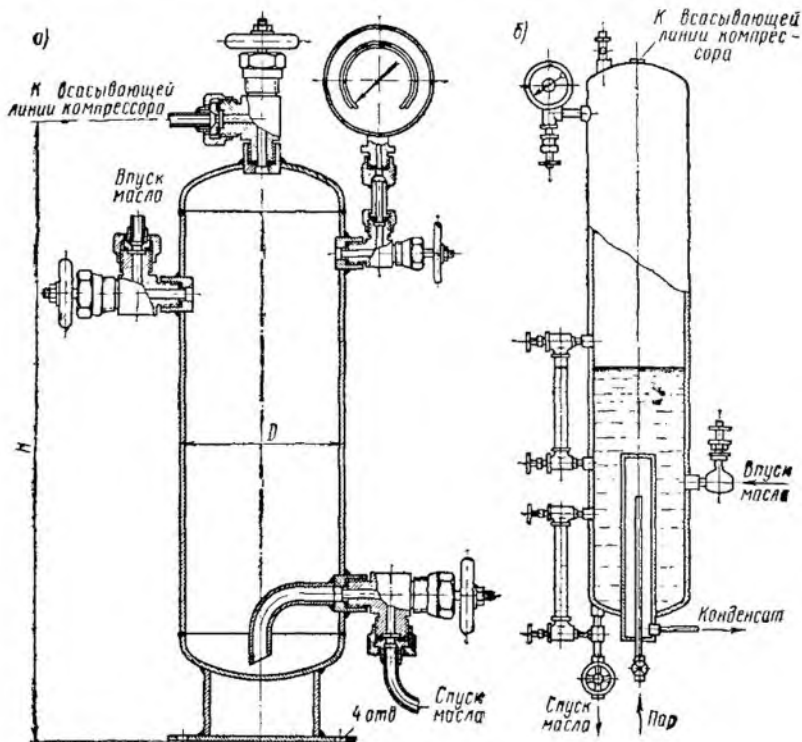


Рис. 99. Маслособиранели:
а — без подогрева; б — с подогревом

Таблица 29

Основные данные о маслособиранелях

Марка	Диаметр корпуса (D), мм	Общая высота (H), мм	Масса, кг
150 CM	159	610	15,6
300 CM	325	1123	83,9

пар холодильного агента. В последнем случае маслособиранель может быть объединен в одном корпусе с маслоотделителем. В маслоотделителе, совмещенном с маслособиранелем, нижняя часть сосуда является маслоотделителем, а верхняя — маслособиранелем, в котором масло подогревается аммиачным паром, идущим по вертикальной трубе из маслоотделителя.

§ 46. ОТДЕЛИТЕЛИ ЖИДКОСТИ

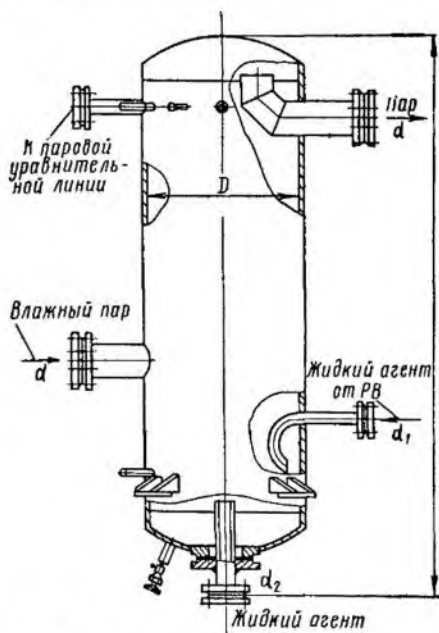


Рис. 100. Отделитель жидкости

Части отделителя отсасываются компрессором, а жидкость, имеющая больший удельный вес, чем пар, собирается внизу, откуда поступает в испарительную систему. К нижней части сосуда приваривается маслосборник, где собирается масло, выделившееся из холодильного агента; его периодически выпускают. Во избежание стока масла в испарительную систему жидкостная труба входит на некоторую высоту внутрь сосуда.

Отделители жидкости применяются в аммиачных холодильных установках и служат для отделения жидкости от пара, полученного при дросселировании, и пара от унесенных из испарителя капель жидкости, вследствие чего обеспечивается сухой ход компрессора.

Отделитель жидкости (рис. 100 и табл. 30) представляет собой сварной вертикальный стальной сосуд, в котором в результате резкого изменения направления движения и уменьшения скорости пара до 0,5 м/сек происходит выпадение жидкого аммиака и масла. При этом пары аммиака осушаются и из верхней

Таблица 30

Основные данные об отделителях жидкости

Марка	Диаметр (D), мм	Общая высота (H), мм	Диаметры штуцеров, мм			Масса, кг
			на входе и выходе пара (d)	на входе жидкого аммиака (d ₁)	на выходе жидкого аммиака (d ₂)	
700Ж	426	1630	70	20	40	240
1000Ж	500	2010	100	32	70	260
1250Ж	600	2020	125	40	80	320
1500Ж	800	2420	150	50	100	515
2000Ж	1000	2510	200	50	125	900
2500ЖМ	900	3470	250	80	125	985
3000ЖМ	1200	3400	300	—	50	1575

Отделители жидкости устанавливаются на всасывающей линии компрессора как выше заливаемых приборов охлаждения, так и ниже их. В последнем случае подача жидкости в приборы охлаждения осуществляется с помощью аммиачных насосов.

Снаружи аппарат покрывается тепловой изоляцией.

Отделители жидкости подбираются по диаметру всасывающего патрубка компрессора.

§ 47. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СОСУДЫ

Промежуточные сосуды применяются в холодильных установках двухступенчатого сжатия и служат для охлаждения паров холодильного агента после сжатия их в первой ступени до температуры, соответствующей промежуточному давлению.

Промежуточный сосуд для аммиака представляет (рис. 101, а и табл. 31) собой стальной цилиндр с верхним и нижним доньшками и штуцерами для входа и выхода паров аммиака и жидкости. Пар из компрессора первой ступени или ЦНД по центральной, барботажной трубе поступает под уровень жидкого аммиака. Барботируя через слой жидкости, пар охлаждается. Охлажденный пар ос-

Таблица 31
Основные данные о промежуточных сосудах

Марка	Диаметр (D), мм	Высота (H), мм	Поверхность змеевика, м ²	Диаметры штуцеров, мм					Масса, кг
				на входе пара (d ₁)	на выходе пара (d ₂)	на входе жидкости (d ₃)	на выходе жидкости (d ₄)	в змееви- ке (d ₅)	
Без змеевика									
50ПС	500	2590	—	125	125	25	32	—	360
60ПС	600	2650	—	150	150	32	40	—	488
70ПС	700	3010	—	150	150	50	50	—	650
Со змеевиком									
40ПС $\frac{a}{3}$	426	2460	1,38	70	70	20	10	20	380
50ПС $\frac{a}{3}$	500	2820	1,76	100	70	20	10	20	410
60ПС $\frac{a}{3}$	600	2860	3,4	150	125	32	20	32	550
80ПС $\frac{a}{3}$	800	3050	6,3	150	150	32	25	32	860
120ПС $\frac{a}{3}$	1200	3740	8,9	300	300	40	25	50	210

вободается от частиц масла, поднимается вверх, проходит через конусные перфорированные отбойники, где улавливаются капли жидкого аммиака, и через боковой штуцер отсасывается цилиндром высокого давления. Жидкий аммиак после первого регулирующего вентиля при промежуточном давлении и промежуточной температуре поступает в верхнюю часть барботажной трубы и стекает в нижнюю часть сосуда, частично выкипая при охлаждении пара. Из нижней части сосуда жидкий аммиак отводится ко второму регулирующему вентилю.

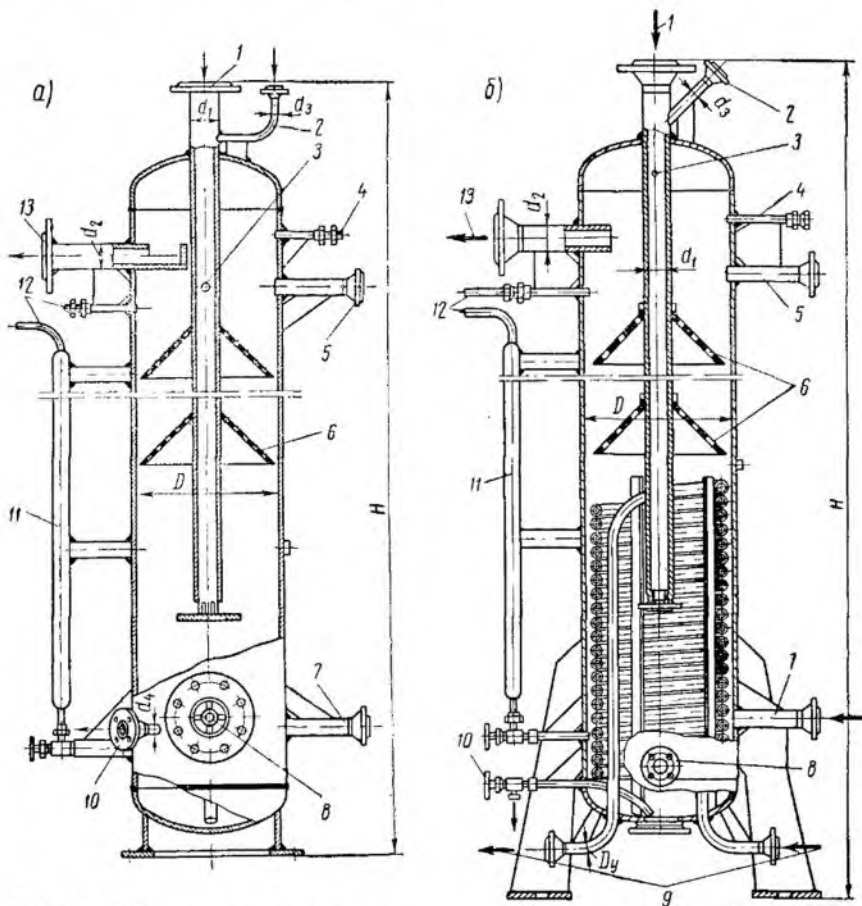


Рис. 101. Промежуточные сосуды:

а — без змеевика; б — со змеевчком; 1 — вход паров аммиака из цилиндра низкого давления; 2 — вход жидкого аммиака; 3 — уравнительное отверстие; 4 — штуцер к манометру; 5 — паровая уравнительная линия; 6 — каплеотбойники; 7 — жидкостная уравнительная линия; 8 — выход жидкого аммиака; 9 — выход и вход жидкого аммиака; 10 — выпуск масла; 11 — указатель уровня; 12 — штуцер к дистанционному указателю уровня; 13 — выход паров аммиака к цилиндру высокого давления

На рис. 101,б (см. табл. 31) изображен промежуточный сосуд со змеевиком, в котором поступающий из конденсатора или переохладителя жидкий аммиак охлаждается до промежуточной температуры, а затем направляется к регулирующему вентилю. В такие промежуточные сосуды в отличие от промежуточных сосудов без змеевика подается большее количество жидкости, необходимое как для охлаждения пара, так и для охлаждения жидкости в змеевике.

Промежуточные сосуды снабжаются манометром, предохранительным клапаном, указателем уровня. В нижней части сосуда имеется угловой вентиль диаметром 10 мм для выпуска масла.

Подбор промежуточных сосудов производится по диаметру нагнетательного патрубка ЦНД.

§ 48. ВОЗДУХООТДЕЛИТЕЛИ

В системе холодильной установки вместе с холодильным агентом могут находиться различные газы, неконденсирующиеся при давлениях и температурах, имеющих место в холодильных машинах. Так как главной составной частью этих газов является воздух, то их и называют воздухом.

Воздух попадает в систему следующим образом: 1) при вскрытии компрессоров и аппаратов во время ремонта; 2) при давлениях в испарительной системе ниже атмосферного; 3) засасывается через сальник при работе компрессора с закрытым всасывающим вентиляем; 4) некоторое количество воздуха остается в системе после ее монтажа.

Воздух обычно скапливается в конденсаторе и линейном ресивере и вызывает повышение давления в конденсаторе и уменьшение коэффициента теплопередачи конденсатора, что уменьшает холодопроизводительность установки и повышает расход электроэнергии.

Для выпуска воздуха из системы служат воздухоотделители различных конструкций. Наиболее простым по устройству является двухтрубный воздухоотделитель, устанавливаемый над линейным ресивером (см. рис. 97). Во внутреннюю трубу воздухоотделителя через регулирующийся вентиль подают жидкий аммиак из ресивера. Воздушно-аммиачная смесь входит в межтрубное пространство и охлаждается жидким аммиаком, протекающим по внутренней трубе; пар из смеси конденсируется и стекает в ресивер, а воздух удаляется в сосуд с водой.

Недостатком двухтрубного воздухоотделителя является повышенная потеря холодильного агента, так как в нем из-за притока тепла через внешнюю трубу смесь охлаждается недостаточно, и пар конденсируется неполностью.

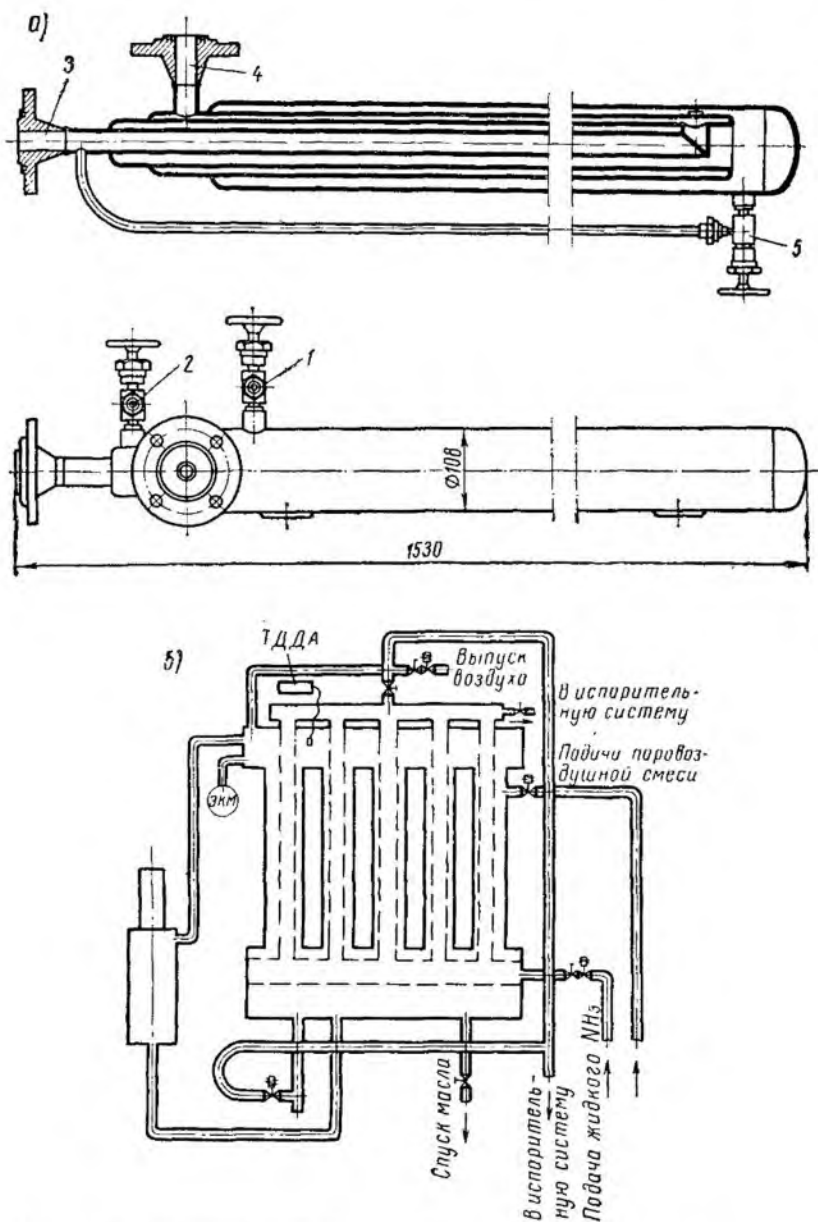


Рис. 102. Воздухоотделители:

а — системы Кобулашвили; б — вертикальнотрубный; 1 — вход паровоздушной смеси; 2 — выпуск воздуха; 3 — вход жидкости; 4 — выход жидкости; 5 — перепуск жидкости

Наиболее полное охлаждение смеси и отделение воздуха достигается в воздухоотделителе системы инж. Кобулашвили (рис. 102,а). Воздухоотделитель состоит из четырех труб, сваренных одна в другую и соединенных между собой так, что пространство первой трубы сообщается с пространством третьей трубы, а второй — с четвертой. Паровоздушная смесь поступает из конденсатора или ресивера в кольцевое пространство между первой и второй трубами и перетекает в межтрубное пространство между третьей и четвертой трубами, где омывается с двух сторон жидким аммиаком, притекающим из регулирующей станции с температурой кипения. Аммиачный пар в смеси конденсируется, и образующийся конденсат стекает в нижнюю часть аппарата, откуда периодически перепускается с помощью вентилей во внутреннюю четвертую трубу. Для сбора жидкости воздухоотделитель устанавливается с небольшим уклоном. Освобожденный от аммиака воздух выпускается через вентиль в сосуд с водой, а испарившийся аммиак из третьей трубы через испарительную систему отсасывается компрессором.

Размеры воздухоотделителя следующие: длина—1530 мм, диаметр наружной трубы—108×4 мм, внутренней—38×2,25 мм.

На рис. 102,б показан вертикальнотрубный воздухоотделитель, установленный на Ленинградском холодильнике 4. Он состоит из двух вертикальнотрубных батарей, одна из которых вставлена в другую. В нижний коллектор внутренней батареи подается жидкий аммиак, а в наружную батарею поступает паровоздушная смесь. Отделившийся от аммиака воздух собирается в верхнем коллекторе, откуда удаляется, а образующийся жидкий аммиак стекает в нижний коллектор, откуда периодически перепускается во внутреннюю батарею. Из внутренних труб парожидкостная смесь направляется в испарительную систему. В таких воздухоотделителях достаточно хорошо отделяется воздух от холодильного агента, и все процессы могут быть легко автоматизированы.

§ 49. ФИЛЬТРЫ, ОСУШИТЕЛИ

Фильтры бывают паровые, жидкостные и масляные.

Паровые фильтры—грязеуловители—устанавливают на всасывающей стороне компрессора для защиты цилиндров от попадания в них загрязнений—ржавчины, окалины, которые могут вызвать риски и задиры на зеркале цилиндра.

Грязеуловитель (рис. 103,а) состоит из сварного корпуса с двумя штуцерами, расположенными под углом 90°, и крышки. В корпус вставлена двойная стальная сетка на каркасе, которая при снятой крышке может быть вынута для очистки.

Грязеуловители монтируются на всасывающей стороне в непосредственной близости к компрессору.

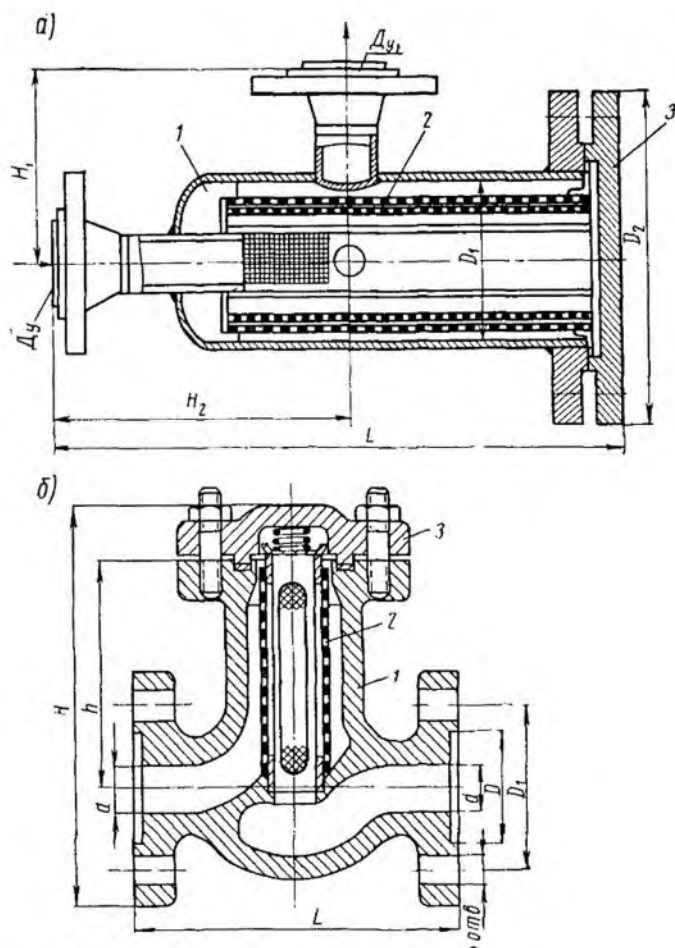


Рис. 103. Фильтры сетчатые:

а — аммиачный газовый; б — аммиачный жидкостный; 1 — корпус; 2 — сетка; 3 — крышка

Жидкостные фильтры устанавливают на жидкостной линии перед автоматическими приборами для защиты их от загрязнений ржавчиной, окалиной. Фильтр (рис. 103, б) представляет собой чугунный корпус, внутри которого помещена на каркасе мелкая стальная сетка, прижатая снизу пружиной.

В аммиачных паровых и жидкостных фильтрах применяют стальные сетки с размером ячеек 0,4 мм, во фреоновых — латунные сетки с ячейками для пара размером 0,22 мм, для жидкости — 0,1 мм.

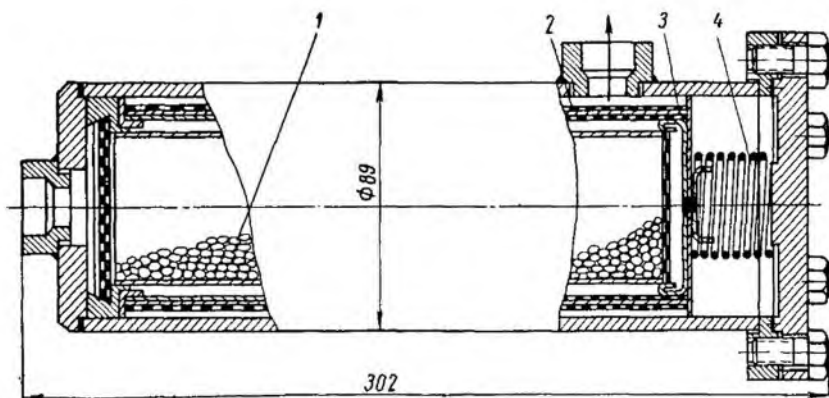


Рис. 104. Осушитель — фильтр фреоновый:

1 — стакан с силикагелем; 2 — фильтрующая ткань; 3 — сетчатый каркас; 4 — пружина

Кроме латунных сеток применяются ткани: войлок, сукно, фетр и др., или спекшиеся бронзовые шарики диаметром $0,2 \div 0,3$ мм.

Осушители (рис. 104) применяют во фреоновых холодильных установках для поглощения из фреона влаги, которая может попасть в систему при монтаже, ремонте, при эксплуатации, если в системе давление ниже атмосферного.

В качестве материала, поглощающего влагу, используется гранулированный силикагель с размером зерен $3 \div 5$ мм, помещенный в цилиндрический сосуд. Силикагель (SiO_2 — окись кремния) поглощает до 40% воды по отношению к своему весу. Поглотительная способность силикагеля восстанавливается прокаливанием его при температуре выше 200°C или продуванием сухого воздуха, нагретого до $200 \div 220^\circ\text{C}$.

Кроме силикагеля, применяется алюмогель. Для задержания частиц поглотителя в конструкции осушителя предусматриваются сетки.

§ 50. АРМАТУРА

К запорной арматуре относятся регулирующие, запорные проходные и угловые вентили, задвижки, обратные и предохранительные клапаны.

Регулирующие вентили служат для дросселирования жидкого холодильного агента от давления конденсации до давления кипения и регулирования подачи жидкости в испарительную систему.

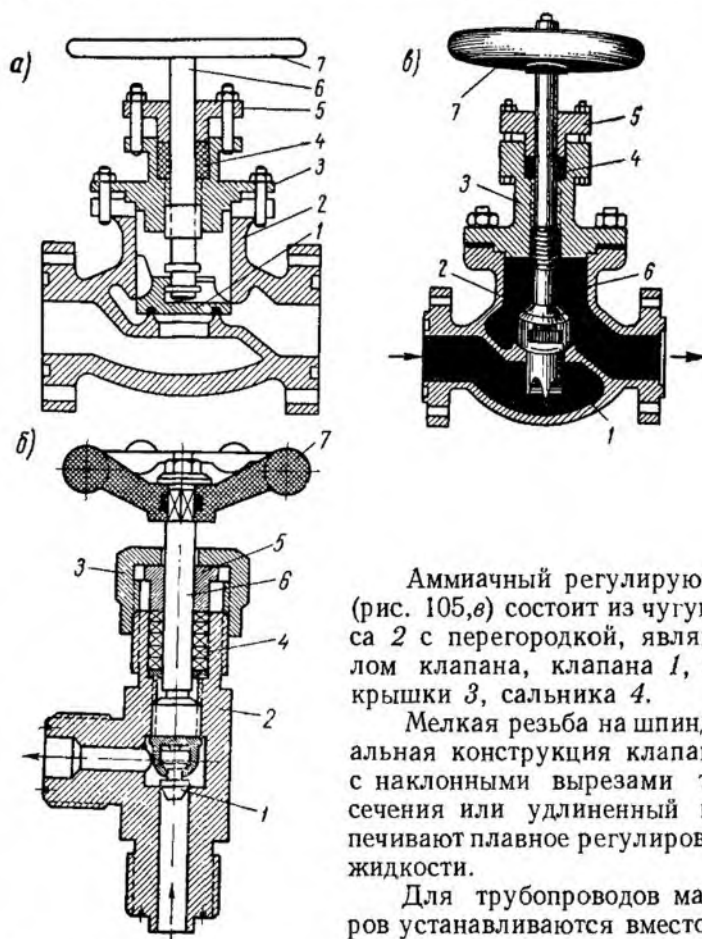


Рис. 105. Арматура для аммиака:

а — запорный вентиль диаметром 19—125 мм; б — угловой вентиль; в — регулирующий вентиль; 1 — клапан; 2 — корпус; 3 — крышка; 4 — сальниковая набивка; 5 — нажимная втулка; 6 — шпindel; 7 — маховик

Аммиачный регулирующий вентиль (рис. 105,в) состоит из чугунного корпуса 2 с перегородкой, являющейся седлом клапана, клапана 1, шпинделя 6, крышки 3, сальника 4.

Мелкая резьба на шпинделе и специальная конструкция клапана (цилиндр с наклонными вырезами треугольного сечения или удлиненный конус) обеспечивают плавное регулирование подачи жидкости.

Для трубопроводов малых диаметров устанавливаются вместо регулирующих вентилях проходные или угловые запорные вентили. Уплотнение шпинделя достигается с помощью сальниковой набивки.

Запорные проходные и угловые вентили применяют в качестве запорной арматуры на паровых и жидкостных линиях. Для удобства обслуживания холодильной машины конструкция запорных аммиачных вентилях зависит от диаметра условного прохода. Аммиачные запорные вентили диаметром 6, 10, 15 мм (рис. 105,б) имеют стальной кованый корпус прямоугольной формы с нарезными штуцерами. Клапаном служит нижняя часть шпинделя, обработанная на конус и притертая к седлу.

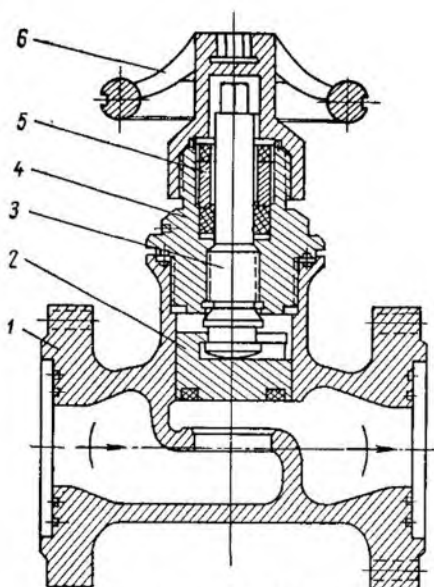


Рис. 106. Вентиль запорный фреоновый:

1 — корпус; 2 — клапан; 3 — шпindelь; 4 — сальник; 5 — колпачок; 6 — маховик

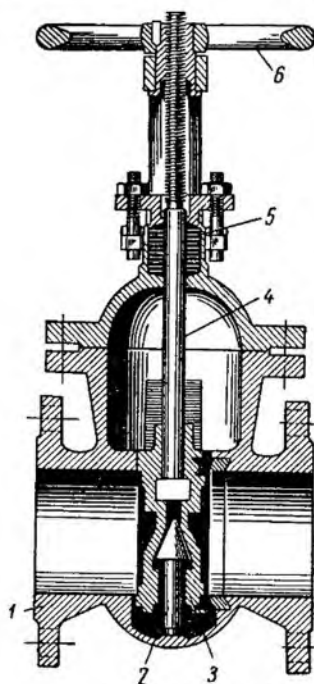


Рис. 107. Рассольная задвижка:

1 — корпус; 2 — клин; 3 — щеки; 4 — шток; 5 — сальник; 6 — маховик

Запорные аммиачные вентили диаметром 19—250 мм имеют литой чугунный корпус, чугунный клапан с направляющими ребрами, свободно надетый на шпindelь. В вентилех диаметром до 125 мм резьба шпинделя выполнена внутри нижней части крышки (рис. 105, а), а вентили диаметром 150—250 мм имеют для шпинделя траверсу на колонках.

Запорные вентили для фреона, кроме сальника, имеют над шпинделем глухой колпачок для предупреждения утечки фреона через сальник (рис. 106).

Регулирующие и запорные вентили должны устанавливаться таким образом, чтобы движение холодильного агента было под клапан, в противном случае возникает большая нагрузка на сальник и клапан, что может привести к утечкам агента и обрыву клапана.

Регулирующие станции устраиваются для удобства регулирования подачи жидкости в испарительную систему и представляют собой коллектор с запорной и регулирующей арматурой. Регулирующий вентиль обычно устанавливается между двумя запорными,

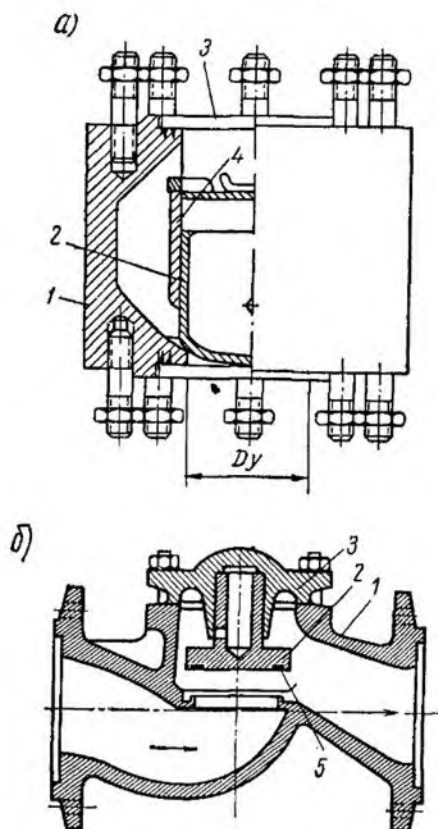


Рис. 108. Обратные клапаны:

a — наперстковый; *б* — грибовый; 1 — корпус; 2 — клапан; 3 — крышка; 4 — направляющая; 5 — баббитовая вставка

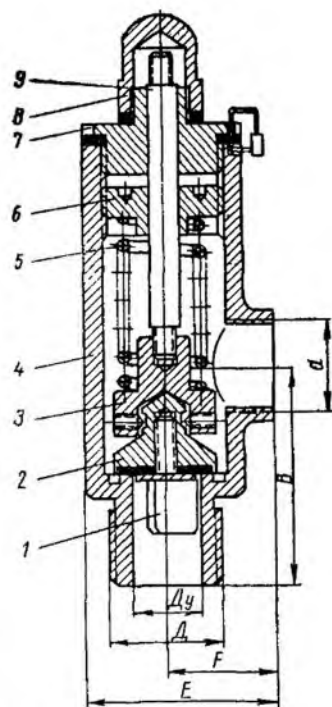


Рис. 109. Предохранительный клапан:

1 — направляющая; 2 — клапан с резиновым уплотнением; 3 — стакан; 4 — корпус; 5 — пружина; 6 — нажимная гайка; 7 — крышка; 8 — колпачок; 9 — шпindelъ

что дает возможность снять его во время ремонта без потерь холодильного агента.

На крупных холодильниках, где имеется двухступенчатое сжатие, устанавливают два коллектора — высоких и низких температур. Со стороны машинного отделения коллектор закрывается щитом. На щит выносятся маховики регулирующих вентилях с указанием, в какой аппарат поступает жидкость через соответствующий регулирующий вентиль.

Часто на щите монтируются и манометры, показывающие давление кипения и конденсации, а также лампы от дистанционных указателей уровня.

На рассольных линиях устанавливают задвижки клиновые или параллельные (рис. 107).

Обратные клапаны устанавливаются на нагнетательной стороне компрессора и служат для предотвращения обратного движения аммиака из конденсатора в случае аварии компрессора. Конструкция обратного клапана создает движение холодильного агента только в одном направлении от компрессора к конденсатору. Обратные клапаны изготовляются двух конструкций: наперстковые (рис. 108,а) и грибковые (рис. 108,б).

Предохранительные клапаны устанавливаются на нагнетательной линии компрессора и на аппаратах холодильной установки. На компрессорах могут применяться как пружинные, так и пластинчатые предохранительные клапаны (см. § 24).

На аппаратах устанавливаются пружинные предохранительные клапаны (рис. 109). Пружинный предохранительный клапан состоит из корпуса, седла, клапана, пружины, направляющей и крышки. При повышении давления в аппарате выше установленного клапан откроется и выпустит часть холодильного агента в атмосферу или в сторону низкого давления (табл. 32).

Таблица 32

**Предельные избыточные давления в аппаратах
холодильных установок**

Холодильный агент	Страна высокого давления, ат (кн/м ²)	Страна низкого давления, ат (кн/м ²)
Аммиак	18 (1760)	12,5 (1225)
Фреон-12	13 (1270)	9,0 (882)

Для переключения предохранительных клапанов, устанавливаемых попарно на холодильных аппаратах, применяется специальный аммиачный трехходовой вентиль, конструкция которого показана на рис. 110. Вентиль состоит из сварного корпуса 5, который фланцем 1 соединяется с аппаратом, а штуцерами 2 и 6 — с предохранительными клапанами условным проходом 25 мм. На шпindelле 4 закреплен клапан 3, имеющий с двух сторон опорные поверхности. При любом крайнем положении клапана 6 один из предохранительных клапанов всегда включен; при среднем положении включены оба предохранительных клапана.

Переключающий вентиль позволяет производить периодические проверки предохранительных клапанов, их ремонт или замену пропускающего клапана.

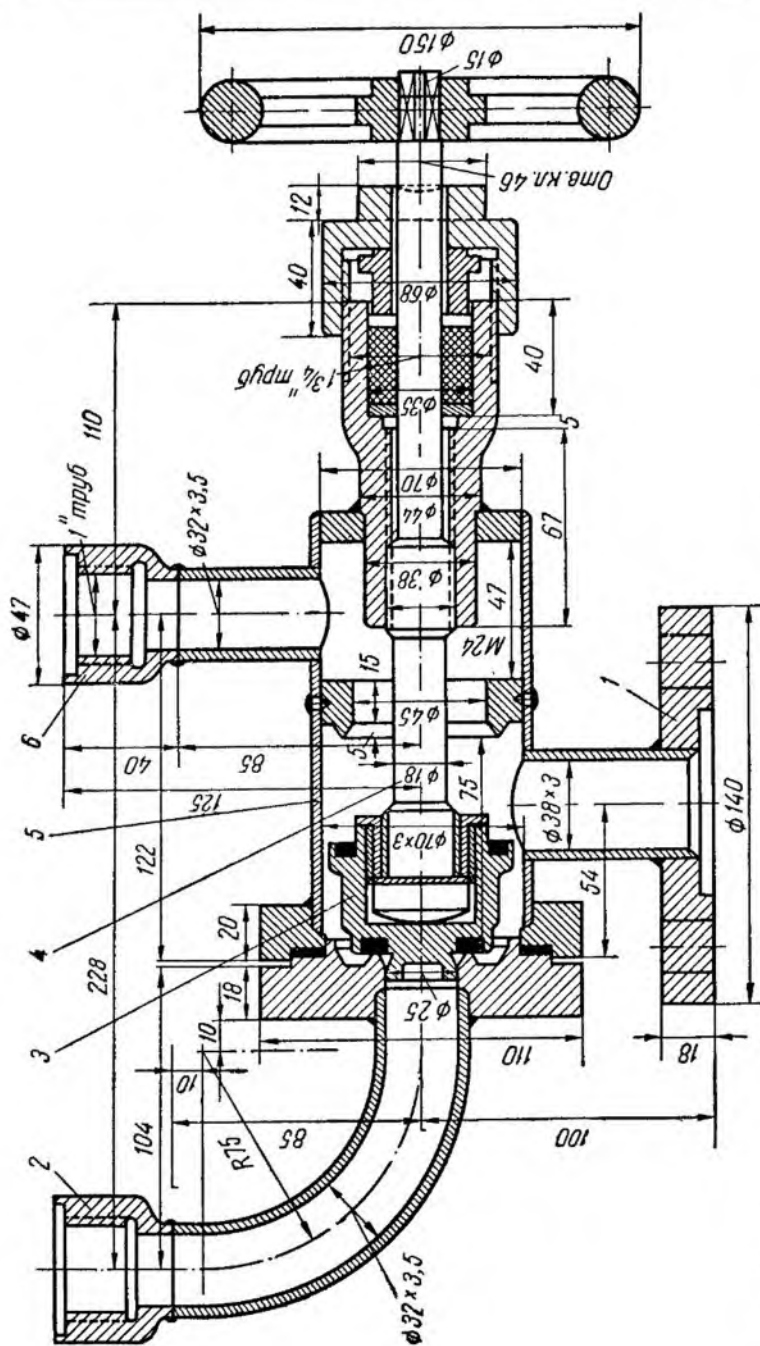


Рис. 110. Аммиачный вентиль для переключения предохранительных клапанов

§ 51. ТРУБЫ

Соединение между собой отдельных частей холодильной машины осуществляется посредством трубопроводов. В аммиачных холодильных машинах трубопроводы выполняются из стальных цельнотянутых труб (табл. 33).

Фреоновые трубопроводы с условным проходом до 20 мм включительно выполняются из медных труб, для больших условных проходов — из стальных цельнотянутых труб.

Таблица 33

Характеристика стальных труб

Условный проход	Диаметры, мм		Толщина стенки, мм	Поверхность 1 м трубы, м ²	Емкость 1 м трубы, л	Масса 1 м, кг
	наружный	внутренний				
Холоднотянутые трубы						
3	6	4	1	0,009	0,013	0,123
6	10	6	2	0,031	0,028	0,395
8	12	8	2	0,038	0,050	0,493
10	14	10	2	0,044	0,078	0,592
15	18	14	2	0,057	0,154	0,789
20	22	18	2	0,069	0,254	0,986
25	32	27,5	2,25	0,101	0,594	1,65
32	38	33,5	2,25	0,119	0,880	1,98
40	45	40,5	2,25	0,142	1,286	2,37
50	57	51	3,0	0,179	2,043	4,00
70	76	70	3,0	0,239	3,739	5,40
80	89	82	3,5	0,280	5,281	7,38
100	108	100	4,0	0,339	7,854	10,26
125	133	125	4,0	0,418	12,272	12,73

Горячекатаные трубы

50	57	50	3,5	0,179	1,964	4,62
70	76	69	3,5	0,238	3,734	6,26
80	89	82	3,5	0,28	5,281	7,38
100	108	100	4,0	0,339	7,854	10,26
125	133	125	4,0	0,418	12,272	12,73
150	159	150	4,5	0,500	17,670	17,15
200	219	207	6,0	0,688	33,652	31,52
250	273	259	7,0	0,858	59,690	45,92
300	325	309	8,0	1,021	74,99	62,54
350	377	357	10,0	1,184	100,10	90,51
400	426	404	11,0	1,337	137,0	112,58

Продолжение табл. 33

Условный проход	Диаметры, мм		Толщина стенки, мм	Поверхность 1 м трубы, м ²	Емкость 1 м трубы, л	Масса 1 м, кг
	наружный	внутренний				
Водогазопроводные трубы						
8 (1/4")	13,5	9,0	2,25	0,042	0,064	0,62
10 (3/8")	17,0	12,5	2,25	0,053	0,123	0,82
15 (1/2")	21,25	15,75	2,75	0,067	0,196	1,25
20 (3/4")	26,75	21,25	2,75	0,084	0,352	1,63
25 (1")	33,5	27,0	3,25	0,105	0,576	2,42
32 (1 1/4")	42,25	35,75	3,25	0,132	0,997	3,13
40 (1 1/2")	48	41,0	3,5	0,150	1,315	3,84
50 (2")	60	53,0	3,5	0,188	2,195	4,88
70 (2 1/2")	75,5	62,0	3,75	0,237	3,007	6,64

Для углекислоты применяют стальные цельнотянутые трубы с утолщенными стенками.

Рассолные трубопроводы выполняются из стальных как цельнотянутых труб, так и газовых.

Выбор диаметра трубопроводов. Внутренний диаметр труб рассчитывают по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Gv}{\pi c}}, \quad (102)$$

где G — количество холодильного агента, проходящего по трубопроводу, кг/сек;

v — удельный объем холодильного агента, м³/кг;

c — скорость движения холодильного агента по трубопроводу, м/сек (табл. 34).

Таблица 34
Скорость холодильного агента в трубопроводах

Наименование трубопровода	Холодильный агент	Скорость, м/сек
Всасывающий $t_0 = 0 \div (-\varepsilon 0)^\circ\text{C}$, $t_c = (-30)^\circ\text{C}$	Ф-12, Ф-22, NH ₃	8—15
		10—20
Нагнетательный	Ф-12, Ф-22, NH ₃	10—18
		12—25
Жидкостный от конденсатора к ресиверу	NH ₃	0,6
Жидкостный от ресивера к РВ . . .	Ф-12, Ф-22, NH ₃	0,5—1,25

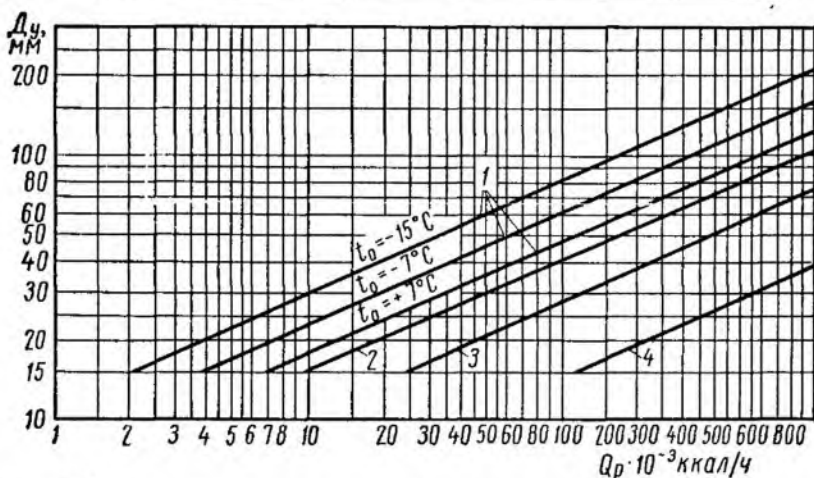


Рис. 111. Диаметры аммиачных трубопроводов при длине магистрали 30 м; линии:

1 — всасывающая; 2 — нагнетательная; 3 — жидкостная от конденсатора к ресиверу; 4 — жидкостная от ресивера к РВ

Для предварительного выбора диаметра трубопровода можно пользоваться графиком (рис. 111). Например, для холодильной установки холодопроизводительностью 400 000 ккал/ч для всасывающего трубопровода $D_y = 80$ мм, для нагнетательного — $D_y = 70$ мм, для жидкостного от конденсатора к ресиверу — $D_y = 50$ мм, для жидкостного от ресивера к регулирующему вентилю — $D_y = 25$ мм.



ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩИЕ С ЗАТРАТОЙ ТЕПЛА

§ 52. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ДИАГРАММЫ РАСТВОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ

В абсорбционных холодильных машинах используются растворы двух компонентов с различными температурами кипения при одинаковом давлении. Компонент, кипящий при низкой температуре, выполняет функции холодильного агента; компонент, кипящий при высокой температуре, является абсорбентом (поглотителем). Требования, предъявляемые к растворам: неограниченная растворимость обоих компонентов, высокая абсорбционная способность, большая разность температур кипения между холодильным агентом и абсорбентом при одинаковом давлении, химическая стойкость при высоких и низких температурах, интенсивный теплообмен в аппаратах, невзрывоопасность и невоспламеняемость, инертность к металлам, невысокая стоимость. Ни один из растворов не удовлетворяет полностью всем перечисленным требованиям. Для холодильных машин с низкими температурами кипения практическое применение имеет водоаммиачный раствор, с температурами кипения выше 0° — водный раствор бромистого лития, отличающийся безвредностью, отсутствием запаха, невзрывоопасностью. Недостатком этого раствора является высокая коррозионная способность и значительная стоимость бромистого лития.

Особенности растворов: температура кипения и конденсации раствора зависит от давления и весовой концентрации холодильного агента; при кипении раствора образуются пары, содержащие холодильный агент с примесью абсорбента; чем больше разность температур кипения компонентов, тем меньше в парах примеси абсорбен-

та; раствор слабой концентрации абсорбирует пары, имеющие низкую температуру при том же давлении.

Для определения параметров раствора применяют термодинамические диаграммы. Наиболее распространенной для практических расчетов является диаграмма $\xi-i$ — концентрация — энтальпия (рис. 112). Сетка этой диаграммы составлена из горизонтальных линий постоянных энтальпий $i = \text{const}$ и вертикальных линий постоянных концентраций раствора $\xi = \text{const}$

$$\xi = \frac{G_a}{G_a + G_b},$$

где G_a и G_b — количество холодильного агента и абсорбента в растворе.

В нижней части диаграммы нанесены кривые кипения жидкого раствора (4), а в верхней — кривые насыщения и конденсации пара при $p = \text{const}$; 2 — вспомогательная линия для определения равновесных состояний пара и жидкости (показано пунктиром); 3 — изотерма влажного пара $t = \text{const}$; 4 — линия кипения раствора при $p = \text{const}$; 5 — изотерма жидкого раствора; 6 — линия равновесной концентрации паровой фазы

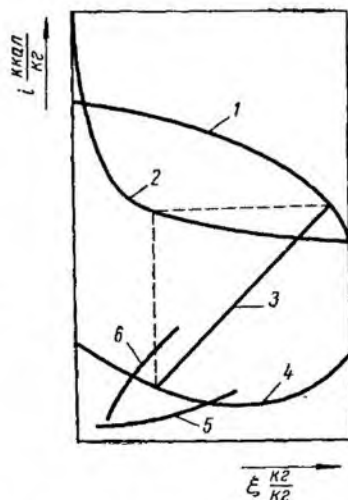


Рис. 112. Диаграмма $\xi-i$ для водоаммиачных растворов:

§ 53. СХЕМЫ И РАСЧЕТЫ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

1. Схемы абсорбционных холодильных машин

Абсорбционная водоаммиачная холодильная машина (рис. 113, а) состоит из следующих элементов: испарителя, конденсатора, абсорбера, кипятыльника, водоаммиачного насоса, регулирующих вен-

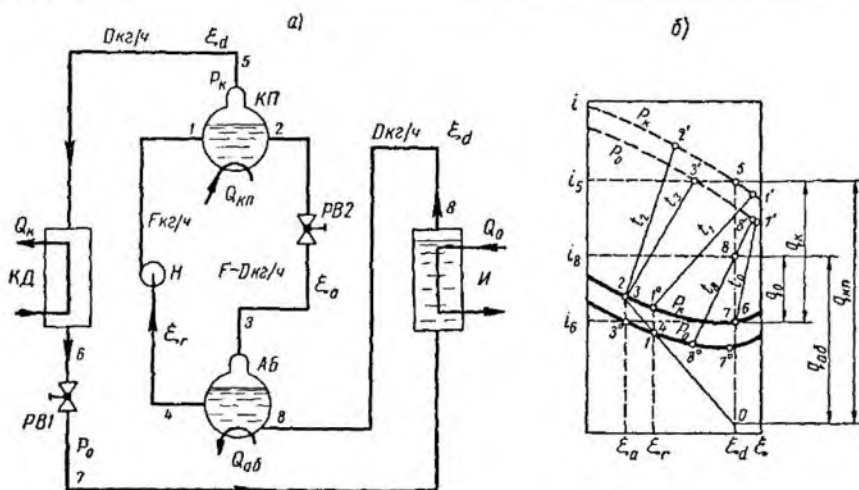


Рис. 113. Абсорбционная холодильная машина:
 а — схема; б — процессы в диаграмме $\xi-i$

телей на линиях аммиака и водоаммиачного раствора. Работа испарителя, конденсатора и аммиачного регулирующего вентиля аналогична работе этих аппаратов в компрессионных паровых холодильных машинах. Из испарителя пары холодильного агента в количестве D кг/ч (кг/сек) с температурой кипения t_0 и давлением кипения p_0 поступают в абсорбер, в котором поглощаются слабым водоаммиачным раствором. Выделяющаяся при этом теплота поглощения или абсорбции $Q_{аб}$ отводится охлаждающей водой. Полученный крепкий раствор в количестве F кг/ч (кг/сек) с высокой концентрацией аммиака ξ_r с помощью водоаммиачного насоса перекачивается в кипятыльник. В кипятыльнике за счет подвода тепла $Q_{кп}$ от греющего водяного пара или другого источника крепкий раствор кипит при давлении конденсации p_k и высокой температуре. Выделяющиеся из раствора пары аммиака с концентрацией ξ_d в количестве D кг/ч направляются в конденсатор, а остающийся слабый водоаммиачный раствор в количестве $F-D$ кг/ч при концентрации ξ_a дросселируется во втором регулирующем вентиле от p_k до p_0 и поступает в абсорбер, где снова поглощает пары аммиака. Тепловой баланс машины:

$$Q_0 + Q_{кп} = Q_k + Q_{аб}, \quad (103)$$

где Q_0 — тепло, подведенное к холодильному агенту в испарителе, *вт*;

$Q_{кп}$ — тепло, подведенное к раствору в кипятыльнике, *вт*;

Q_k — тепло, отведенное от холодильного агента в конденсаторе, *вт*;

$Q_{аб}$ — тепло, отведенное от раствора в абсорбере, *вт*.

Механическая энергия, затрачиваемая насосом, настолько мала, что практически тепловым эквивалентом работы насоса можно пренебречь.

Таким образом, для работы абсорбционной холодильной машины требуется затрата не механической энергии, а тепловой в виде пара, горячей воды, горячих продуктов сгорания и т. п.

2. Расчеты абсорбционных холодильных машин

При расчетах задаются холодопроизводительностью машины Q_0 , температурой кипения аммиака t_0 °С, температурой греющей воды, температурой охлаждающей воды. На диаграмме $\xi-i$ наносят основные точки рабочего процесса и определяют количества подведенного или отведенного тепла, измеряемые разностью энтальпий соответствующих точек, так как процессы в испарителе, абсорбере, кипятильнике и конденсаторе происходят при постоянных давлениях. Для изображения рабочего процесса в диаграмме $\xi-i$ отмечают изобары давления конденсации p_k и давления кипения p_0 (рис. 113, б). Давление p_k зависит от температуры охлаждающей воды, а давление p_0 — от заданной температуры кипения t_0 . Высшая температура в кипятильнике t_2 определяется температурой греющей среды с учетом перепада температур 5—8°С, необходимого для процесса теплопередачи.

Низшая температура в абсорбере t_4 , определяющая концентрацию крепкого раствора, должна быть на 5—8°С выше температуры охлаждающей воды.

Высшая температура кипения в испарителе $t_8 = t_0 + 3^\circ + 10^\circ$.

Давление в кипятильнике принимается равным давлению в конденсаторе p_k . Давление в абсорбере принимается равным давлению в испарителе p_0 . Кроме изобар p_0 и p_k , наносим на диаграмму изотермы t_1 , t_2 , t_3 и t_8 . Точка 4 на линии давления p_0 характеризует состояние жидкости по выходе ее из абсорбера. Состояние раствора в точке 1, где начинается процесс в кипятильнике, будет совпадать с точкой 4, так как при процессе перекачки раствора насосом его энтальпия и концентрация не изменяются. Однако нельзя забывать, что давление в точке 1 равно p_k , поэтому состояние 1 будет в зоне переохлажденной жидкости.

В кипятильнике раствор сначала подогревается при постоянной концентрации ξ_r до состояния насыщения (точка 1'), после чего начинается кипение. Конец процесса кипения при постоянном давлении p_k соответствует высшей температуре в кипятильнике t_2 . Точка пересечения изотермы t_2 с линией давления p_k (точка 2) определяет состояние жидкости в конце процесса кипения. Состояние пара в начале кипения находится пересечением изотермы t_1 в области влажного пара с линией давления p_k (точка 1'), а в конце процесса — пересечением изотермы t_2 (точка 2'). Состояние пара, поступающего

из кипятильника в конденсатор, определяется точкой 5, которая лежит на пересечении линии концентрации ξ_d с линией давления p_k между состояниями 1' и 2'.

Положение точки 5 по отношению к точкам 1' и 2' определяется конструкцией кипятильника. В тепловом отношении наиболее выгодно осуществлять в нем противоток между парами и жидким раствором. Тогда точка 5 будет находиться вблизи от точки 1' и концентрация пара, выходящего из кипятильника, будет выше, чем в случае параллельного тока (точка 5 вблизи точки 2').

Конденсация водоаммиачного пара происходит при постоянной концентрации ξ_d , поэтому опустив перпендикуляр из точки 5 до пересечения с линией давления p_k жидкости, получим состояние жидкости после конденсации (точка 6). После конденсации жидкость дросселируется до давления p_0 при постоянной энтальпии и концентрации. Поэтому точка 7, определяющая состояние раствора в конце процесса, совпадает с точкой 6, но в точке 7 будет не жидкость, а влажный пар, т. е. смесь жидкости (точка 7°) и пара (точка 7') с температурой t_0 . Жидкость состояния 7 кипит в испарителе при давлении p_0 , при этом температура кипения повышается от t_0 до высшей температуры в испарителе t_8 . Состояние жидкости в конце процесса кипения в испарителе (точка 8°) определяется пересечением изотермы t_8 с линией давления p_0 жидкости, а состояние пара — пересечением изотермы t_8 с линией давления p_0 пара (точка 8').

Жидкий раствор после кипятильника (точка 2) дросселируется до давления p_0 при постоянной концентрации ξ_a , поэтому точка 3, характеризующая раствор после дросселирования, совпадает с точкой 2, но в точке 3 — влажный пар при t_3 .

Таким образом, в диаграмме получены следующие линии: 1—1° — подогрев крепкого раствора до состояния кипения; 1°—2 — изменение состояния жидкой фазы при кипении в кипятильнике;

1'—2' — изменение состояния паровой фазы при кипении в кипятильнике;

2—3 — охлаждение слабого раствора до состояния насыщения с конденсацией паров, образовавшихся при дросселировании;

3°—4 — процесс поглощения в абсорбере паров, поступающих из испарителя и полученных при дросселировании;

5—6 — процесс конденсации паров в конденсаторе;

7—8° — процесс кипения аммиака в испарителе при p_0 .

Количество раствора, подаваемого из абсорбера в кипятильник, отнесенное к 1 кг пара, полученного в кипятильнике, называется *кратностью циркуляции* (f):

$$f = \frac{F}{D} . \quad (104)$$

Тепловой баланс абсорбционной машины для тепловых потоков, отнесенных к 1 кг:

$$q_0 + q_{\text{кп}} = q_{\text{к}} + q_{\text{аб}}. \quad (105)$$

Этот баланс ясно показан на изображении процесса в $\xi-i$ диаграмме (рис. 113, б).

Степень термодинамической эффективности абсорбционной холодильной машины характеризуется тепловым коэффициентом ζ :

$$\zeta = \frac{q_0}{q_{\text{кп}}}. \quad (106)$$

С учетом кратности циркуляции раствора и значений энтальпий в соответствующих точках рабочего процесса можно написать уравнения теплового баланса для всех аппаратов и определить соответствующие количества тепла.

Тепловой баланс кипятильника. В кипятильник поступает тепло $q_{\text{кп}}$ с греющей средой и fi_4 с крепким раствором, а отводится i_5 с холодильным агентом в конденсатор и $(f-1)i_2$ —со слабым раствором в абсорбер, т. е.

$$q_{\text{кп}} + fi_4 = i_5 + (f-1)i_2. \quad (107)$$

Отсюда

$$q_{\text{кп}} = i_5 - i_2 + f(i_2 - i_4). \quad (108)$$

Тепловой баланс абсорбера. В абсорбер поступает тепла $(f-1)i$ со слабым раствором из кипятильника и i_8 из испарителя, а отводится $q_{\text{аб}}$ водой и fi_4 крепким раствором, т. е.

$$(f-1)i_3 + i_8 = q_{\text{аб}} + fi_4. \quad (109)$$

Отсюда

$$q_{\text{аб}} = i_8 - i_3 + f(i_3 - i_4). \quad (110)$$

Тепло, подведенное в испарителе. В испаритель поступает 1 кг холодильного агента с энтальпией i_8 ; после кипения отводится 1 кг влажного пара с энтальпией i_3 :

$$q_0 = i_3 - i_8. \quad (111)$$

Тепло, отведенное в конденсаторе в процессе 5—6,

$$q_{\text{к}} = i_5 - i_6. \quad (112)$$

Работа насоса

$$l_{\text{н}} = vf(p_{\text{к}} - p_0), \quad (113)$$

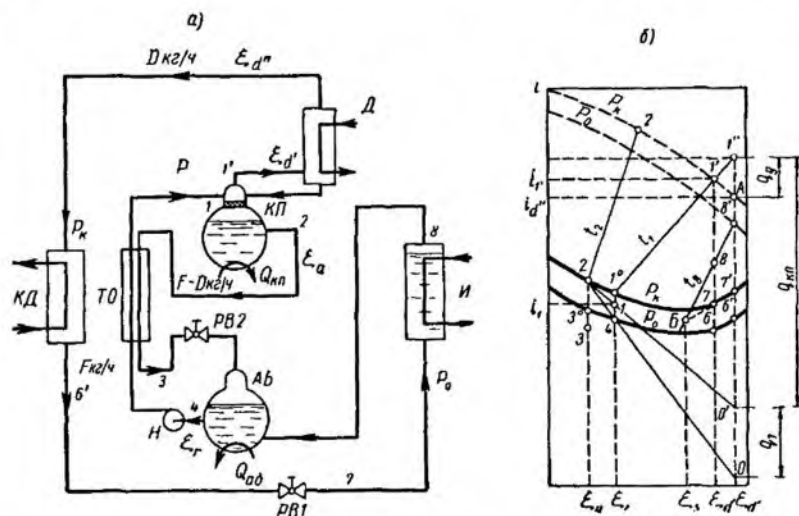


Рис. 114. Абсорбционная холодильная машина с теплообменником, ректификатором и дефлегматором:

а — схема; б — процессы в диаграмме $\xi-i$

где v — удельный объем раствора, который может быть найден по таблице или по приближенной формуле:

$$v = \frac{0,001}{1 - 0,35 \xi_r} \quad (114)$$

Величина l_n очень мала по сравнению с $q_{кп}$, поэтому ею обычно пренебрегают.

Работа абсорбционной холодильной машины может быть значительно улучшена, если в схему дополнительно включить теплообменник раствора, ректификатор и дефлегматор (рис. 114). Температура слабого раствора t_2 , выходящего из кипятыльника (точка 2 на рис. 113, б), выше температуры t_4 крепкого раствора, полученного в абсорбере (точка 4). В теплообменнике с одной стороны движется слабый горячий раствор из кипятыльника в абсорбер, а с другой стороны — крепкий холодный раствор из абсорбера в кипятыльник; при этом слабый раствор охлаждается, а крепкий подогревается, в результате чего затрата тепла в кипятыльнике уменьшается, а в абсорбере уменьшается количество отведенного тепла.

Температура t_3 слабого раствора при выходе из теплообменника на $5 \div 10^\circ \text{C}$ выше температуры крепкого раствора при выходе из абсорбера, т. е. $t_3 = t_4 + 5 \div 10^\circ$. Так как концентрация слабого раствора не меняется, то его состояние после теплообменника определится на диаграмме пересечением линии постоянной концентра-

ции ξ_2 с изотермой t_3 . Состояние крепкого раствора после теплообменника определяется по тепловому балансу аппарата: тепло, отдаваемое слабым раствором, передается крепкому раствору и частично теряется в окружающую среду. Тепло, отдаваемое слабым раствором,

$$q_{тс} = (f - 1)(i_2 - i_3). \quad (115)$$

Тепло, воспринимаемое крепким раствором,

$$q_{тк} = f(i_1 - i_4). \quad (116)$$

Если пренебречь потерями тепла в окружающую среду, то

$$q_{тс} = q_{тк} = q_{т}$$

или

$$q_{т} = f(i_1 - i_4),$$

откуда

$$i_1 = i_4 + \frac{q_{т}}{f}. \quad (117)$$

Точка пересечения линии ξ_r с энтальпией i_1 определяет состояние крепкого раствора у выхода из теплообменника. Линия 2—3 изображает процесс охлаждения слабого раствора в теплообменнике, а линия 4—1 — процесс подогрева крепкого раствора. В машине с теплообменником теплота кипятильника

$$q'_{кп} = i_5 - i_2 + f(i_2 - i_4) - f(i_1 - i_4); \quad (118)$$

теплота абсорбера

$$q'_{аб} = i_8 - i_3 + f(i_3 - i_4) - (f - 1)(i_2 - i_3); \quad (119)$$

тепловой коэффициент

$$\zeta' = \frac{q_0}{q'_{кп}} = \frac{q_0}{q_{кп} - q_{т}} > \zeta. \quad (120)$$

Для повышения концентрации пара используют ректификационные устройства P , в которых водоаммиачные пары охлаждаются крепким раствором. В результате значительная часть водяного пара конденсируется и с крепким раствором стекает в кипятильник, а водоаммиачный пар с высокой концентрацией из ректификатора направляется в дефлегматор, где охлаждается водой. В дефлегматоре концентрация пара доводится до $\xi_d \approx 0,996$, а частично сконденсированный водоаммиачный пар в виде флегмы через ректификатор стекает в кипятильник.

Обозначим концентрацию пара после дефлегматора через ξ_{d^*} , а энтальпию — i_{d^*} (состояние А), количество флегмы, стекающей из дефлегматора в кипятильник, отнесенное к 1 кг концентрированного пара, — через R , а концентрацию флегмы — ξ_s . Если из дефлегматора будет выходить 1 кг ректифицированного пара, то из кипятильника в ректификатор должно поступать $(1+R)$ кг пара. Вместе с паром в дефлегматор D поступит $(1+R)\xi_{d^*}$ кг аммиака. Из дефлегматора выйдет ξ_{d^*} кг аммиака с ректифицированным паром и $R\xi_s$ кг с флегмой, т. е.

$$(1 + R) \xi_{d^*} = \xi_{d^*} + R \xi_s,$$

откуда

$$R = \frac{\xi_{d^*} - \xi_{d'}}{\xi_{d'} - \xi_s}.$$

Количество тепла, отводимое от пара водой в дефлегматоре, определяется по формуле

$$q_d = (1 + R) i_{1'} - (i_{d^*} + R i_{1^{\circ}}).$$

Увеличение концентрации пара, поступающего в конденсатор, приводит к увеличению удельной весовой холодопроизводительности. На рис. 114, б отрезок $\delta-b$ изображает величину q_0 при работе машины без ректификатора, а отрезок $\delta'-b'$ — при работе с дефлегматором.

При дефлегмации пара водой увеличивается количество тепла, затрачиваемого в кипятильнике.

Разность между начальной и конечной концентрациями жидкого раствора $\xi_r - \xi_a$ называется *зоной дегазации*.

Область использования одноступенчатой абсорбционной машины в широком интервале температур кипения определяется величиной зоны дегазации. Для более устойчивой работы она должна выбираться не ниже 0,08 для водоаммиачных и 0,04 для бромистолитиевых машин.

При низкой температуре греющей среды или низкой температуре кипения $t_0 < -45^\circ$ принимают абсорбционные машины двухступенчатого сжатия (рис. 115), которые состоят из двух одноступенчатых машин. Для простоты эти машины показаны на рисунке без теплообменников, ректификаторов и дефлегматоров.

Пар из испарителя поглощается абсорбером ступени низкого давления. Полученный крепкий водоаммиачный раствор насосом перекачивается в кипятильник, где происходит кипение при промежуточном давлении p_m . Пар из кипятильника низкого давления поглощается абсорбером высокого давления, а крепкий раствор нагнетается насосом в кипятильник высокого давления. Полученный при выпаривании аммиачный пар направляется в конденсатор; образующаяся жидкость через регулирующий вентиль поступает в испари-

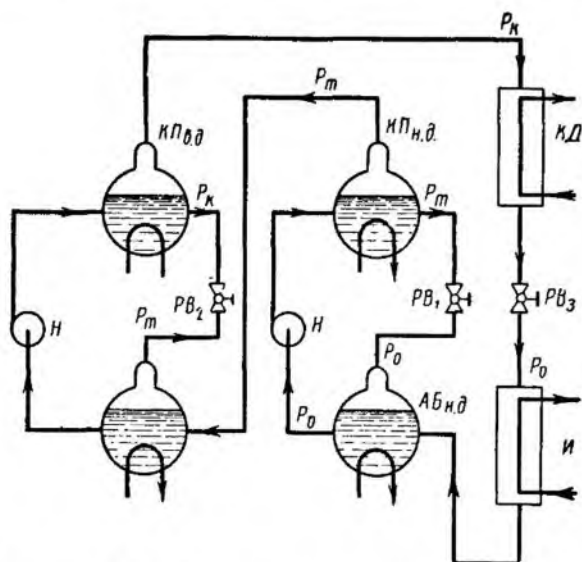


Рис. 115. Абсорбционная машина двухступенчатого сжатия

тель. Слабый водоаммиачный раствор поступает из кипятильников через регулирующие вентили в соответствующие абсорберы.

Двухступенчатая машина может работать как с одной температурой кипения, так и с двумя. Расчет двухступенчатой машины ведут по ступеням аналогично расчету одноступенчатой машины.

Абсорбционные холодильные машины применяют в различных отраслях промышленности, использующих холод, но главным образом при наличии дешевых источников сбросного тепла (отработанный пар, горячая вода, отходящие газы) или на тех производствах, где необходимо одновременно получать холод и горячую воду (крупные мясокомбинаты, химические комбинаты).

§ 54. АППАРАТЫ АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Кипятильники. Конструктивно кипятильники выполняются кожухотрубными, кожухомеевиковыми, элементными и противоточными из двойных труб. Наиболее интенсивными кипятильниками являются аппараты вертикального типа с пленочным орошением с ректификационной колонной (рис. 116). Водоаммиачный раствор поступает сверху из ректификационной колонны и, проходя винтовую насадку, стекает пленкой по внутренней поверхности труб, где кипит. Образующийся водоаммиачный пар поднимается вверх, ре-

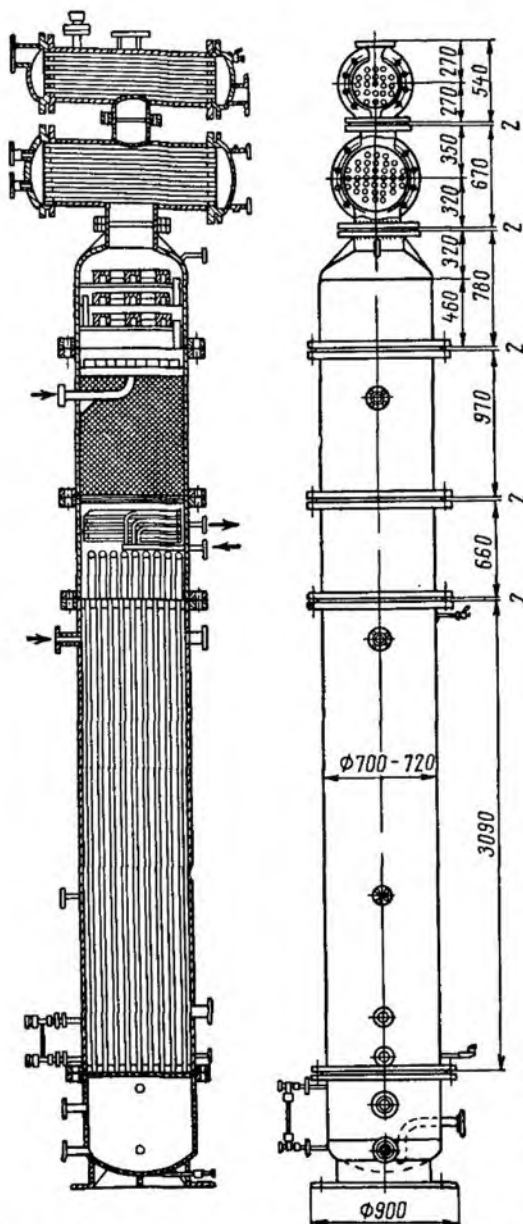


Рис. 116. Кипятильник с вертикальными трубами

ктифицируется в ректификаторе крепким раствором, проходя через тарелки и насадку из колец. Из ректификатора водоаммиачные пары поступают в дефлегматор, охлаждаемый водой. Флегма стекает по поверхности змеевика и тарелок и, соприкасаясь с парами, ректифицирует их. Греющий пар движется в межтрубном пространстве.

Достоинства конструкции — малое заполнение раствором, высокая степень ректификации, высокий коэффициент теплопередачи вследствие хорошего отвода пара из внутренних трубок.

Практические коэффициенты теплопередачи кипятильников различных конструкций составляют (в $\text{вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$): вертикальных кожухотрубных — 1160; горизонтального кожухотрубного — 645; двухтрубного — 875.

Абсорберы. По конструкции абсорберы подразделяются на кожухотрубные, кожухозмеевиковые, элементные и орошаемые снаружи водой. На рис. 117, а изображен горизонтальный кожухотрубный абсорбер. Слабый раствор поступает в межтрубное пространство

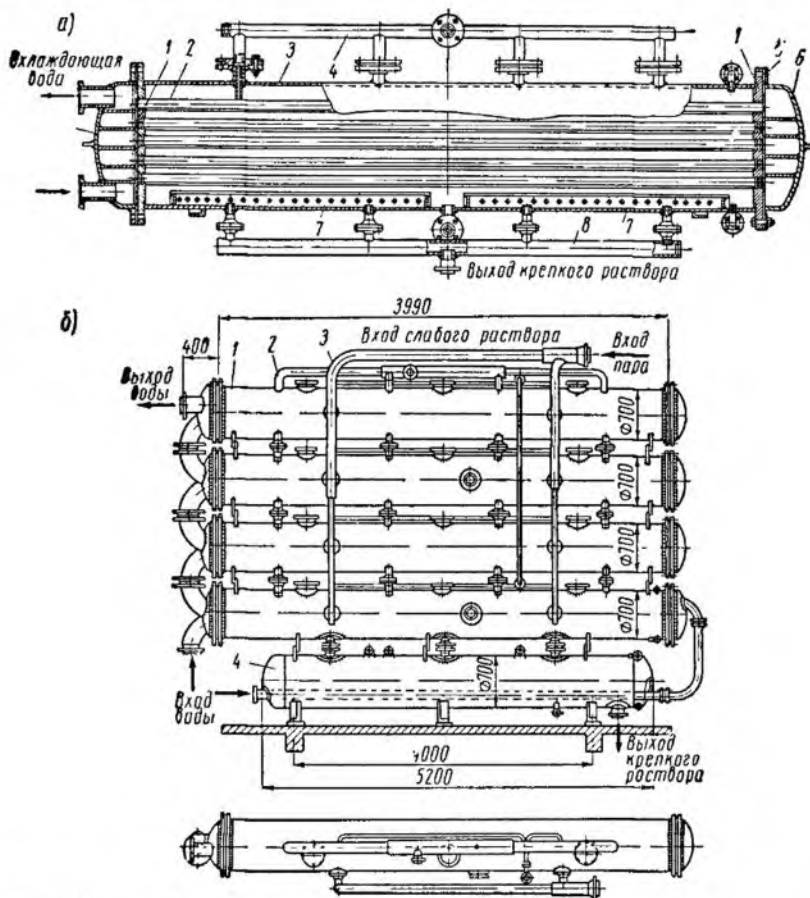


Рис. 117. Абсорберы:

а — горизонтальный кожухотрубный: 1 — трубные решетки; 2 — охлаждающие трубы; 3 — кожух; 4 — распределительный коллектор слабого раствора; 5 — болт; 6 — крышки; 7 — барботеры; 8 — распределительный коллектор паров аммиака; б — элементный: 1 — абсорбер; 2 — коллектор слабого раствора; 3 — паровой коллектор; 4 — ресивер крепкого раствора

сверху через распределительный коллектор, охлаждающая вода движется по трубам, делая в них несколько ходов. Пары аммиака из испарителя выходят снизу в коллектор, откуда через барботеры поступают в межтрубное пространство навстречу слабому раствору. Крепкий раствор стекает вниз и насосом перекачивается через теплообменник в кипятыльник. В таких аппаратах интенсивный барботаж происходит только в нижней части кожуха, и значительная часть теплопередающей поверхности плохо используется вследствие слабого движения раствора.

Элементный абсорбер (рис. 117, б) состоит из ряда расположенных один над другим кожухотрубных элементов. Охлаждающая вода циркулирует противотоком внутри труб, которые орошаются раствором. Слабый раствор поступает в верхний элемент и последовательно переходит в нижний, крепкий раствор стекает в ресивер. Пары аммиака параллельно распределяются по элементам. Такие абсорберы применяются в установках большой производительности.

Средние коэффициенты теплопередачи абсорберов (в $вт/м^2 \cdot град$): кожухотрубных — 290; кожухозмеевиковых — 815; элементных — 815; абсорберов, орошаемых снаружи водой, — 465.

Теплообменник. Теплообменники выполняются в виде двухтрубного, элементного или кожухотрубного аппарата. По трубам обычно циркулирует слабый раствор, а в межтрубном пространстве — крепкий раствор.

Водоаммиачный насос. Для перекачивания водоаммиачного раствора из абсорбера в кипятильник в абсорбционных холодильных машинах средней производительности применяются поршневые насосы. Для предотвращения вскипания раствора в насосе число оборотов не должно быть более 30 в минуту.

В абсорбционных машинах большой производительности применяются многоступенчатые центробежные и ротационные насосы. Насос устанавливается между абсорбером и теплообменником.

§ 55. МАЛЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Малые абсорбционные холодильные машины применяют в домашних холодильниках. По принципу действия они делятся на три типа: периодического действия с жидким абсорбентом; периодического действия с твердым абсорбентом; непрерывного действия.

Абсорбционные машины периодического действия имеют кипятильник и абсорбер, совмещенные в одном аппарате (рис. 118). При зарядке и нагревании кипятильника — абсорбера из крепкого раствора выделяются пары аммиака, которые поступают в конденсатор. Жидкий аммиак накапливается в испарителе. При разрядке жидкий аммиак испаряется в испарителе, а слабый раствор поглощает пары аммиака в кипятильнике — абсорбере, который при этом охлаждается.

При такой схеме аппараты должны быть рассчитаны на емкость, достаточную для накопления в испарителе жидкого аммиака на весь рабочий период.

За 1,5—2 часа обогрева можно накопить количество жидкого аммиака в испарителе, достаточное для охлаждения шкафа в период разрядки в течение 10—12 часов. Период разрядки машины начинается с медленного падения давления в системе, и к моменту достижения давления кипения, соответствующего температуре кипения,

часть паров поглощается раствором, что снижает холодопроизводительность.

Для электрического обогрева абсорбционных машин необходима большая затрата электроэнергии по сравнению с компрессорами. На 1000 *вт* холода машина периодического действия расходует около 4500 *вт* тепла при мощности 5,2 *квт*, а компрессорная машина на 1000 *вт* холода потребляет около 1 *квт* электроэнергии. Более экономично мелкие холодильные машины работают при обогреве их газом или керосином.

Абсорбционные машины с твердым поглотителем в качестве поглотителя имеют твердые пористые тела, обладающие большой поверхностью. В таких машинах из генератора при зарядке выделяются пары холодильного агента без примесей поглотителя, что улучшает работу холодильной машины. Эти машины широкого распространения не получили.

Абсорбционная машина непрерывного действия с инертным газом представлена на рис. 119. В этой машине отсутствует насос, и давления всюду одинаковы за счет добавления в систему инертного газа — водорода.

Принцип работы машины следующий. В кипятыльнике 1, нагреваемом электричеством или газом, кипит крепкий водоаммиачный раствор, и выделяются пары аммиака с незначительным количеством водяных паров. Из кипятыльника смесь паров поступает в ректификактор 2, где водяной пар конденсируется и стекает в кипятыльник, а аммиачный пар поступает в конденсатор 6 с воздушным охлаждением и конденсируется. Жидкий аммиак направляется в испаритель 4, заполненный водородом, общее давление в котором равно давлению в конденсаторе 1470 *кн/м²*. В испарителе жидкость испаряется и пар диффундирует в водород. При этом парциальное давление кипения аммиака—200—300 *кн/м²* и воздух в шкафу охлаждается. Холодная водородоаммиачная смесь, пройдя по наружной трубе газового теплообменника 5, поступает через бачок 8 в змеевик абсорбера 7, куда сверху поступает из кипятыльника 1 слабый раствор, охлажденный в теплообменнике раствора 9. Слабый водоаммиачный раствор поглощает пары аммиака из водородоаммиачной смеси и насыщенный стекает в бачок 8, а водород, освободившись от аммиака, из верхней части абсорбера снова поступает в испаритель, пройдя газовый теплообменник. Так как давление в абсорбере равно давлению в кипятыльнике, то для перекачивания крепкого раствора из абсорбера в

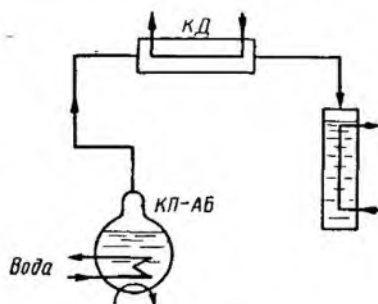


Рис. 118. Абсорбционная холодильная машина периодического действия

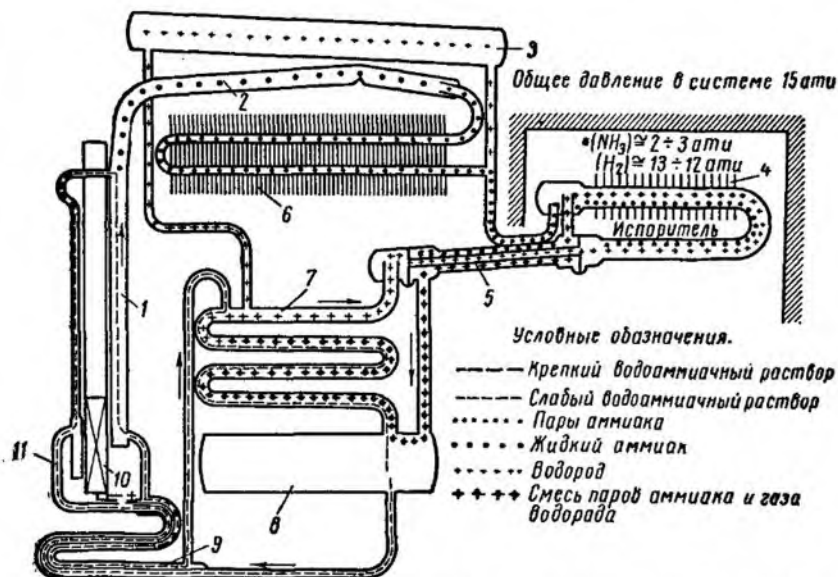


Рис. 119. Абсорбционная холодильная машина непрерывного действия с инертным газом:

1 — кипятильник; 2 — ректификатор; 3 — бачок для водорода; 4 — испаритель; 5 — газовый теплообменник; 6 — конденсатор; 7 — абсорбер; 8 — бачок абсорбера; 9 — теплообменник раствора; 10 — электрогрелка; 11 — термосифон

кипятильник нужно преодолеть только сопротивление теплообменника раствора и трубок. Это осуществляется с помощью термосифона, в котором раствор нагревается и, благодаря частичному парообразованию, уносится в кипятильник.

Включение в схему теплообменников увеличивает тепловой коэффициент машины.

Такие машины применяют для охлаждения домашних холодильников «Кавказ», «Ладога», «Север» и др.

§ 56. ПАРЭЖЕКТОРНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Парэжекторные холодильные машины работают так же, как и абсорбционные, с затратой тепловой энергии. В качестве холодильного агента используется вода, охлаждение которой происходит путем ее частичного испарения при вакууме (около 3—8 мм рт. ст. или 400—1650 н/м²). Принципиальная схема парэжекторной холодильной машины показана на рис. 120, а.

Для создания вакуума в испарителе применяется эжектор (рис. 120, б), состоящий из сопла, камеры смешения и диффузора.

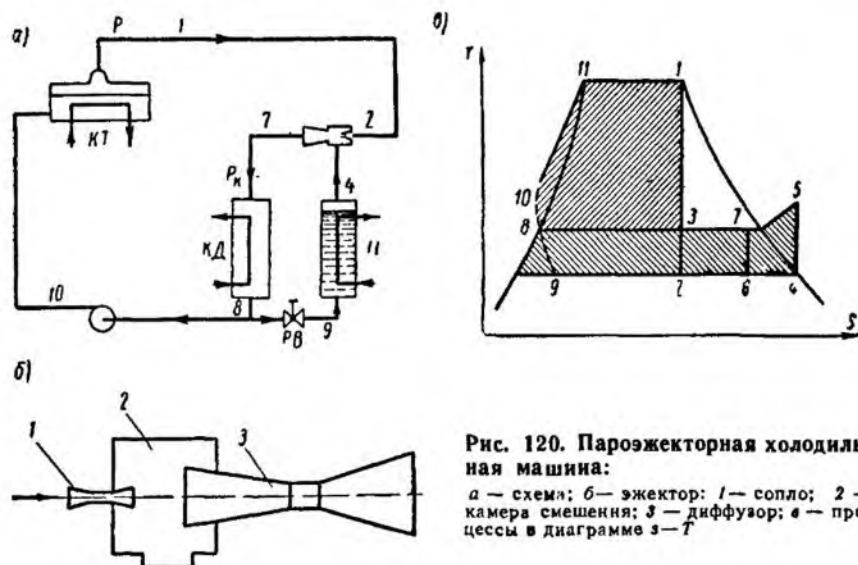


Рис. 120. Пароэжекторная холодильная машина:

а — схема; б — эжектор: 1 — сопло; 2 — камера смешения; 3 — диффузор; в — процессы в диаграмме $s-T$

В паровом котле получается рабочий пар с давлением p , который поступает в сопло эжектора. При расширении пара в сопле до давления p_0 потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию движущейся струи. В камере смешения струя рабочего пара при своем движении за счет полученной кинетической энергии увлекает холодные пары, поступающие из испарителя, и смешивается с ними. Из камеры смешения смесь паров с давлением p_0 поступает в диффузор, где в расширяющейся части за счет снижения скорости движения происходит сжатие смешанного пара до давления конденсации p_k . Из диффузора пар поступает в конденсатор, где конденсируется; полученная жидкость делится на два потока. Один поступает в испаритель через регулирующий вентиль РВ при давлении p_0 , а другой с помощью насоса перекачивается в паровой котел, на что затрачивается работа L_k . На рис. 120, в показан теоретический цикл в $s-T$ диаграмме:

линия 1—2 — адиабатическое расширение сухого рабочего пара в сопле эжектора от давления пара в котле p до давления в испарителе p_0 ;

линия 2—4 — смешение рабочего пара состояния 2 с сухим насыщенным паром из испарителя состояния 4. Точка смеси — 6;

линия 6—7 — сжатие смеси рабочего и холодного паров в диффузоре до давления конденсации p_k ;

линия 7—8 — конденсация водяных паров в конденсаторе;

линия 8—9 — дросселирование части воды в РВ;

линия 9—4 — кипение воды в испарителе;

линия 8—10 — сжатие части воды насосом;

линия 10—11 — нагрев воды в котле;

линия 11—1 — парообразование в котле.

Так как вода сжимается мало, то точки 8—10 должны совпадать.

В машине совершается два цикла: прямой цикл 1—3—8—10—11 и обратный холодильный цикл 4—5—7—8—9—4.

Тепловой баланс парожекторной машины

$$Q_k = Q_0 + Q_{пк} + L_n, \quad (121)$$

где Q_k — тепло, отведенное в конденсаторе, *вт*;

Q_0 — тепло, подведенное в испарителе от охлаждаемой среды, *вт*;

$Q_{пк}$ — тепло, подведенное в паровом котле, *вт*;

L_n — тепло, эквивалентное работе питательного насоса, *вт*.

Тепловой коэффициент

$$\zeta = \frac{Q_0}{Q_{пк} + L_n}. \quad (122)$$

Пароводяные эжекторные холодильные машины применяются для охлаждения воды в различных производствах и установках кондиционирования воздуха, когда имеется в распоряжении пар с абсолютным давлением 50—60 *кН/м²* и большое количество охлаждающей воды.



Раздел второй

Холодильные установки

§ 57. ТИПЫ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Холодильником называется строительное сооружение, предназначенное для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся продуктов при температурах ниже температуры окружающей среды.

Совокупность холодильных предприятий, обеспечивающих постоянное воздействие низких температур на скоропортящиеся продукты от момента их получения до момента потребления, называется *холодильной цепью*.

Непрерывность холодильной цепи позволяет снабжать население в любое время года скоропортящимися продуктами высокого качества.

Каждый холодильник характеризуется емкостью. *Емкостью холодильника* называется количество груза, которое может одновременно храниться на холодильнике. Такая емкость не дает представления о размерах холодильника, так как в зависимости от вида термообработки, которой подвергается продукт, от рода груза, тары и способа укладки, количество груза, которое можно разместить на одной и той же площади, будет различно. Поэтому для сравнения холодильников между собой вводят понятие «условной емкости».

Условной емкостью называется количество мороженого мяса, которое могло бы быть размещено в камерах холодильника, если бы холодильник был загружен одним мороженым мясом.

Холодильники классифицируют по емкости, этажности и целевому назначению.

По емкости холодильники подразделяются на: 1) мелкие с условной емкостью до 100 т; 2) малые — до 500 т; 3) средние —

до 3000 т; 4) крупные — до 10 000 т; 5) сверхкрупные — свыше 10 000 т.

Количество груза, которое можно хранить в остывочных, камерах доохлаждения и морозильных камерах, в емкость холодильника не включают.

По этажности холодильники делят на одноэтажные и многоэтажные.

Одноэтажные холодильники имеют более простые строительные конструкции, большой фронт грузовых работ, облегчают применение комплексной механизации грузовых операций, позволяют увеличить норму нагрузки на 1 м² площади пола, а следовательно, и высоту камер до 6—7 м. Эти достоинства одноэтажных холодильников приводят к тому, что они широко применяются в строительстве с условной емкостью до 10 000 т. Например, в Чехословакии строят только одноэтажные холодильники с применением сборных железобетонных элементов в виде плит, колонн и ферм.

Целесообразно строительство специализированных одноэтажных холодильников для затаренных грузов.

К недостаткам одноэтажных холодильников следует отнести необходимость искусственного подогрева грунта под низкотемпературными камерами, большую площадь, занимаемую холодильниками, большие поверхности наружных ограждений холодильника, увеличивающие теплоприток.

В многоэтажных холодильниках путем рационального выбора размеров здания и размещения камер можно избежать искусственного подогрева грунта, уменьшить теплопритоки в холодильник, однако при этом значительно удорожаются строительные конструкции, усложняются грузовые работы, ограничивается применение механизации грузовых работ.

Интересен появившийся в последние годы опыт работы подземных холодильников, для строительства которых используют естественные пещеры, горные выработки, бывшие каменоломни. Строительство таких холодильников обходится на 30—40% дешевле наземных.

Подземные холодильники построены в штате Арканзас (США), где использованы места разработки известняка в горе, в известняковой пещере в штате Канзас (США), в каменной пещере в Лоринге (США), в Норвегии в районе г. Осло в гранитном массиве Ословского фьорда.

В Советском Союзе ведутся работы по использованию мест разработок арктического туфа в Армении, камня ракушечника в Молдавии, Крыму, на Украине.

Подземные холодильники обладают хорошей аккумулялирующей способностью. Эксплуатационные расходы на охлаждение камер составляют примерно 30% от затрат на охлаждение в аналогичном наземном холодильнике.

По целевому назначению различают холодильники следующих типов.

Производственно-заготовительные холодильники. Строятся при предприятиях, заготавливающих и перерабатывающих скоропортящиеся продукты и служат для первичной термообработки и кратковременного хранения сырья и продуктов производства этих предприятий.

Большая производительность морозильных устройств требует значительного расхода холода, поэтому производственно-заготовительные холодильники имеют мощное холодильное оборудование.

Распределительные холодильники. Строятся в городах и промышленных центрах и служат для круглогодичного снабжения населения скоропортящимися продуктами. Грузы поступают на распределительные холодильники с производственно-заготовительных холодильников, уже прошедшие термообработку.

Для продуктов, отеплившихся в пути, на распределительных холодильниках предусматривают камеры доохлаждения и домораживания.

Если на одной территории с холодным складом размещены другие производства, потребляющие холод, например льдозавод, фабрика мороженого и т. д., то предприятие называют *хладокombина-том*.

Перевалочные холодильники. Служат для хранения скоропортящихся продуктов в местах перегрузки их с одного вида транспорта на другой. Перевалочные холодильники отличаются наличием больших вспомогательных помещений для сортировки и осмотра груза; примером могут служить портовые холодильники.

Торговые холодильники. Они строятся при предприятиях торговли и общественного питания и служат для краткосрочного хранения продуктов перед их реализацией. Торговые холодильники обычно имеют небольшое число камер и сравнительно высокие температуры хранения от $+5$ до -5°C . К торговым холодильникам относятся также холодильные шкафы торгового типа, охлаждаемые прилавки и витрины, сборные камеры.

Транспортные холодильники. Предназначены для транспортировки продуктов при низких температурах. К ним относятся сударефрижераторы, авторефрижераторы, рефрижераторные поезда. Транспортные холодильники могут выполнять функции заготовительных и производственных холодильников, например промысловые сударефрижераторы, пловучие рыбоперерабатывающие заводы и т. д.

Домашние холодильники. Служат для краткосрочного хранения скоропортящихся продуктов в быту.

Холодильники специального назначения (для хранения зимних вещей, мехов и т. д.). Планировка таких холодильников и температурный режим зависят от их целенаправленности.

§ 58. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Цель проектирования состоит в создании технической документации, которая позволила бы осуществить строительство предприятия в соответствии с теми требованиями, которые к нему предъявляются.

Исходным документом для проектирования служит задание на проектирование. Оно составляется на основе перспективного плана развития данной отрасли народного хозяйства и выдается хозяйственной организацией (министерством, совнархозом).

В состав задания на проектирование входят: основание для проектирования (приказ вышестоящей хозяйственной организации или постановление правительства); определение района строительства; характеристика предполагаемой к выпуску продукции; мощность предприятия, источники снабжения сырьем, топливом и электроэнергией; примерные районы сбыта готовой продукции; возможность расширения предприятий; примерные сроки ввода в действие производственных мощностей.

Проектирование ведется по стадиям, которые отличаются по целевому назначению и объему выполненных работ. При двухстадийном проектировании выполняют: 1) проектное задание; 2) рабочие чертежи. При трехстадийном проектировании: 1) проектное задание; 2) технический проект; 3) рабочие чертежи. Число стадий проектирования определяют при выдаче задания на проектирование.

Проектное задание устанавливает экономическую целесообразность и техническую возможность строительства холодильника в намеченном районе. На основе данных задания на проектирование и производственных технических изысканий составляют следующие документы: 1) генеральный план территории холодильника с указанием всех сооружений и подъездных путей; 2) титульный список сооружений на строительной площадке; 3) данные о грунте, уровне грунтовых вод, источнике водоснабжения и отводе сточных вод; 4) данные по энергоснабжению холодильника; 5) планировка холодильника; 6) примерная схема охлаждения; 7) предварительная смета в укрупненных показателях.

Графические работы выполняют в масштабе 1 : 400, 1 : 200.

Технический проект составляют на основе утвержденного проектного задания. В состав технического проекта входят: 1) планы и разрезы здания холодильника с расстановкой холодильного оборудования; 2) изоляционные конструкции камер, аппаратов и трубопроводов; 3) калорические расчеты; 4) тепловые расчеты и подбор основного и вспомогательного холодильного оборудования; 5) схемы трубопроводов холодильного агента, воды и рассола; 6) спецификация основного и дополнительного оборудования; 7) технические условия на заказ холодильного и прочего оборудо-

вания; 8) сметы на строительные работы, санитарно-технические работы и монтаж оборудования.

Графические работы выполняют в масштабе 1 : 100, 1 : 200.

Расчеты должны быть выполнены подробно с обязательным обоснованием выбранных решений.

Рабочие чертежи являются точным графическим отображением того, что должно быть построено в натуре. Их выполняют на основании утвержденного технического проекта при трехстадийном проектировании или проектного задания при двухстадийном проектировании в масштабе 1 : 100, 1 : 50 — для зданий; 1 : 50, 1 : 25 — для машинных отделений; 1 : 20, 1 : 10 — для узлов и деталей.

Рабочие чертежи утверждению не подлежат.

К проекту холодильника должны быть приложены экономические и технические обоснования и документ о рассмотрении и утверждении проекта.

Поиски более экономичных решений привели к созданию типовых проектов холодильников. Разработка таких проектов позволяет строить большое количество предприятий, пользуясь при этом готовыми проектными материалами.

При разработке строительных конструкций исходят из применения однотипных элементов, узлов, частей здания, которые можно было бы использовать при строительстве холодильников различной емкости. Это позволяет изготавливать такие элементы на заводах в условиях механизированного производства, что значительно удешевляет и ускоряет строительство.

Разработаны проекты типовых холодильников емкостью от 500 до 15 000 Т.

§ 59. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ХОЛОДИЛЬНИКА

Исходной величиной при расчетах площади холодильника является емкость холодильника.

Емкость распределительных холодильников определяют на основании сводной таблицы грузосборота, которую составляют по данным таблиц грузооборота для каждого вида груза, хранящегося на холодильнике. В таблице грузооборота отражено ежемесячное поступление, выпуск груза и величина оставшегося запаса.

Емкость камер для данного вида груза равна сумме потребной емкости для создания сезонного запаса и потребной емкости камер для текущего снабжения.

Таблицы грузооборота по каждому грузу составляют в тоннах данного груза. Сводную таблицу грузооборота составляют в тоннах условного груза; для этого производят пересчет емкости по формуле

$$G_{\text{усл}} = G \frac{q_v \text{ усл}}{q_v}, \quad (123)$$

где $G_{\text{усл}}$ — емкость камеры по условному грузу, t ;

G — емкость камеры по данному грузу, t ;

$q_{\text{с усл}}$, $q_{\text{с}}$ — нормы загрузки на 1 м^3 объема камеры для условного и данного груза, $t/\text{м}^3$.

Потребную емкость холодильника определяют по максимальному единовременному хранению груза на холодильнике.

Емкость холодильника при мясокомбинате складывают из емкости камер хранения мороженных грузов и емкости камер хранения охлажденных грузов.

В остывочную камеру поступает количество мяса, равное суточной производительности мясокомбината. Из остывочной примерно 40—50% поступает в морозильные камеры, 50—20% — в камеры хранения охлажденного мяса и 10—30% — на колбасное производство. Приведенные проценты зависят от местонахождения мясокомбината и наличия дополнительных цехов по выработке мясных изделий.

Емкость камер хранения мороженого мяса должна быть достаточной, чтобы обеспечить 20—30-дневное хранение мороженого мяса. Емкость камер хранения охлажденного мяса должна быть достаточной для хранения 5—10-суточного запаса охлажденного мяса. Условную емкость холодильника определяют умножением фактической емкости камер на переводные коэффициенты (табл. 35).

Емкость рыбных холодильников определяют, исходя из 20—30-дневного хранения мороженой рыбы в камерах холодильника, а производительность морозилок — по максимальному суточному поступлению рыбы в период наибольшего лова.

Таблица 35

*Коэффициенты для определения условной емкости
холодильника мясокомбината*

Наименование камеры	Коэффициенты	Наименование камеры	Коэффициенты
Хранение мороженого мяса	1,0	Дефростация	5,0
Замораживание	5,0	Охлажденное мясо	5,0
Охлаждение	5,0	Разные грузы	1,0

Емкость холодильников при рыбообрабатывающих предприятиях определяется производительностью предприятия. Для предприятий средней мощности принимают емкость холодильника равной 1500—2000 t . Производительность морозильных устройств не должна превышать 1% от емкости камер хранения.

§ 60. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ПОМЕЩЕНИЙ ХОЛОДИЛЬНИКА

Все помещения холодильника можно разделить на следующие группы: 1) камеры хранения охлажденного и мороженого груза, а также универсальные камеры; 2) камеры для замораживания, охлаждения и размораживания продукта: морозилки, остывочные, камеры доохлаждения, дефростеры; 3) вспомогательные помещения охлаждаемые и неохлаждаемые. Это помещения, не участвующие в термической обработке грузов, но необходимые для приемки, сортировки, выдачи грузов или для выполнения технологических операций, не связанных с термообработкой: накопители, разгрузочные, сортировочные, экспедиции, лифты, коридоры, вестибюли, тамбуры и т. д.; 4) служебные помещения: столовая, красный уголок, бухгалтерия, кабинеты администрации и т. д.; 5) машинное отделение, мастерские.

Камеры термообработки и хранения груза и вспомогательные помещения включают в контур изоляции холодильника; служебные помещения и машинное отделение выносят за контур изоляции и размещают в пристройке к холодильнику или в отдельно стоящем здании.

Общая площадь холодильника складывается из суммы площадей перечисленных выше групп помещений.

Площадь камер хранения определяют, исходя из емкости камер, известной из таблицы грузооборота, и норм нагрузки на 1 м^2 площади или 1 м^3 объема камеры. В зависимости от вида продукта, характера термообработки, тары, прочности перекрытия установлены определенные нормы укладки различных грузов на единицу площади $q_F \text{ кг/м}^2$ или единицу объема $q_v \text{ кг/м}^3$.

Для условного груза норму нагрузки на 1 м^3 объема принимают 350 кг/м^3 , для других грузов значения нагрузок q_v приведены в табл. 36.

Значение нагрузки на 1 м^2 площади камеры

$$q_F = q_v h_{\text{гр}}, \quad (124)$$

где $h_{\text{гр}}$ — высота штабеля, которая зависит от этажности холодильника, прочности перекрытия, высоты камеры, наличия потолочных батарей в камере и т. д. Для многоэтажных холодильников $h_{\text{гр}} = 2,8 - 3 \text{ м}$; для одноэтажных холодильников $h_{\text{гр}} = 4,5 - 6,5 \text{ м}$.

Допустимые нагрузки на перекрытие в холодильниках: постройке до 1938 г. — $q_{F \text{ доп}} = 600 - 800 \text{ кг/м}^2$, с 1938 до 1941 г. — $q_{F \text{ доп}} = 1000 \text{ кг/м}^2$, в современных холодильниках — $q_{F \text{ доп}} = 1500 - 2000 \text{ кг/м}^2$, для пола, лежащего непосредственно на грунте, $q_{F \text{ доп}} = 4000 \text{ кг/м}^2$.

Таблица 36

Нормы загрузки 1 м³ объема камер мороженым грузом

Наименование продуктов	Норма загрузки (q_v), т/м ³
Мясо говяжье мороженое:	
четвертины	0,40
полутуши и четвертины	0,35
Мясо мороженое (в блоках и картонных ящиках)	0,65
Птица (в деревянных ящиках)	0,38
Масло животное (в деревянных ящиках)	0,70
Масло и жиры животные, топленые в бочках	0,54
Яйца (в деревянных ящиках)	0,32
Плоды свежие (в деревянных ящиках)	0,35
Консервы	0,60
Сыры (в ящиках)	0,48
Творог (в кадках)	0,40
Рыба мороженая:	
россыпью	0,35
в блоках	0,40
Прочие грузы	0,30

Грузовой объем камеры (м³) определяют по формуле

$$V_{гр} = \frac{G}{q_v}, \quad (125)$$

где G — емкость камеры, кг;

q_v — норма нагрузки на 1 м³ объема, кг/м³.

Грузовая площадь камеры, м²,

$$F_{гр} = \frac{V_{гр}}{h_{гр}}. \quad (126)$$

Строительная площадь камеры

$$F_{стр} = \frac{F_{гр}}{\beta}, \quad (127)$$

где β — коэффициент использования площади камеры, учитывающий площадь, занимаемую проходами, отступами от стен и приборов охлаждения, колоннами.

Величина коэффициента использования площади может быть принята: для камер площадью до 50 м² — $\beta=0,7$; от 50 до 300 м² — $\beta=0,75 \div 0,8$; свыше 300 м² — $\beta=0,85$.

Площадь камер хранения охлажденного мяса, которое хранится на подвесных путях в подвешенном состоянии, определяют по емкости камеры и норме нагрузки на 1 м подвешеного пути, равной 225 ÷ 280 кг/м.

Необходимую длину подвешенного пути определяют по формуле

$$L = \frac{G}{q_{п.п}}, \quad (128)$$

где G — емкость камеры, кг;

$q_{п.п}$ — норма нагрузки на 1 м подвешенного пути, кг/м;

L — длина подвешенного пути, м.

Задаются длиной одной нитки подвешенного пути l м и определяют число ниток n :

$$n = \frac{L}{l}. \quad (129)$$

Принимая расстояние между подвесными путями 0,8 м и отступы от подвесных путей до стен камеры по 1 м, находят размеры камеры: ширину $B=0,8n+2$ м, длину $S=l+2$ м и площадь камеры, m^2 :

$$F_{стр} = (0,8n + 2)(l + 2). \quad (130)$$

Площадь морозилок, остывочных камер, камер доохлаждения, дефростеров определяют по суточной производительности с учетом продолжительности термообработки и нормы нагрузки на 1 m^2 площади пола q_F кг/ m^2 , на 1 м подвешенного пути $q_{п.п}$ или на 1 m^2 полки стеллажа (для стеллажных морозилок). Стеллажи представляют собой змеевиковые приборы охлаждения, выполненные в виде этажерок с полками, на которые на противнях укладывают груз, подлежащий замораживанию. На стеллажах замораживают рыбу, мясо блочное или в четвертинах и другой груз в мелкой расфасовке.

Площадь помещения определяют по формуле

$$F_{стр} = \frac{G'_{\tau}}{q_F}, \quad (131)$$

где $F_{стр}$ — строительная площадь помещения, m^2 ;

G'_{τ} — производительность, $m/сутки$;

τ — продолжительность термообработки (число суток);

q_F — норма нагрузки, отнесенная к 1 m^2 строительной площади, равная для мяса 0,2—0,25 m/m^2 .

Если расчет производится по норме нагрузки на 1 м подвешенного пути, то принимают $q_{п.п}=225\div 280$ кг/м, а емкость помещения — равной G'_{τ} т.

Порядок расчета аналогичен приведенному выше расчету площади для камер хранения охлажденного мяса.

При расчете стеллажных морозилок норму нагрузки на 1 m^2 полки стеллажа принимают 40—50 кг/ m^2 , расстояние между горизонтальными рядами труб по вертикали — 250÷500 мм в зависимости

от размеров замораживаемого продукта. По высоте принимают 4—6 полок.

Коэффициент использования площади камеры в стеллажных морозилках β равен 0,6.

Если продолжительность термообработки больше одних суток, то найденную строительную площадь помещения следует разбить на число камер, равное числу суток термообработки или кратное ему. Например, производительность мясоморозилки $G' = 40 \text{ т/сутки}$, продолжительность замораживания $\tau = 2$ суткам.

Строительная площадь морозилки

$$F_{\text{стр}} = \frac{40 \cdot 2}{0,2} = 400 \text{ м}^2.$$

Принимаем две морозилки площадью по 200 м². Это обеспечит одновременную загрузку морозилки мясом в количестве 40 т и заморозки его в течение двух суток без добавления продукта в эту камеру. Мясо, поступившее на второй день, загружают во вторую морозилку. На третий день выгружают мясо из первой морозилки и загружают ее свежим и т. д.

На распределительных холодильниках предусматривают камеры домораживания, в которых температура продукта, оттаявшего при транспортировке, доводится до температуры воздуха в камере хранения.

Емкость камеры домораживания принимают равной 50% от суточного поступления мороженных грузов на холодильник. Площадь камеры определяют по емкости и норме нагрузки на 1 м² площади камеры, но, учитывая неплотность укладки груза в штабель, можно принять $q_F = 400—500 \text{ кг/м}^2$.

Неплотная укладка обеспечивает лучший контакт груза с холодным воздухом.

Площадь вспомогательных помещений принимают предварительно равной 20—40% от суммы строительных площадей камер хранения и камер термообработки грузов:

$$F_{\text{всп}} = (20 \div 40\%) \Sigma F_{\text{стр}}, \text{ где } \Sigma F_{\text{стр}} = \Sigma F_{\text{к.х}} + \Sigma F_{\text{к.т}}, \quad (132)$$

где $F_{\text{к.х}}$ — строительная площадь камер хранения, м².

$F_{\text{к.т}}$ — строительная площадь камер термообработки, м².

Для крупных холодильников принимают меньшее значение, для мелких — большее.

В процессе планировки площадь вспомогательных помещений уточняют и возможно, что найденная расчетная величина окажется недостаточной или слишком большой, тогда ее пересчитывают.

Площадь накопителя при морозилках принимают примерно равной площади одной морозилки. Площадь разгрузочной принимают равной половине площади одной морозилки. Площадь экспеди-

ции находят из расчета загрузки в нее не менее половины суточного поступления груза и нормы нагрузки $q_F = 500 \text{ кг/м}^2$.

Площадь холодильника (в контуре изоляции)

$$F_{\text{хол}} = \Sigma F_{\text{к.х}} + \Sigma F_{\text{к.т}} + F_{\text{всп}} \quad (133)$$

Площадь служебных помещений $F_{\text{сл}}$ принимают равной 5—10% от $\Sigma F_{\text{стр}}$ холодильника. Площадь машинного отделения $F_{\text{м.о}}$ составит 10÷15% от $\Sigma F_{\text{стр}}$ холодильника.

Величину площади служебных помещений и машинного отделения также уточняют в процессе планировки холодильника.

Общая площадь всех помещений холодильника

$$F'_{\text{хол}} = \Sigma F_{\text{к.х}} + \Sigma F_{\text{к.т}} + F_{\text{всп}} + F_{\text{сл}} + F_{\text{м.о}} \quad (134)$$

Площадь торговых холодильников при продовольственных магазинах определяют в соответствии с существующими нормами площади на одно рабочее место, приведенными в табл. 37.

Таблица 37

Нормы охлаждаемой площади на одно рабочее место и условия хранения продуктов на холодильниках торговых предприятий

Продукты	Охлаждаемая площадь на одно рабочее место, м ²	Температура хранения, °С	Влажность воздуха, %	Вентиляция, число оборотов в сутки	Срок хранения, сутки	Нагрузка продуктов, кг/м ²
Мясо и мясные продукты:	5		80	2	4	200
мороженые		-2				
охлажденные		0				
Рыба и рыбопродукты:	3		90	1	3	250
мороженые		-2				
охлажденные		0				
Молочно-мясные продукты:	5		85	2	5	300
жиры		+2				
молоко		+4				
Овощи и фрукты:	4		80	2	5	250
мороженые		-12				
свежие		+4+6				
Мясная гастрономия	4	+2	80	2	4	200

В табл. 37 приведены также условия хранения продуктов в холодильниках торговых предприятий.

Площадь холодильников для предприятий общественного питания определяют по нормам, рекомендованным Гипротторгом в зависимости от числа посадочных мест.

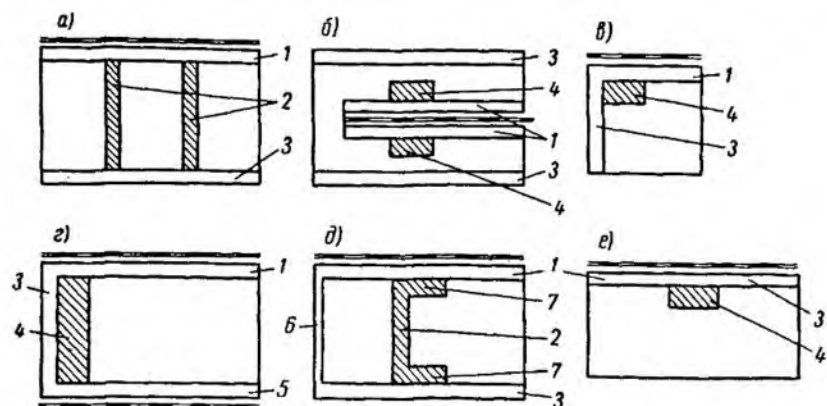


Рис. 121. Расположение платформ холодильника:

а — фронтальное; б — внутреннее; в — угловое; г и д — П-образное; е — одностороннее; 1 — железнодорожная платформа; 2 — коридор; 3 — авторефрижераторная платформа; 4 — экспедиция; 5 — причал; 6 — соединительная платформа; 7 — вестибюль

§ 61. ГРУЗОВОЙ ФРОНТ ХОЛОДИЛЬНИКА

Для хорошей организации и быстрого выполнения грузовых операций холодильник должен иметь достаточный фронт грузовых работ.

Под грузовым фронтом понимают платформы, которые предусмотрены на холодильнике для приема грузов с транспорта и выдачи его.

Обычно холодильники имеют железнодорожную и авторефрижераторную платформы, а холодильники, расположенные у водных бассейнов, — еще водную. Расположение и размеры платформы должны обеспечивать удобство и быстроту производства грузовых работ.

На крупных холодильниках с большим фронтом погрузочно-разгрузочных работ и двусторонним приемом и выдачей грузов применяют фронтальное расположение платформ (рис. 121, а).

При большом грузовом потоке и недостаточной длине платформы увеличивают грузовой фронт путем внутреннего расположения платформ (рис. 121, б). Внутреннее расположение платформы требует изменения формы здания холодильника, приводит к увеличению наружной поверхности, а следовательно, к увеличению теплопритоков. На небольших холодильниках с одной экспедицией применяют угловое расположение платформ (рис. 121, в).

На портовых холодильниках при наличии водной платформы можно применить П-образное расположение платформ (рис. 121, г) —

железнодорожная, авторефрижераторная и причал для судов. На крупных распределительных холодильниках железнодорожную и авторефрижераторную платформы соединяют так называемой соединительной платформой, имеющей ширину, равную половине ширины основных платформ (рис. 121, д).

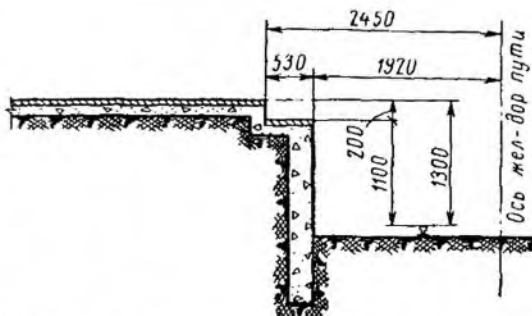


Рис. 122. Ступенчатая платформа холодильника

На небольших холодильниках с малым грузовым потоком и односторонним приемом груза платформа может быть сделана с одной, вытянутой стороны холодильника (рис. 121, е).

Высота платформы над уровнем земли должна соответствовать высоте пола железнодорожного вагона или кузова автомашины.

Автомобильную платформу приподнимают над уровнем земли на высоту 1,1 м. Высота пола двухосного железнодорожного вагона 1,1 м над головкой рельса, четырехосного — 1,3—1,35 м.

Для приема и удобной разгрузки как двухосных, так и четырехосных вагонов ВНИХИ предложил применить ступенчатые платформы (рис. 122).

Платформа отстоит от оси железнодорожных путей на расстоянии 2,45 м, высота ее над уровнем рельсов 1,3—1,35 м. У переднего края по длине всей платформы делают площадку шириной 530 мм на высоте 1,1 м над уровнем рельса, образующую ступень к основной платформе. Такая форма платформы позволяет открывать створчатые двери старых двухосных вагонов и обеспечивает удобный прием груза из четырехосных вагонов.

Применение открытых платформ с навесом над платформой не предохраняет груз от воздействия окружающей среды и особенно затрудняет разгрузку и погрузку вагонов во время атмосферных осадков. Поэтому стали применять закрытые дебаркадеры над платформами и железнодорожными путями (рис. 123). Наличие дебаркадеров позволило разгружать в хороших условиях вагоны при любой погоде. Но и при закрытой платформе на поверхности мороженого груза в летнее время может происходить конденсация влаги, а в зимнее время — подмораживание охлажденных грузов. Исключить эти явления можно применением охлаждаемых платформ (рис. 124). Наружные боковые стены и покрытие платформы изолируют. Внутри закрытой платформы поддерживают температуру от 0 до -2°C , являющуюся оптимальной для охлажденных грузов и благоприят-

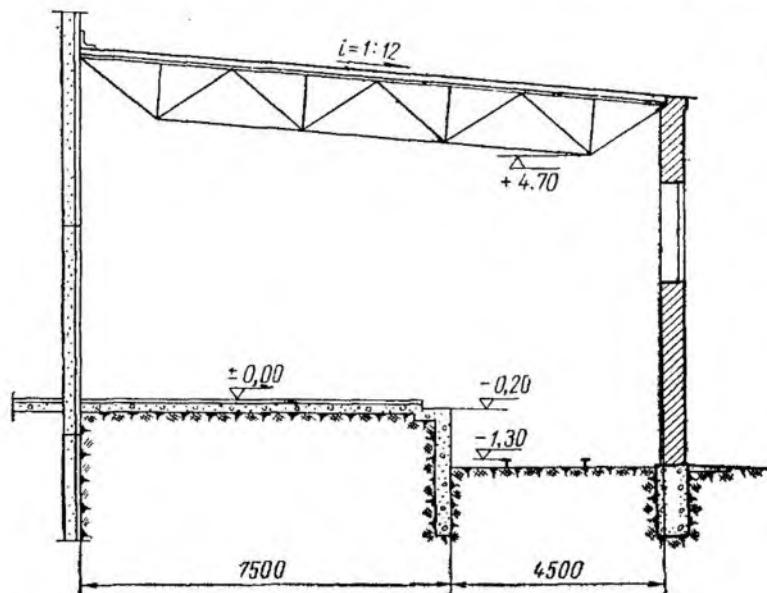


Рис. 123. Дебаркадер — закрытая железнодорожная платформа холодильника

ной для мороженых. Более низкая температура воздуха затруднила бы работу обслуживающего персонала. Зимой воздух внутри платформы немного подогревают. В помещении платформы предусмотрен искусственный дневной свет. В наружной продольной стене имеется ряд изолированных дверей высотой 2100 мм, шириной 1200 мм. Двери поднимают вверх с помощью общего для всех дверей гидравлического приспособления.

Платформа ступенчатая. На передней стене платформы установлены раздвижные чехлы по числу одновременно разгружаемых вагонов. Чехлы имеют металлический каркас, части которого соединены шарнирно и сверху обтянуты брезентом. Чехлы передвигают на катках по рельсам вдоль железнодорожной платформы. Перед разгрузкой вагона их устанавливают против дверей вагона и платформы и раздвигают, образуя закрытый коридор, предохраняющий перевозимые продукты от действия наружного воздуха.

Платформы, независимо от их расположения и формы, должны иметь лестницу для подъема людей и пандус для вкатывания тележек, подъема электрокара и автопогрузчиков. Для взвешивания груза при приеме и выдаче на платформе ставят врезные весы (примерно одни весы на каждые 20 м длины платформы).

На портовых холодильниках со стороны причала устраивают на каждом этаже балконы для приема груза с судов. Балконы

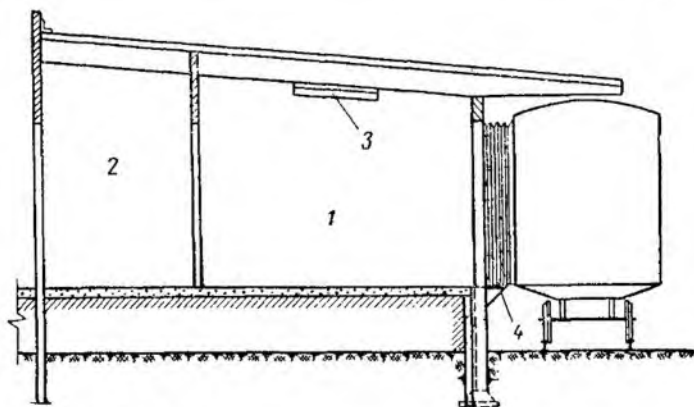


Рис. 124. Охлаждаемая платформа холодильника:
1 — платформа; 2 — вестибюль; 3 — прибор охлаждения; 4 — раздвижной чехол

располагают в шахматном порядке для беспрепятственной подачи груза портальным краном на балкон любого этажа.

Длину платформ определяют расчетным путем на основании количества груза, поступающего на холодильник и выдаваемого с холодильника за сутки.

Для распределительных холодильников суточное поступление и выпуск груза определяют по таблице грузооборота в зависимости от максимального месячного поступления и выпуска:

$$G_{\text{пост}} = \frac{G_{\text{м.мес}}}{30} ; \quad G_{\text{вып}} = \frac{G_{\text{м.мес}}}{26} , \quad (135)$$

где $G_{\text{м.мес}}$ — максимальное месячное поступление груза на холодильник и максимальный выпуск, t ;

30 и 26 — число дней в месяце, когда холодильник принимает и выдает груз. В праздничные дни выдачи нет.

В зависимости от назначения и местонахождения холодильника $G_{\text{пост}}$ и $G_{\text{вып}}$ разбивают по видам транспорта (железнодорожный, автомобильный, водный). Например:

Поступление в сутки:

железнодорожным транспортом	70%
авторефрижераторным »	30%

Выпуск в сутки:

железнодорожным транспортом	20%
авторефрижераторным »	80%

Тогда железнодорожным транспортом поступает и выдается

$$G_{ж.тр} = 0,7 G_{пост} + 0,2 G_{вып} \text{ т/сутки.} \quad (136)$$

Авторефрижераторным транспортом поступает и выдается

$$G_{ав.тр} = 0,3 G_{пост} + 0,8 G_{вып} \text{ т/сутки.} \quad (137)$$

1. Расчет длины железнодорожной платформы

Необходимое число железнодорожных вагонов в сутки

$$n = \frac{G_{ж.то}}{g_{ваг}} \quad (138)$$

где $g_{ваг}$ — грузоподъемность одного железнодорожного вагона, t ; для условного двухосного вагона $g_{ваг} = 10 \text{ т}$; для цельнометаллического четырехосного вагона $g_{ваг} = 25 \text{ т}$.

Число одновременно подаваемых вагонов к платформе холодильника равно:

$$n_1 = \frac{nm}{\Pi} \quad (138)$$

где $m = 1,0-1,5$ — коэффициент, учитывающий неравномерность подачи вагонов к платформе холодильника;

$\Pi = 1-4$ — число подач вагонов к платформе холодильника в сутки.

Необходимую длину платформы определяют по формуле

$$L_{ж} = n_1 l = \frac{nm l}{\Pi} \quad (140)$$

где $L_{ж}$ — длина платформы, m ;

l — длина железнодорожного вагона, m ; длина условного двухосного вагона равна 9 м , а цельнометаллического четырехосного вагона — 15 м .

2. Расчет длины авторефрижераторной платформы

Число машин, подаваемых за сутки к платформе холодильника,

$$n_{авт} = \frac{G_{ав.тр}}{g_{авт} \eta_{исп.авт}} \quad (141)$$

где $g_{авт} = 3-5 \text{ т}$ — грузоподъемность одной машины;

$\eta_{исп.авт} = 0,5-0,7$ — коэффициент использования грузоподъемности автомашины.

Длина авторефрижераторной платформы (в м)

$$L_{\text{авт}} = \frac{n_{\text{авт}} b_{\text{авт}} \psi \tau_{\text{авт}} m_{\text{авт}}}{7}, \quad (142)$$

где $b_{\text{авт}} = 3-4$ м — ширина кузова машины с учетом расстояния между ними;

$\psi = 0,6-1$ — доля автомашин, подаваемых в дневную смену от общего числа машин, подаваемых в сутки;

$\tau_{\text{авт}} = 0,5-0,75$ — время выгрузки или загрузки одной машины, ч;

$m_{\text{авт}} = 1,0-1,5$ — коэффициент неравномерности поступления автомашин.

3. Расчет длины причала

Длину водной платформы (в м) определяют по формуле

$$L_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}} l_{\text{в}} \tau_{\text{в}} m_{\text{в}}}{g_{\text{в}} \cdot 24}, \quad (143)$$

где $G_{\text{в}}$ — суточное поступление груза водным транспортом, т;

$l_{\text{в}}$ — длина судна, м;

$\tau_{\text{в}}$ — время разгрузки или погрузки одного судна;

$m_{\text{в}}$ — коэффициент неравномерности поступления груза водным транспортом;

$g_{\text{в}}$ — емкость судна-рефрижератора.

4. Расчет устройств для перемещения грузов

Вертикальное перемещение грузов на холодильнике осуществляется грузовыми лифтами. Необходимое число лифтов определяется по формуле

$$n_{\text{л}} = \frac{(G_{\text{пост. и вып.}} - G'_{\text{пост. и вып.}}) \tau_{\text{ц}} \psi_{\text{пер}}}{g_{\text{л}} \eta_{\text{исп.л.}} \cdot 420}, \quad (144)$$

где $G_{\text{пост. и вып.}}$ — количество груза, поступающего на холодильник и выдаваемого с холодильника за сутки всеми видами транспорта, т;

$G'_{\text{пост. и вып.}}$ — количество груза, поступающего на первый этаж и выдаваемого с него за сутки, т;

$\tau_{\text{ц}} = 6-10$ мин — продолжительность цикла работы лифта, т. е. время подъема и спуска лифта, с учетом времени погрузки;

$\psi_{\text{пер}} = 0,5-0,7$ — доля грузовых работ, выполняемых в дневную смену, от общего количества грузовых работ в сутки;

g_d — грузоподъемность одного лифта, m ; на крупных холодильниках применяют лифты грузоподъемностью 3—4 m , на средних — 2—3 m ;
 $\eta_{исп.л} = 0,7—0,8$ — коэффициент использования грузоподъемности лифта.

Горизонтальное перемещение грузов осуществляется с помощью тележек, автопогрузчиков, электрокар. Число их может быть подсчитано по формуле

$$h_{гр. м} = \frac{G \tau_{ц} \psi_{пер} \cdot 1,2}{g_m \eta_{исп. м} \cdot 420}, \quad (145)$$

где G — количество груза, перемещаемое данным видом механизмов за сутки, m ;

$\tau_{ц} = 6—10$ мин — продолжительность цикла работы механизма;

$\psi_{пер}$ — доля грузовых работ, выполняемых в дневную смену;

1,2 — коэффициент увеличения числа механизмов из расчета того, что какая-то часть их находится в ремонте;

$g_m = 0,5—0,75$ — грузоподъемность механизма, m ;

$\eta_{исп. м}$ — коэффициент использования механизма.

Если груз находится в таре, то вес его увеличивают на 7—10%.

§ 62. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВКИ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Специфика функций, выполняемых холодильниками, и условий, в которых они работают, предъявляет определенные требования к планировке холодильников.

1. Планировка должна соответствовать принятой схеме термообработки груза, уменьшать пути перевозки грузов в пределах холодильника, не допускать встречных грузовых потоков, обеспечивать последовательность операций термообработки. Например, на распределительный холодильник груз поступает на платформу, поэтому морозилки, камеры предварительного охлаждения, в которые груз должен поступить перед хранением, целесообразно разместить в первом этаже, а затем замороженный груз передать в камеры хранения, расположенные в вышележащих этажах.

На мясокомбинате убой скота производится на верхнем этаже и мясо передается на охлаждение и хранение в холодильник. На холодильниках мясокомбинатов остывочные камеры, камеры предварительного охлаждения и морозилки следует располагать в верхних этажах, а камеры хранения — в нижних.

Размещать камеры хранения на каждом этаже следует с учетом особенностей отдельных продуктов, для которых эти камеры предназначены. Например, при поступлении на холодильник охлажденной рыбы, ее надо отделить от других продуктов, выделить для приема ее часть платформы, отдельную экспедицию, а при необхо-

димости подъема в верхние этажи — отдельный лифт. Рекомендуется камеры для хранения охлажденной рыбы размещать в первом этаже.

2. Планировка должна обеспечивать экономичность строительства и эксплуатации холодильника, с этой целью следует:

1) добиваться наиболее рационального использования площади холодильника путем повышения коэффициента использования площади каждой камеры и уменьшения площади вспомогательных помещений.

Отказываются от планировки верхних этажей холодильников с коридорами, а заменяют их вестибюлями небольшой площади. Это становится возможным благодаря увеличению площади отдельных камер до $500-1000 \text{ м}^2$ и уменьшению их числа. Оснащая камеры приборами охлаждения интенсивного действия, имеющими малые габариты, применяя передовые методы укладки грузов, увеличивают грузовой объем камер. На одноэтажных холодильниках увеличения полезного объема добиваются увеличением шага колонн и высоты камер;

2) учитывать возможность максимального использования местных строительных и изоляционных материалов, уменьшать расход изоляционных материалов путем рационального размещения камер. Например, размещение камер с одинаковыми температурами в пределах одного этажа или колодцем — одну под другой позволит уменьшить толщину изоляционного слоя перегородок в первом случае и перекрытий — во втором;

3) выбирать размеры строительных конструкций здания холодильника, исходя из возможностей использования сборных железобетонных конструкций заводского изготовления.

Шаг колонн на многоэтажных холодильниках принимают $6 \times 6 \text{ м}$, для одноэтажных — 6×12 ; 6×18 ; 12×12 . Высоту камер многоэтажных холодильников принимают кратной $0,6 \text{ м}$: 3 м и $3,6 \text{ м}$ для камер без подвесных путей, $4,2 \text{ м}$ и $4,8 \text{ м}$ для камер с подвесными путями. Высоту камер одноэтажных холодильников берут кратной 1 м и равной $6-7 \text{ м}$;

4) выбирать размеры и форму холодильника и размещать в нем камеры с учетом минимальной величины теплопритоков как снаружи, так и между камерами. Для уменьшения теплопритоков через наружные ограждения форму холодильника стараются приблизить к форме куба как фигуры, имеющей наименьшую наружную поверхность. Практически длина холодильника определяется объемом грузовых работ и необходимой длиной платформы, а высота — допустимой нагрузкой на грунт. Обычно соотношение сторон холодильника в плане принимают равным $1 : 1,5-1 : 2$, а число этажей не должно превышать $6-7$. Камеры с низкими температурами не рекомендуется размещать с южной стороны здания или в самом верхнем этаже. Камеры с одинаковыми температурами лучше размещать

блоками, для уменьшения теплопритоков из камер с более высокой температурой воздуха в камеры с более низкой температурой. Перед камерами с низкой температурой воздуха целесообразно делать тамбуры или воздушные завесы;

5) выделять камеры с большой влажностью воздуха в отдельные блоки, отделенные от остальных камер надежной гидроизоляцией;

6) предусматривать наиболее передовые и интенсивные методы термобработки продуктов, наиболее эффективное оборудование, что позволит на меньших площадях получить увеличенную мощность предприятия.

3. Планировка холодильника должна соответствовать принятой схеме охлаждения, должны быть предусмотрены необходимые помещения для размещения оборудования. Например, при воздушном охлаждении камер — помещения для воздухоохладителей; если принята схема с уровнемдержателями, то в вестибюле надо предусмотреть место для установки уровеньдержателя, распределительных коллекторов и т. д.

4. Планировка должна отвечать требованиям правил техники безопасности и пожарной безопасности.

5. Планировка должна обеспечивать возможность расширения предприятия и поочередного ввода емкостей.

При планировке холодильников следует обращать внимание на предохранение от вспучивания грунта, находящегося под холодильником. Возможность вспучивания зависит от температуры воздуха в камерах нижнего этажа, характера грунта и уровня грунтовых вод. При сухом грунте и низком уровне грунтовых вод или при крупносkeletalном грунте (гравий, крупный песок) вспучивания грунта при его промерзании не происходит. Промерзание мелкодисперсных грунтов (мелкий песок, ил, глина) приводит к увеличению объема грунта, вследствие роста кристаллов льда, к вспучиванию его, а это ведет к разрушению отдельных элементов конструкций здания холодильника. Борьба с вспучиванием грунта может вестись следующими путями:

1) увеличением толщины изоляционного слоя настолько, чтобы нулевая изотерма проходила в изоляционном слое;

2) устройством шанцевых полов или прокладкой керамических труб с подачей в них теплого воздуха под низкотемпературными камерами первого этажа холодильника (рис. 125, а и б). В каналы подают вентилятором летом наружный, а зимой подогретый воздух. Летом воздух, пройдя по каналам, выбрасывается наружу и поступает свежий, а зимой система закрыта и работает с рециркуляцией и повторным подогревом отработанного воздуха;

3) устройством электроподогрева под полом путем укладки в бетонную подушку стальных проводников диаметром 10—12 мм с шагом 0,3—0,4 м, через которые пропускают ток (рис. 125, в)

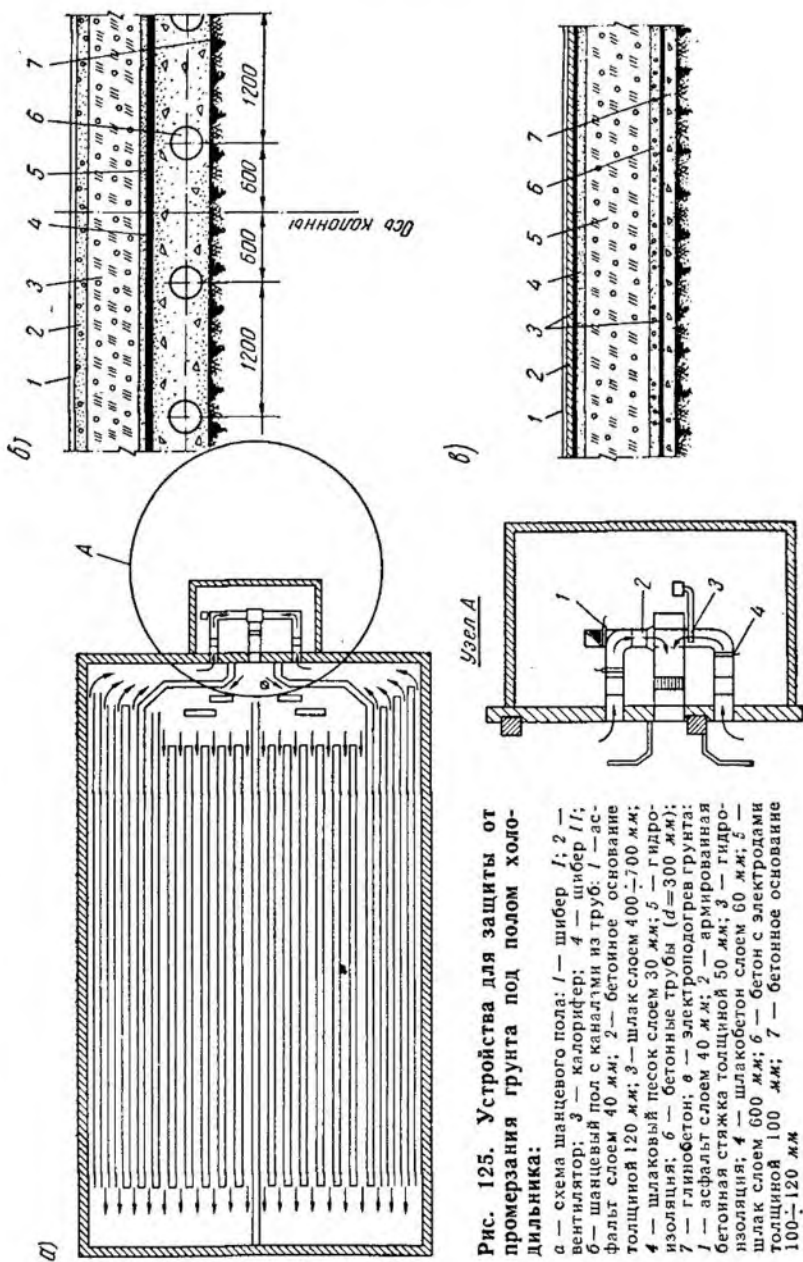


Рис. 125. Устройства для защиты от промерзания грунта под полом холодильника:

а — схема шанцевого пола: 1 — шибер; 2 — вентилятор; 3 — calorifer; 4 — шибер; 11; б — шанцевый пол с каналами из труб: 1 — асфальт слоем 40 мм; 2 — бетонное основание толщиной 120 мм; 3 — шлак слоем 400—700 мм; 4 — шлаковый песок слоем 30 мм; 5 — гидроизоляция; 6 — бетонные трубы ($d=300$ мм); 7 — глинобетон; 8 — электроподогрев грунта; 1 — асфальт слоем 40 мм; 2 — армированная бетонная стяжка толщиной 50 мм; 3 — гидроизоляция; 4 — шлакобетон слоем 60 мм; 5 — шлак слоем 600 мм; 6 — бетон с электродами толщиной 100 мм; 7 — бетонное основание 100—120 мм

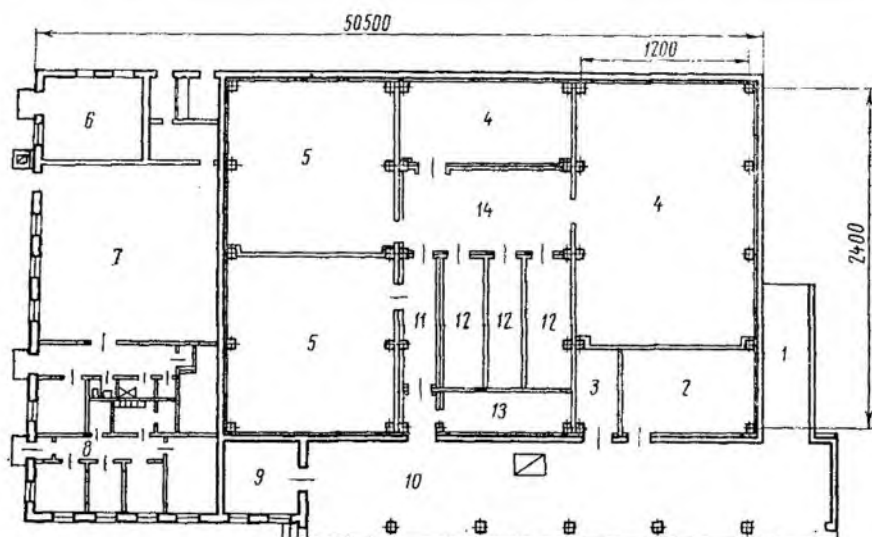


Рис. 126. План холодильника емкостью 500 т:

1 — пандус; 2 — камера хранения рыбы; 3 — камера хранения дефектных грузов; 4 — камера хранения охлажденных грузов; 5 — камера хранения мороженых грузов; 6 — котельная; 7 — машинное отделение; 8 — служебные помещения; 9 — помещение для мойки тележек и инвентаря; 10 — платформа (авторефрижераторная и железнодорожная); 11 — коридор; 12 — морозилки; 13 — помещение для воздухоохладителей; 14 — экспедиция

4) укладкой под полом змеевиков из труб, в которых циркулирует подогретая вода, масло или другая жидкость. Для подогрева жидкости могут быть использованы горячие пары аммиака после компрессора;

5) устранением возможности притока грунтовых вод к зоне промерзания грунта.

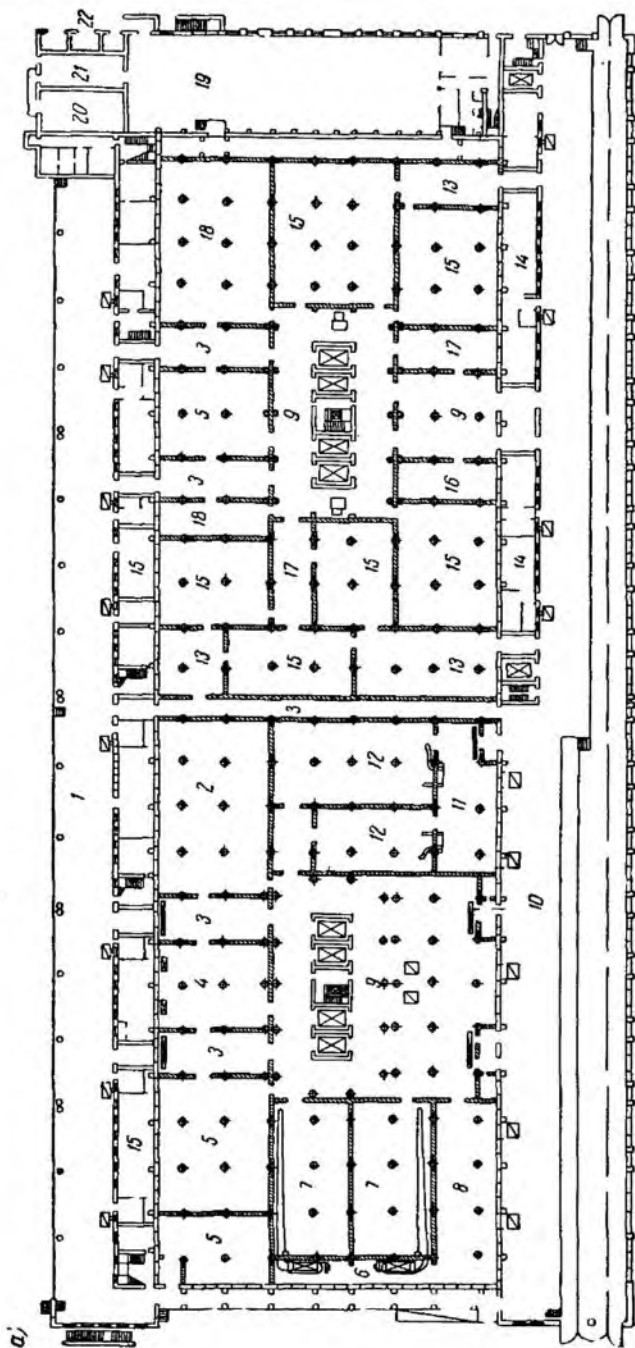
Для многоэтажных холодильников наиболее рациональным решением следует считать устройство подвального этажа, используемого для хранения охлажденных грузов.

При поддержании температуры воздуха в камерах 0° и выше необходимость в устройствах для подогрева грунта отпадает.

Планировка различных типов холодильников имеет свои особенности.

На рис. 126 показана планировка одноэтажного холодильника емкостью 500 т с центральным расположением экспедиции и односторонним приемом груза на холодильник. Холодильник имеет крытую платформу для приема и выдачи груза с авторефрижераторного и железнодорожного транспорта. Экспедиция с платформой соединена коридором.

Машинное отделение и служебные помещения объединены в отапливаемом отсеке, примыкающем к торцовой части здания. Про-



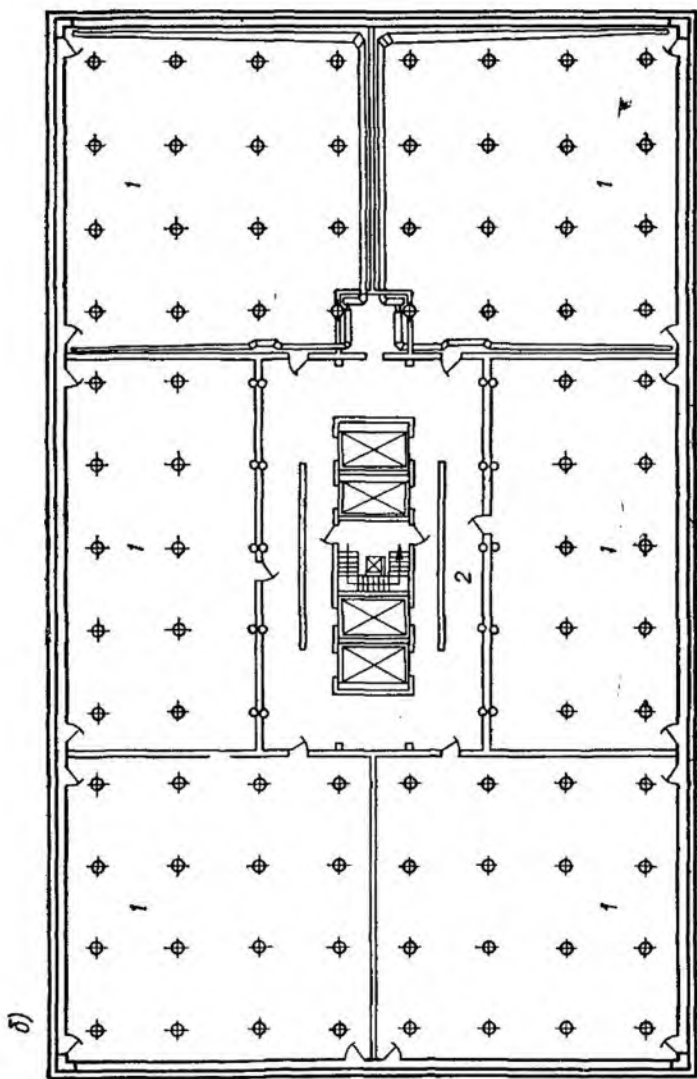


Рис. 128. План холодильника № 12 в Москве.

а — план первого этажа (первая и вторая очереди); 1 — автомобильная платформа; 2 — экспедиция; 3 — коридор; 4 — дефростер; 5 — экспедиция; 6 — воздушный падатель; 7 — камеры краткосрочного хранения груза; 8 — камера быстрого охлаждения грузов; 9 — вестибюль; 10 — крытая железнодорожная платформа; 11 — камера охлажденных грузов; 12 — морозилки; 13 — накопительная; 14 — подсобные помещения; 15 — морозилки; 16 — камера дефектных грузов; 17 — разгрузочная; 18 — сортировочная; 19 — машинное отделение; 20—22 — трансформаторная подстанция; б — план второго этажа (первая очередь); 1 — камеры хранения; 2 — вестибюль.

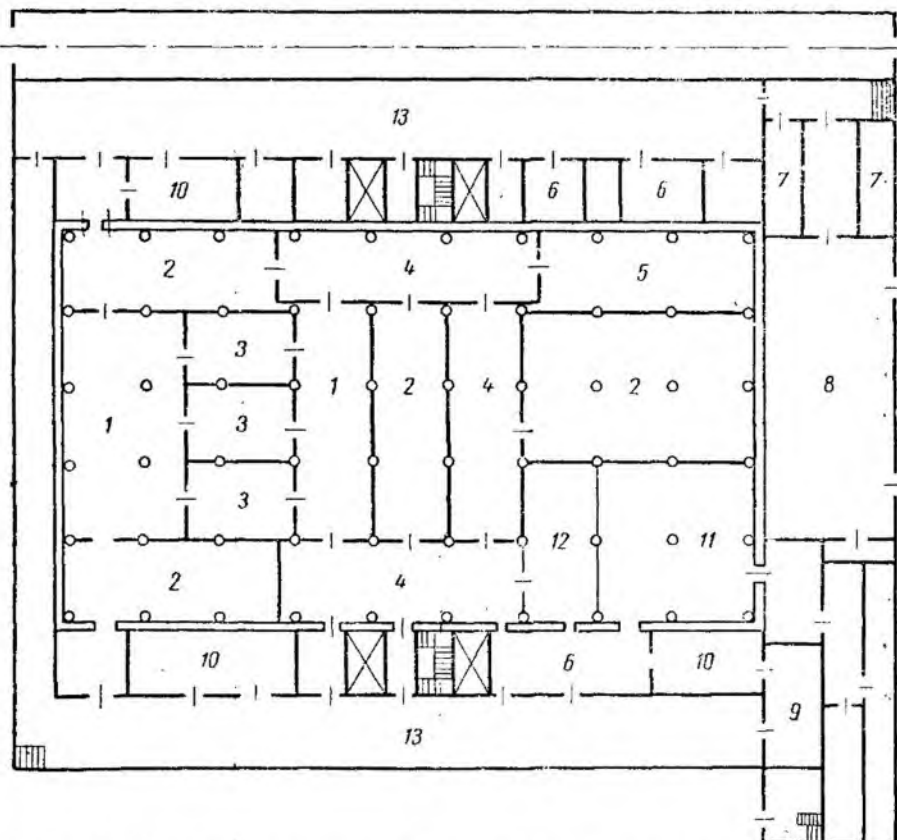


Рис. 129. План распределительного многоэтажного холодильника с внешним расположением лифтов (I этаж):

1 — подсобные помещения морозилок (накопитель и разгрузочная); 2 — камеры хранения; 3 — морозилки; 4 — коридор и вестибюли; 5 — морозилка рыбы; 6 — служебные помещения; 7 — трансформаторная; 8 — машинное отделение; 9 — подсобное помещение цеха фасовки масла; 10 — цех фасовки масла; 11 — цех фасовки мяса; 12 — камера домораживания; 13 — платформы

тивоположная стена здания является стороной расширения холодильника. Для замораживания мяса предусмотрены туннельные морозилки тупикового типа. Грунт от промерзания защищен устройством под холодильником шанцевого пола. Для увеличения полезной площади холодильника сетка колонн принята 6×12 м.

Воздухоохладители установлены в специальном помещении. Это упрощает их обслуживание и облегчает снятие снеговой шубы.

Планировка одноэтажного холодильника с двухсторонним приемом груза и фронтальным расположением платформ показана на

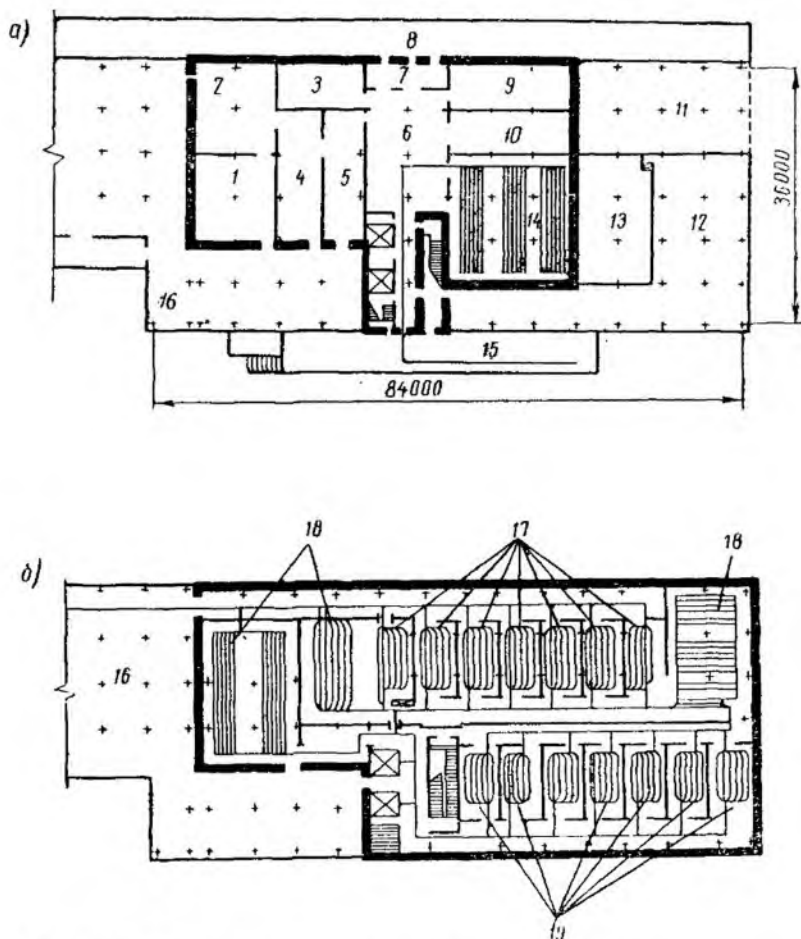


Рис. 130. Планировка холодильника при мясокомбинате:

a — первого этажа; *б* — последнего (четвертого) этажа. Камеры: 1 — осадки колбас; 2 — хранения кишок; 3 — хранения полуфабрикатов; 4 — охлаждения колбас; 5 — хранения колбас; 6 — экспедиция; 7 — тамбур; 8 — железнодорожная платформа; 9 — камера хранения жира; 10 — камера хранения мороженого мяса; 11 — трансформаторная подстанция; 12 — машинное отделение; 13 — аппаратное отделение; 14 — камеры хранения охлажденного мяса; 15 — авторефрижераторная платформа; 16 — мясокомбинат; 17 — остывочные; 18 — камеры хранения охлажденного мяса; 19 — морозилки

рис. 127. Платформы соединены сквозными коридорами. Шаг колонн принят 6×12 м, высота камер — 6 м.

На холодильнике предусмотрены цехи для фасовки мяса и масла.

Прием и накопление мяса, подлежащего замораживанию, происходит в накопителе. После замораживания мясо поступает

в разгрузочную, а затем в камеры хранения мороженого мяса. Под холодильником предусмотрен шанцевый пол.

Планировка многоэтажных холодильников решается обычно в двух вариантах: с центральным вестибюлем и внутренним расположением лифтов (рис. 128) и с внешним расположением лифтов (рис. 129).

Применение центральных вестибюлей уменьшает длину провоза грузов, но ухудшает показатели использования площади холодильника. Планировка с центральным вестибюлем рекомендуется для наиболее крупных холодильников. Планировка холодильника при мясокомбинате приведена на рис. 130.

Мясо из убойного цеха поступает в камеры охлаждения мяса (остывочные), расположенные в верхнем этаже холодильника. Оттуда часть его поступает на хранение охлажденного мяса, а другая часть — в морозилки и затем в камеры хранения мороженого мяса. При расположении камер следует обращать внимание на последовательность размещения камер в соответствии с последовательностью технологического процесса термообработки, на уменьшение путей провоза грузов и отсутствие встречных грузовых потоков.

На приведенной выше планировке камер мясо на замораживание поступает предварительно охлажденным в камерах охлаждения (остывочных). В последние годы большое внимание стали уделять однофазному замораживанию мяса, при котором мясо после убоя, минуя промежуточное охлаждение, поступает непосредственно в морозилку. Производственная проверка, проведенная на ряде холодильников, показала целесообразность такого способа термообработки мяса: сокращается время охлаждения и замораживания говяжьих полутуш примерно на 40%, уменьшается потребная производственная площадь на тонну замороженного мяса, в 2 раза уменьшается усушка мяса, расход холода при однофазном способе замораживания увеличивается на 30% по сравнению с двухфазным.

Планировка портовых холодильников отличается вытянутой формой в плане вдоль водного бассейна, большой площадью сортировочных и экспедиций, наличием грузовых балконов для приема грузов со стороны причала.

На рис. 131 приведена планировка холодильника для хранения фруктов емкостью 250 т.

Хранение грузов на холодильниках сопровождается качественными и количественными потерями, которые являются следствием усушки продуктов. Причиной усушки является неравномерное распределение температур в разных точках объема камеры и наличие в камере охлаждающих батарей, температура поверхности которых ниже точки росы окружающего воздуха. Неравномерное распределение температур вызывает усиленную естественную циркуляцию воздуха. Воздух отнимает влагу от продукта, соприкасаясь с по-

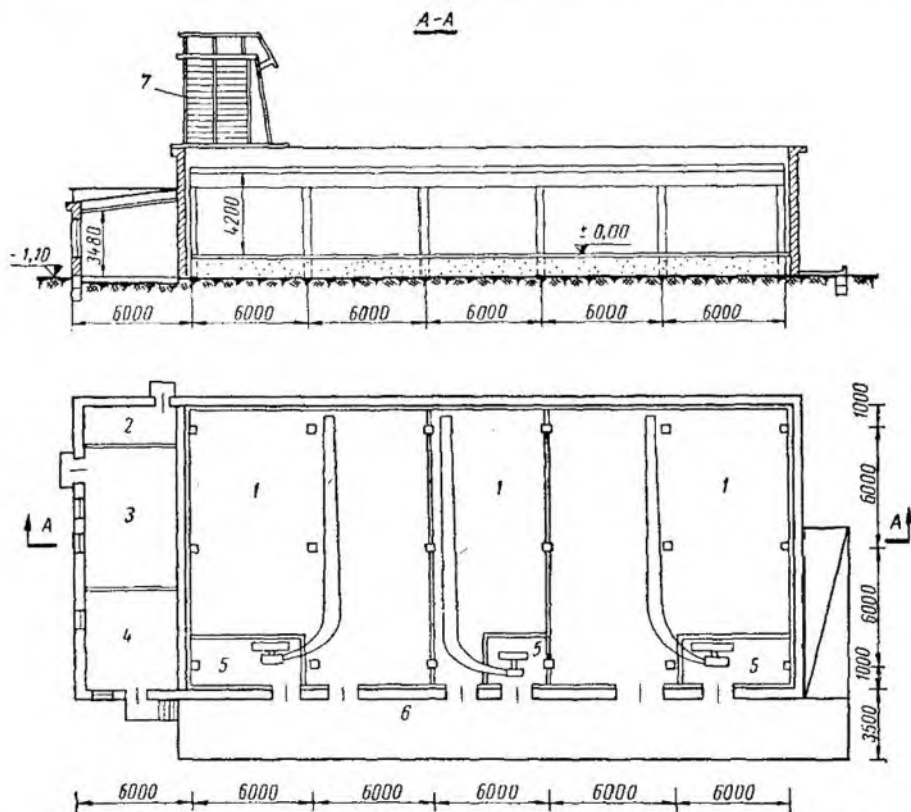


Рис. 131. Планировка холодильника для хранения фруктов емкостью 250 т:
 1 — холодильные камеры; 2 — котельная; 3 — машинное отделение; 4 — служебное помещение; 5 — воздухоохладитель; 6 — автомобильная платформа; 7 — брызгально-пеночная градирня

верхностью батарей, охлаждается, при этом влага из воздуха выделяется на поверхности батарей и воздух осушается. Для уменьшения усушки по всему наружному контуру холодильника устраивают теплозащитную рубашку, в которую выносят часть охлаждающих батарей. Теплозащитная рубашка осуществлена на холодильнике № 12 в Москве (см. рис. 128). Наружные стены холодильника выполнены из сборных офактуренных панелей размером $3,5 \times 2$ м, изолированных минеральной пробкой толщиной 30 см. В продухе шириной 0,6 м между наружной и внутренней стенами установлены потолочные трехтрубные батареи с внутренней циркуляцией аммиака. Батарей установлены на каждом этаже у потолка продуха, а верхний этаж со стороны крыши защищен от теплопритоков батареями, установленными на полу чердачного перекрытия.

Продук разделен перегородками соответственно размерам камер: из каждой камеры в продук ведет дверь. Компенсируя внешние теплопритоки, батареи поддерживают в продуке температуру, равную температуре в смежной камере. В камерах установлены батареи, отнимающие внутренние теплопритоки, поступающие из одной камеры в другую, теплопритоки, поступающие с воздухом при вентиляции камер, эксплуатационные теплопритоки. Величина их сравнительно невелика, поэтому поверхность батарей, установленных в камерах, незначительна. Отсутствие внешних теплопритоков позволяет получить более равномерное распределение температур по объему камеры, что способствует уменьшению переноса влаги с поверхности продукта на батареи, а минимальная поверхность батарей в камере позволяет поддерживать влажность воздуха, близкую к 100%.

Усушка продуктов в камерах холодильника с теплозащитной рубашкой сокращается в 2,5—3 раза по сравнению с усушкой на холодильниках при обычном охлаждении.

Как показал опыт работы холодильника № 12, годовая экономия только по мороженому мясу превысила все капитальные затраты на устройство воздушной рубашки.

Изучение работы холодильника № 12 показало целесообразность применения теплозащитной рубашки:

- 1) на многоэтажных распределительных холодильниках в южных районах страны;
- 2) на одноэтажных распределительных холодильниках в сборной конструкции крыши холодильника;
- 3) на холодильниках предприятий рыбной промышленности в целях качественного сохранения ценных сортов рыбы при длительном хранении.

В отдельных случаях на распределительном холодильнике может быть применено так называемое децентрализованное охлаждение. Центральное машинное отделение отсутствует, а каждую камеру или группу камер охлаждают самостоятельной, полностью автоматизированной аммиачной или фреоновой холодильной установкой. Холодильные агрегаты устанавливают вблизи камеры во вспомогательном помещении (экспедиции, коридоре, тамбуре). Уменьшение штата обслуживающего персонала, отсутствие расходов на содержание компрессорного цеха создает экономию и снижает себестоимость холода.

Машинное отделение крупных холодильников обычно размещают в пристройке к зданию холодильника. Это позволяет не ограничивать высоту машинного отделения высотой этажа холодильника, не лимитировать размещение оборудования межколонными пролетами, а также сделать помещение светлым и высоким.

Планировку машинного отделения выполняют с учетом требований техники безопасности и удобства эксплуатации оборудова-

ния. Машинное отделение обычно состоит из компрессорного зала и аппаратной (рис. 132). Компрессорный зал должен иметь два выхода, максимально удаленных друг от друга. Высота компрессорного зала должна быть не менее 4 м. Главный проход должен иметь ширину не менее 1,5 м, расстояние между машинами допускается не менее 1 м.

Регулирующую станцию и манометровый щит размещают так, чтобы сигнальные устройства и показания манометров были видны с любого рабочего места. Расстояние между регулирующей станцией и машинами должно быть не менее 1,5 м. Размещая оборудование, следует учитывать наименьшую протяженность и удобство разводки трубопроводов.

Аппаратное отделение можно располагать на любом этаже здания или в подвале. При установке кожухотрубных аппаратов следует предусматривать возможность прочистки или замены труб.

Маслосборники следует ставить ближе к выходу или к вытяжным вентиляционным окнам, чтобы меньше загрязнять воздух машинного отделения при выпуске масла.

Машинное отделение должно иметь основное освещение и аварийное, автоматически включающееся при выключении основного.

В компрессорном зале и аппаратном отделении должна быть предусмотрена искусственная вентиляция: приточная с двукратным обменом воздуха в час, вытяжная с трехкратным обменом воздуха в час и вытяжная аварийная с семикратным обменом воздуха в час.

Пусковые устройства компрессоров и аварийного вентилятора должны быть в машинном отделении и вне его, у входа в помещение.

Планировка мелких холодильников предприятий торговли и общественного питания имеет существенные особенности. Они обусловлены тем, что такие холодильники располагают обычно в уже существующих зданиях или пристройках к ним, специально не приспособленных для размещения холодильных устройств. При планировке мелких холодильников следует для уменьшения теплопритоков камеры размещать блоком с входом в них через тамбур шириной не менее 1,4 м. Размеры камер должны быть не менее 4 м² при ширине не менее 2 м, при отношении длины камеры к ширине не более 2,5 : 1 и высоте не менее 2,4 м.

Камеры не должны быть проходными, нельзя прокладывать через камеры водяные, канализационные, газовые и паровые трубы. В камерах площадью менее 20 м² не должно быть колонн. Нельзя размещать камеры рядом с помещениями, имеющими большую влажность или высокую температуру воздуха (котельные, душевые и т. д.). Камеры следует располагать с учетом удобства загрузки и выгрузки продуктов.

Для охлаждения таких камер применяют преимущественно фреоновые холодильные установки. Машинное отделение размещают в подвальном или полуподвальном этаже здания. Если машинное

отделение расположено в подвальном этаже жилого дома, ресторана, магазина или другого помещения с большими скоплениями людей, аммиачное охлаждение применять нельзя. Поэтому аммиачные холодильные машины применяют только для охлаждения холодильников, расположенных в отдельном стоящем здании, удаленном от жилых домов не менее чем на 30 м.

Высота машинного отделения должна быть не менее 3 м для первого этажа и 2,5 м для подвала при объеме помещения не менее 5 м³ на 1200 вт холодопроизводительности установленных компрессоров. Стены и перекрытия выполняют из негорючего или трудногорючего материала. При расстановке оборудования выдерживают следующие размеры: проход от электрощита до выступающих частей машин не менее 1,25 м; проход между выступающими частями машин и аппаратов не менее 1 м; проход между гладкой стеной и машиной не менее 0,8 м, если он не является главным для обслуживания, и 0,5 при отсутствии прохода.

Машинное отделение должно иметь вытяжную (она же аварийная) вентиляцию на семикратный обмен воздуха в час. Машинное отделение должно иметь самостоятельный выход непосредственно наружу.

Фреоновые холодильные агрегаты нельзя устанавливать на лестницах, лестничных площадках, в коридорах и вестибюлях общественных зданий. Для размещения их следует выделять спе-

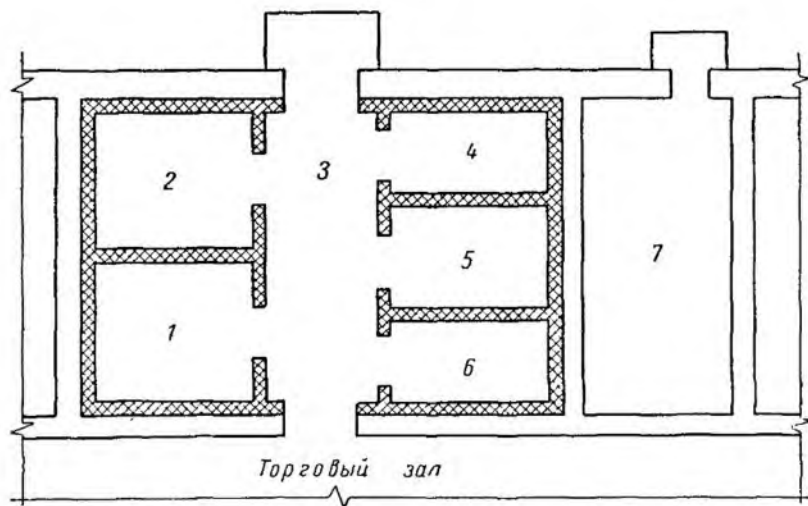


Рис. 133. Планировка холодильника торгового предприятия:

1 — камера для мяса; 2 — камера для рыбы; 3 — коридор-тамбур; 4 — камера для колбасных изделий; 5 — камера для молока и сыров; 6 — камера для фруктов и вина; 7 — машинное отделение

Таблица 38

Нормы оснащения продовольственных магазинов холодильным оборудованием

Группа товаров	Оборудование	Единица измерений	Количество рабочих мест				
			1	2	3	4	5
Мясо и птица	Сборные камеры	шт.	1	2	—	—	—
	Стационарные камеры	м ²	—	—	15	20	25
Молочно-масляные товары	Сборные камеры	шт.	1	2	—	—	—
	Стационарные камеры	м ²	—	—	1 ⁵	20	25
Рыба	Сборные камеры	шт.	1	2	2	—	—
	Стационарные камеры	м ²	—	—	—	12	15
Овощи и фрукты	Сборные камеры	шт.	1	1	2	—	—
	Стационарные камеры	м ²	—	—	—	16	20
Мясная гастрономия	Холодильные шкафы емкостью 1250 л	шт.	1	—	—	—	—
	Сборные камеры	шт.	—	1	1	—	—
Рыбная гастрономия	Стационарные камеры	м ²	—	—	—	16	20
	Холодильные шкафы емкостью 1250 л	шт.	1	—	—	—	2
Воды и соки	Сборные камеры	шт.	—	2	2	—	2
	Стационарные камеры	м ²	—	—	—	16	20
Кондитерские изделия	Холодильные шкафы емкостью 600 л	шт.	1	—	—	—	—
	Сборные камеры	шт.	—	1	1	2	2
	Холодильные шкафы емкостью 1250 л	шт.	1	1	1	—	—
	Сборные камеры	шт.	—	—	—	1	1

Таблица 39

Холодильное оборудование торговых залов

Группа товаров	Оборудование	Количество рабочих мест				
		1	2	3	4	5
Мясо и птица	Прилавок-витрина	1	2	1	2	3
	Витрина	—	—	2	2	2
Молочно-масляные товары	Пристенный шкаф-витрина	—	—	1	1	1
	Прилавок-витрина	1	2	2	2	2
Рыба	Витрина	—	—	—	1	2
	Прилавок для отпуска молока	—	—	1	1	1
Овощи и фрукты	Витрина	—	1	2	2	3
	Витрина	—	—	1	1	2
Мясная гастрономия	Прилавок-витрина	—	1	2	2	3
	Прилавок-витрина	—	1	1	1	2
Рыбная гастрономия	Витрина	—	—	1	1	1
	Витрина	—	—	1	1	1
Воды и сок	Стойка	1	1	1	2	2
	Холодильный шкаф емкостью 600 л	—	1	1	2	2
Кондитерские изделия	Прилавок-витрина	—	—	—	1	1
	Витрина	—	1	1	1	1

циальное помещение объемом не менее 1 м^3 на каждые $0,5 \text{ кг}$ фреона, содержащегося в установке. Можно размещать фреоновую установку в специальном машинном отделении высотой не менее $2,8 \text{ м}$. Помещение машинного отделения должно иметь окна или двери, открывающиеся непосредственно наружу площадью не менее 1 м^2 , или вытяжную вентиляцию с трехкратным обменом воздуха в час. На рис. 133 дан пример планировки холодильника торгового предприятия.

На предприятиях торговли и общественного питания устанавливают также холодильные устройства в виде охлаждаемых прилавков, витрин, шкафов, сборных камер.

В табл. 38 и 39 приведены нормы оснащения продовольственных магазинов холодильным оборудованием.



ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ
ХОЛОДИЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

§ 63. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ

Поддержание в камерах пониженных температур облегчается изоляцией ограждений холодильника, т. е. покрытием их материалами с малым коэффициентом теплопроводности. Стоимость изоляционного материала и изоляционных работ составляет до 40% от стоимости строительства всего холодильника, поэтому к их выполнению предъявляются особенно высокие требования.

Наилучшим изоляционным материалом является сухой неподвижный воздух, коэффициент теплопроводности которого $\lambda = 0,023 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$. Все изоляционные материалы пористые. Они состоят из твердого скелета, образующего воздушные ячейки, и воздуха, заполняющего их. С уменьшением размеров и увеличением числа ячеек изоляционные свойства материала улучшаются, так как увеличивается содержание воздуха в материале, а состояние его приближается к неподвижному.

Особенностью холодильной изоляции является опасность ее увлажнения влагой наружного воздуха. С повышением температуры воздуха парциальное давление водяного пара возрастает, поэтому парциальное давление водяного пара снаружи будет больше, чем внутри холодильника, и водяные пары стремятся проникнуть в холодильник через ограждение, кроме особо холодных дней, когда температура воздуха снаружи ниже, чем в камерах холодильника. Заполнение воздушных ячеек водяным паром и влагой, полученной при конденсации пара, вызывает значительное увеличение коэффициента теплопроводности материала и потерю им теплоизоляционных свойств, так как коэффициент теплопроводности воды и льда значительно выше, чем воздуха:

$$\lambda_{\text{воды}} = 0,58 \text{ вт/м} \cdot \text{град}; \lambda_{\text{льда}} = 2,2 \text{ вт/м} \cdot \text{град}.$$

Для защиты изоляционного материала от увлажнения в изоля-

ционной конструкции предусматривают слой гидроизоляционного материала, который ставят с теплой стороны изоляционного слоя.

Изоляционные материалы должны обладать определенными свойствами:

- 1) малым коэффициентом теплопроводности ($\lambda = 0,035 — 0,175 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$); материалы с большим коэффициентом теплопроводности относят к группе строительных материалов;
- 2) малой плотностью ($\rho = 15 — 60 \text{ кг/м}^3$);
- 3) незначительной гигроскопичностью и влагоемкостью;
- 4) отсутствием запаха и способностью к впитыванию посторонних запахов;
- 5) морозостойкостью;
- 6) огнестойкостью;
- 7) стойкостью против поражения грибами и против грызунов;
- 8) долгим сроком службы;
- 9) малой стоимостью.

Изоляционные материалы подразделяют на группы по следующим признакам:

1. По теплоизоляционным свойствам на: 1) высокоэффективные материалы с коэффициентом теплопроводности до $0,047 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$; 2) эффективные материалы с коэффициентом теплопроводности от $0,047$ до $0,0815 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$; 3) материалы средней эффективности с коэффициентом теплопроводности от $0,0815$ до $0,175 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$; 4) материалы низкой эффективности с коэффициентом теплопроводности от $0,175$ до $0,35 \text{ вт/м} \cdot \text{град}$.

Материалы последней группы относят к строительным материалам и как изоляционные применяют в исключительных случаях для малоответственных сооружений.

2. По происхождению на: 1) изоляционные материалы органического происхождения; 2) изоляционные материалы минерального происхождения.

3. По виду изготовления на: 1) штучные жесткие изделия, к ним относятся плиточные, блочные материалы и фасонные изделия из изоляционных материалов; 2) штучные гибкие изделия—маты, рулонные материалы, изоляционный шнур и т. д.; 3) засыпные изоляционные материалы, например шлак, опилки, пробковая крошка и т. д.

Выбор изоляционных материалов для заданной изоляционной конструкции зависит от условий, в которых эта конструкция будет работать, и дополнительных требований к материалу, определяемых этими условиями. Например, для изоляционных конструкций наружных стен холодильника применяют материалы, обладающие малой гигроскопичностью, не подверженные гниению, поражению грибами и грызунами, с достаточной механической прочностью.

Для изоляционных конструкций изотермического транспорта следует выбирать материал с малым объемным весом, достаточно прочный, чтобы не разрушался при тряске.

§ 64. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Это большая группа естественных и полученных искусственным путем из органических соединений изоляционных материалов, в которую входят высокоэффективные, эффективные материалы и материалы средней эффективности.

К органическим материалам относятся: натуральная пробка и изделия из нее, торфоплиты, древесно-волоконистые плиты, камышит, соломит и другие изделия, получаемые из растительного сырья и газонаполненной пластмассы.

Пробковые плиты являются эффективным изоляционным материалом, получаемым из коры пробкового дуба или коры бархатного дерева. Плиты изготовляют размерами 500×1000 мм и толщиной от 25 до 120 мм. Для изоляции холодильников применяют плиты толщиной 50 и 100 мм.

По сравнению с другими изоляционными материалами этой группы пробковая изоляция мало увлажняется, трудно воспламеняется, стойка против гниения и разрушения грибами.

Лучшим сортом пробковых плит считают экспанзит, получаемый путем нагревания пробковой крошки до $250\text{--}300^\circ\text{C}$ без доступа воздуха. При этом пробковая крупа спекается в сплошную пористую плиту.

Обыкновенные пробковые плиты изготовляют, смешивая пробковую крупу с вяжущим веществом (битумом, смолами или органическим клеем) и опрессовывая давлением 4 Мн/м^2 .

Основной недостаток пробковых плит — малая сырьевая база и вследствие этого высокая стоимость. Из пробки изготовляют также фасонные изделия, применяемые для изоляции оборудования и трубопроводов.

Торфоплиты изготовляют из молодого малоразложившегося торфа сфагнума, не утратившего еще волокнистого строения. Плиты имеют размеры 500×1000 мм и толщину 30 и 50 мм.

Торфоплиты выпускают четырех видов: 1) водоустойчивые трудносгораемые — марки ВТ; 2) водоустойчивые — марки В; 3) трудносгораемые — марки Т; 4) обыкновенные — не маркируемые.

Торфоплиты — эффективный изоляционный материал, который обладает хорошими изоляционными свойствами, но имеет и много недостатков: малую устойчивость против гниения, грызунов, большую водопоглощаемость и гигроскопичность, малую механическую прочность, большую возгораемость. Это обусловило ограничения в применении торфоплит при появлении новых изоляционных материалов, лишенных таких недостатков.

Бумажнолитая изоляция является одной из разновидностей изоляционных материалов, сырьем которых служит древесина. Ее изготовляют в виде плит или скорлуп из отходов целлюлозы, бумажного срыва и древесных опилок с добавлением глинозема и кальцинированной соды.

Применяют для изоляции трубопроводов и оборудования.

Недостатки бумажнолитой изоляции — возгораемость, поражение грибками и грызунами.

Древесно-волокнистые плиты являются другой разновидностью изоляционного материала, изготовленного из древесного сырья. Плиты получают путем прессования мелких древесных волокон с добавлением или без добавления вяжущих веществ. Плиты пропитывают гидрофобными веществами, антисептиками и антипиринами для водостойкости и биостойкости. Древесно-волокнистые плиты могут быть использованы для изоляции наружных и внутренних ограждений холодильников.

Древесные опилки, пропитанные антисептиками, могут служить дешевым засыпным изоляционным материалом для малоответственных сооружений.

Камышит и соломит представляют собой плиты или маты, прошитые мягкой оцинкованной проволокой и спрессованные под давлением $0,4 \text{ Мн/м}^2$. Размеры плит: длина 2000—4500 мм, ширина 1000 мм, толщина 40—100 мм. Для уменьшения опасности загнивания камышита стебли пропитывают 3-процентным раствором фтористого натрия. Камышит горюч, влагоемок, поражается плесенью и грибками. Применяют его для изоляции внутренних ограждений холодильника. В камерах с переменной влажностью камышит не пригоден.

Шевелин изготовляют из отходов льняного производства — пакли и кудели. Между листами паронепроницаемой бумаги прокладывают паклю и кудель и полотнища прошивают оцинкованной проволокой. Размеры полотнищ: длина до 60 м, ширина 1 м и толщина 12,5 мм одинарного и 25 мм двойных полотнищ.

Этот материал был предложен инженером В. Н. Шевелевым в 1914 г. Шевелин легко загорается, гигроскопичен, подвержен гниению, воздействию грибков, грызунов, может применяться для изоляции изотермических вагонов и для внутренних ограждений холодильника при небольшой влажности.

Морозин представляет собой материал однотипный с шевелином, изготовленный в виде матов из льняной костры, покрытой пароизоляционной бумагой, и прошитых кручеными нитками. Свойства морозина аналогичны свойствам шевелина.

В последнее время большое распространение получили искусственные материалы органического происхождения. К ним относятся твердые пены, губчатые пластмассы и пенопласты. Эти материалы образуют группу полимерных теплоизоляционных материа-

лов, получаемых из различных смол: фенол-формальдегидной, мочевино-формальдегидной, полистирольной, полихлорвиниловой и др. Полимерные изоляционные материалы имеют малую плотность (от 5 до 160 кг/м³), биостойки и имеют другие ценные свойства.

Полимерами называют химические соединения, отдельные молекулы которых, благодаря наличию двойных или тройных связей, соединяются между собой, образуя молекулы удвоенного, утроенного или многократно увеличенного молекулярного веса.

Мипора изготавливается из формальдегида, мочевины и уксуснокислого натрия. Составные части нагревают в перегонном аппарате до 95°, полученные пары конденсируют и взбивают с пенообразователем. Пенообразную массу подсушивают в формах при температуре наружного воздуха, а затем сушат в специальных сушилках. Размеры плит: длина 1 м, ширина 0,5 м, толщина 0,25 м.

Мипора очень гигроскопична. Для увеличения водостойкости плиты ее погружают в расплавленный битум или завертывают в паронепроницаемую бумагу. Большая влагоемкость и малая механическая прочность ограничивают применение мипоры при строительстве холодильников. Ее применяют главным образом для торгового холодильного оборудования.

Пенопласт ПХВ-1 представляет собой плиты из газонаполненной пластмассы в виде твердой пены. Изготавливается из полихлорвиниловой смолы. Обладает достаточной прочностью, не гигроскопичен, не изменяет своих свойств в переменных условиях воздействия тепла и холода, горения не поддерживает. Имеет ограниченное применение вследствие дороговизны.

Пиатерм выпускается в виде блоков и плит длиной 500—1030 мм, шириной 540 мм, толщиной 200—220 мм. Изготавливается из мочевино-формальдегидной смолы. Обладает большой гигроскопичностью, поэтому должен быть хорошо защищен от влаги.

Пенополистирол находит широкое применение за рубежом и начинает применяться в Советском Союзе. Его получают полимеризацией стирола, который изготавливают из бензола и этилена в присутствии хлорида алюминия под давлением и при нагреве.

Ячеистые материалы, получаемые на основе полистирола, называют *пенополистиролами*. Они обладают хорошими теплоизоляционными свойствами, высокой водоустойчивостью, морозостойкостью, малой паропроницаемостью, не поражаются грибами и грызунами, многие из них трудновозгораемы.

Пенопласт марки ПС-1 изготавливают из полистирола. Представляет собой твердую газонаполненную пластмассу. Выпускают в виде плит размерами: шириной 500 мм, длиной 500 мм, толщиной 55, 50, 45, 40 мм; обладает большой стойкостью в условиях переменных температур. Ограниченное применение имеет вследствие легкой возгораемости и высокой стоимости.

§ 65. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

К естественным материалам минерального происхождения относят легкие ячеистые камни: пензу, туф, известняки, ракушечник и др. Это материалы низкой эффективности, применяемые как местные строительные и одновременно теплоизоляционные материалы при строительстве небольших холодильников.

Для изоляционных конструкций крупных холодильников большое распространение получили искусственные минеральные изоляционные материалы, относящиеся к группе эффективных материалов. Минеральные изоляционные материалы более прочны, менее гигроскопичны, менее подвержены гниению, поражению грибками, грызунами, менее возгораемы, чем материалы органического происхождения.

Для изоляции наружных и внутренних ограждений холодильника, а также изоляции трубопроводов и аппаратов применяют изделия из минеральной и стеклянной ваты.

Минеральная вата получается из доменного шлака, доломитоглинистого мергеля, доломита, базальта и др.

Сырье для получения минеральной ваты расплавляют при температуре 1300—1400° и в струю расплавленного материала под давлением 0,8 Мн/м² подают пар или горячий воздух, раздувающий его на тонкие нити толщиной от 10 до 50 мк. В нитях попадают застывшие стекловидные горошины (корольки). Чем больше корольков, тем хуже качество ваты, тем больше ее объемный вес. Примерно также получают стекловату. Минеральную и стеклянную вату применяют как засыпной изоляционный материал. Эти материалы дают большую усадку и вызывают затруднения при производстве изоляционных работ, забиваясь в кожу и попадая в дыхательные пути.

Минеральный войлок изготавливают из минеральной ваты на битумной или фенол-формальдегидной связке. Размеры полотнищ: длина от 1000 до 3000 мм, ширина от 375 до 1200 мм, толщина 20, 40 и 60 мм. Применяют для изоляции холодильных трубопроводов и оборудования.

Минеральная пробка изготавливается из минеральной ваты, обработанной нефтебитумной эмульсией при давлении 0,03—0,04 Мн/м². Опрессованные плиты высушивают при температуре 140° С. Применяют в виде плит или фасонных изделий. Размеры плит: длина 1000 мм, ширина 500 мм, толщина 50 мм.

Минеральная пробка обладает малой гигроскопичностью, почти не горит, не гниет, не поражается грибками и грызунами. Используется для изоляции наружных и внутренних ограждений холодильников и для изоляции трубопроводов и оборудования.

Стекланный войлок представляет собой маты, состоящие из тонких коротких (штательных) нитей, обработанных для связки синтетическими (фенольно-формальдегидными) смолами, реже битумом. Стекланный войлок не восприимчив к влаге, не имеет запаха, биостоек, недорог по стоимости. Теплоизоляцию из стекланный войлока широко применяют в домашних холодильных шкафах.

Пенобетон относят к материалам средней эффективности. Это пористый бетон, изготовленный из цементного молока с пеной из канифольного мыла. Для стойкости пены при схватывании бетона в нее добавляют столярный клей. Полученный раствор выливают в формы, где происходит схватывание цемента и испарение воды. Пенобетон неустойчив, в условиях переменных температур дает усадку, что приводит к образованию трещин в блоках.

Более устойчив «пропаренный» пенобетон, твердение которого в формах происходит в паровой камере, где 16—20 часов формы с пенобетоном находятся в атмосфере насыщенного пара.

Наилучшим является «автоклавный» пенобетон, твердение которого происходит в автоклавах. Пенобетон не горит, не гниет, не поражается грибками и грызунами, мало гигроскопичен, выпускается в виде блоков различной толщины. Применяют для изоляции наружных стен холодильника, но главным образом для выполнения перегородок между камерами. Пенобетон в этом случае является одновременно строительным и изоляционным материалом. Применять его следует для помещений с нулевыми и положительными температурами, так как в условиях низких температур пенобетон дает трещины.

Газостекло (или пеностекло) изготовляют в виде пористых блоков размером $450 \times 350 \times 100$ мм из отходов стекольного производства. Бой стекла измельчают, смешивают с порошкообразным древесным углем или известняком (которые служат газообразователем), высыпают в формы и нагревают до температуры $700\text{—}900^\circ\text{C}$. Газообразователь выделяет газ, который раздувает ячейки в вязкой стекланный массе. Газостекло изготовляют в виде блоков размерами 500×500 мм и толщиной от 60 до 120 мм. Газостекло не горит, не гниет, не подвергается действию грызунов, грибков. Применяют как изоляционный материал для изоляции наружных стен холодильника и как строительный материал для перегородок между камерами.

Шлаки котельные и доменные применяют для изоляции полов холодильников, расположенных на грунте, а также в виде засыпной изоляции для малоответственных холодильных сооружений. Лучшими являются доменные гранулированные шлаки, полученные путем быстрого охлаждения водой при выпуске их из домы.

Альфон представляет собой листы мятой или гладкой фольги толщиной 7—20 мм, натянутые на расстоянии 8—10 мм друг от дру-

га. Высокие изоляционные свойства полученного материала являются следствием малой теплопроводности воздушных прослоек и большой отражающей способности блестящей поверхности альфоля. Альфоль негигроскопичен, огнестоек, не имеет запаха.

Основной недостаток альфоля — малая механическая прочность и коррозия в среде влажного воздуха.

§ 66. ПАРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Влага в ограждение может попадать различными путями: 1) грунтовая влага вследствие капиллярного всасывания в материал; 2) влага от атмосферных осадков, попадающая на поверхность ограждения; 3) вследствие гигроскопичности строительных материалов, способных впитывать влагу из воздуха; 4) конденсацией водяных паров из воздуха.

Разность парциальных давлений водяных паров по обеим сторонам ограждения создает предпосылку к потоку пара со стороны более высокой температуры в направлении более низкой температуры воздуха.

Как было указано выше, увлажнение теплоизоляционного материала приводит к значительному увеличению его коэффициента теплопроводности.

Для защиты теплоизоляционного слоя от увлажнения в изоляционной конструкции ставят гидроизоляционный слой, он же служит пароизоляцией.

К пароизоляционным материалам относят битум, битумные эмульсии и мастики, рулонные материалы, облицовочные плитки.

Битум бывает естественный и искусственный. Искусственный битум — это смолистое вещество, получаемое как конечный продукт при перегонке нефти.

В зависимости от температуры размягчения различают 5 марок битума. Марки I, II и III называют легкоплавкими, они имеют температуру размягчения до 50°, марки IV и V — тугоплавкими, температура размягчения их соответственно 70 и 90°С. При строительстве холодильников применяют битум марок III, IV и V и их сплавы. Расплавленный битум наносят тонким ровным слоем на теплую и сухую поверхность. Он выполняет одновременно роль пароизоляционного и склеивающего вещества. При низких температурах битум трескается и непрерывность изоляционного слоя нарушается.

Битум обладает недостаточными гидроизоляционными свойствами, и применение только его для наружных стен недостаточно.

Битумная эмульсия состоит из мелких частиц битума, находящихся во взвешенном состоянии в воде, из эмульгатора, который препятствует слипанию частиц битума, и небольшого количества щелочи. В качестве эмульгатора может быть использовано мыло

или определенные сорта глины. Битумную эмульсию можно наносить на холодную влажную поверхность с помощью пульверизатора. После высыхания воды частицы битума слипаются и образуют ровную сплошную пленку.

Битумные мастики применяют холодные и горячие. В состав холодной битумной мастики, предложенной кафедрой холодильных установок Ленинградского института холодильной промышленности, входит битумная эмульсия (50%), асбест (25%) и горный песок (25% по весу). Холодную мастику наносят слоем 5—10 мм. Мастика хорошо ложится на холодные и влажные поверхности.

Горячая битумная эмульсия состоит из расплавленного битума, смешанного с наполнителем, в качестве которого берут асбест, торф и др. При производстве изоляционных работ мастику расплавляют до температуры 160—180° С и наносят щетками на поверхность.

К рулонным материалам относятся рубероид, пергамин, борулин, гидроизол, металлоизол, толь и др.

Рубероид — это кровельный картон, пропитанный легкоплавким битумом, покрытый с двух сторон тугоплавким битумом и посыпанный минеральным порошком. Толщина листов—0,5—0,7 мм, ширина — от 650 до 1050 мм, длина — 20 м.

Пергамин отличается от рубероида отсутствием наружного покрытия листов тугоплавким битумом, поэтому его называют беспокровным материалом. Размеры листов такие же, как у рубероида.

Толь — картон, пропитанный каменноугольной смолой и обсыпанный с двух сторон песком. Обладает слабыми гидроизоляционными свойствами и применяется для малоответственных сооружений. Толь обладает сильным запахом, поэтому его нельзя применять для внутренних ограждений холодильников.

Недостатком названных выше материалов является то, что картон — органический материал, подверженный загниванию, вследствие чего гидроизоляционный слой разрушается.

Борулин изготавливают путем прокатки через вальцы смеси из асбестовых волокон, резины и нефтяных битумов, его называют бесосновным материалом. Толщина листов 1,5—2 мм, ширина 600—900 мм. Борулин обладает хорошими пароизоляционными свойствами, долговечен, стоимость его выше стоимости других пароизоляционных материалов. Применяют для изоляции наружных ограждений холодильников.

Гидроизол представляет собой асбестовую бумагу толщиной 1 мм, пропитанную битумом. Наружных покрытий не имеет.

Металлоизол изготавливают путем двухстороннего покрытия битумом алюминиевой фольги. Толщина листов 0,5—1 мм, длина листов 5 м.

Гидроизол и металлоизол огнестойки.

Перфоль — паронепроницаемая бумага, применяемая для за-вертки блоков мипоры.

Глазуровочные плиты, применяющиеся для облицовки на-ружной поверхности стен, являются хорошим гидроизоляционным материалом.

Увлажнение изоляционного материала на действующих пред-приятиях вызывает увеличение теплопритоков, что может привести к повышению температуры в камерах холодильника.

В свете изложенного выше большое значение приобретает осу-шение увлажненной изоляции в самой конструкции. Такие работы ведутся во ВНИХИ, в Одесском технологическом институте и за рубежом.

В 1949 г. шведским ученым Мунтером был предложен способ осушения изоляции — система Миникей (рис. 134). На поверхности теплоизоляционных плит последнего со стороны камеры слоя обра-зованы бороздки — каналы для циркуляции воздуха. Движение воздуха по каналам осуществляется за счет разности в весе тепло-го и холодного воздуха (гравитационная система) или вентилятором.

Проходя по каналам, воздух отбирает от изоляции влагу и ув-лажненным поступает в осушитель, выполненный в виде оребрен-ных трубчатых охладителей. При охлаждении избыточная влага из воздуха выделяется на трубах в виде снеговой шубы и осушенный воздух вновь поступает в каналы. Снеговая шуба ежедневно уда-ляется со змеевиков с помощью электронагревателей. При этом спо-собе осушки теплоизоляционного материала он должен быть с двух сторон защищен надежным слоем пароизоляции. Опыт осушки изоляции по способу Миникей на ряде зарубежных холодильников показал положительные результаты.

§ 67. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

К изоляционным конструкциям холодильника предъявляются следующие требования.

1. Толщина изоляционного слоя конструкции должна соответ-ствовать оптимальному значению коэффициента теплопередачи огра-ждения, при котором сумма годовых затрат на амортизационные отчисления от стоимости изолированного ограждения (на 1 м^2), стоимости выработанного холода на покрытие теплопритоков через 1 м^2 ограждения в год и стоимости доли усушки продуктов за год, соответствующей количеству тепла, проникшему через 1 м^2 ограждения, будет минимальной.

2. Толщина изоляционного слоя должна быть достаточной, чтобы не допускать конденсации влаги на поверхности стенки.

3. Изоляционный слой должен быть непрерывным.

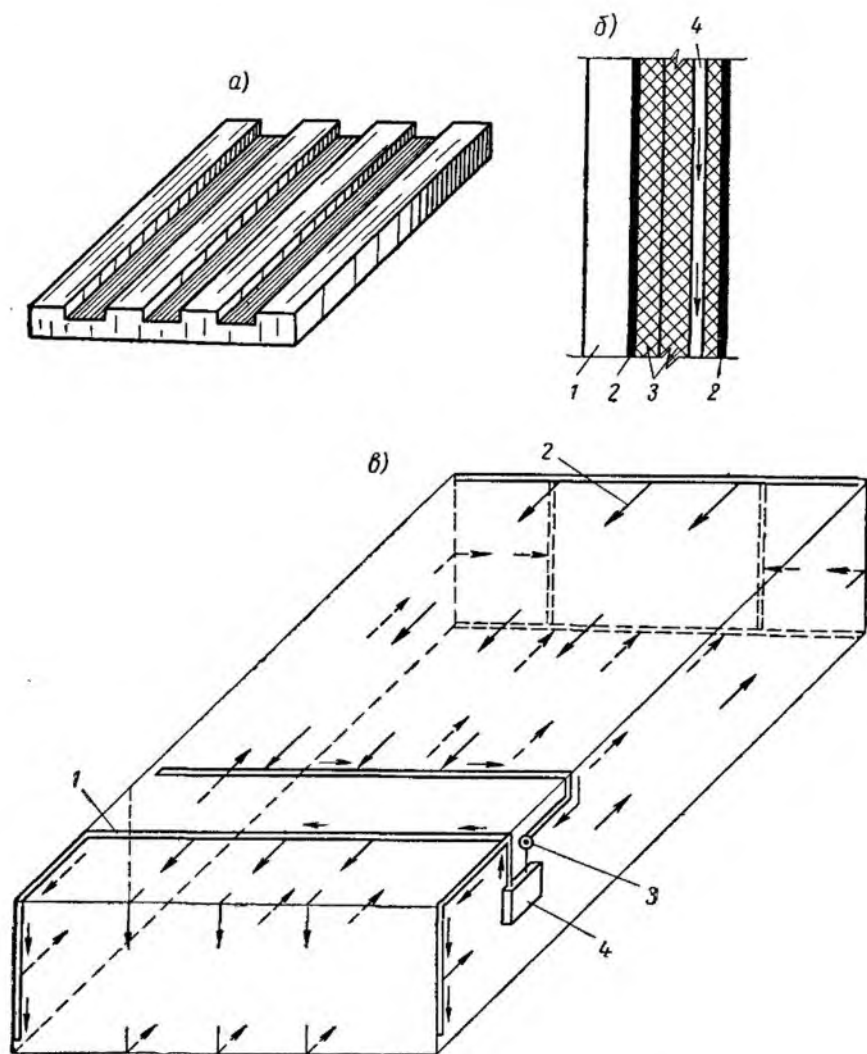


Рис. 134. Схема осушения изоляции по системе Миникей:

а — теплоизоляционная плита с бороздками для циркуляции воздуха; *б* — изоляционная конструкция стены: *1* — строительная стенка; *2* — гидроизоляционный слой; *3* — теплоизоляционные плиты; *4* — воздушный канал в слое изоляции; *в* — схема осушения изоляции: *1* — металлические магистральные воздуховоды; *2* — рабочие каналы в слое изоляции; *3* — вентилятор; *4* — воздухоохладитель

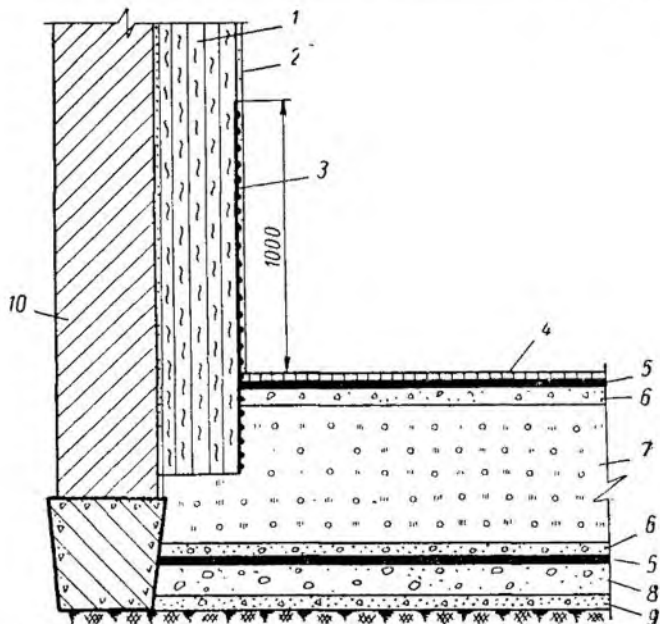


Рис. 135. Изоляционная конструкция пола холодильника, расположенного на грунте:

1 — теплоизоляционный слой наружной стены; 2 — штукатурка; 3 — металлическая сетка; 4 — чистый пол; 5 — паронизоляционный слой; 6 — бетонная корка; 7 — засыпка; 8 — шлакобетон; 9 — уплотненный грунт; 10 — стена

4. Изоляционная конструкция должна предусматривать надежную защиту теплоизоляционного слоя от увлажнения.

5. В изоляционной конструкции должна быть учтена защита от проникновения в изоляцию грызунов.

6. Изоляционный материал должен надежно крепиться к строительным конструкциям.

Полы холодильника, расположенные на грунте, обычно изолируют шлаком толщиной 300—500 мм (рис. 135).

Если в первом этаже расположены камеры с низкими температурами, то под ними устраивают шанцы или электрообогрев (рис. 125).

Междуэтажные перекрытия изолируют со стороны более холодной камеры, при этом изоляционный слой может быть расположен поверх плиты перекрытия и под плитой перекрытия (рис. 136).

Устройство изоляционного слоя поверх плиты перекрытия значительно упрощает производство работ.

При разности температур менее 4°C в камерах, расположенных одна над другой, перекрытие не изолируют.

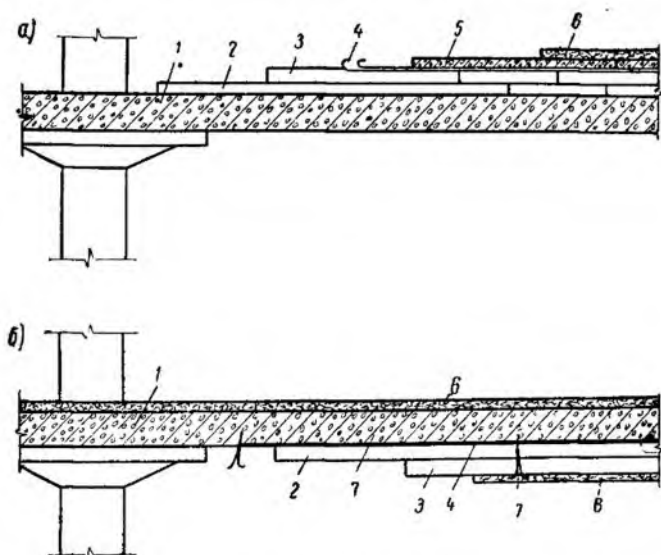


Рис. 136. Изоляционные конструкции междуэтажных перекрытий:

a — по верху перекрытия; *б* — по низу перекрытия; 1 — железобетонная плита перекрытия; 2 и 3 — теплоизоляционный слой; 4 — гидроизоляция; 5 — железобетонная корка; 6 — чистый пол; 7 — усы; 8 — штукатурка по сетке

В изоляционной конструкции крыши (рис. 137) следует обратить особое внимание на защиту теплоизоляционного слоя от увлажнения, поэтому для кровель бесчердачных покрытий холодильников следует применять рулонные материалы на незагнивающей основе — гидроизол, борулин или руберонд на асбестовой основе.

Хорошей защитой служит укладка на горячей битумной мастике белых бетонных или асбестоцементных плит.

Наружные стены холодильника могут быть изолированы плиточными и блочными изоляционными материалами (рис. 138).

Перегородки холодильника (рис. 139) целесообразно выполнять из блочных материалов, которые не требуют дополнительной строительной стенки (пенобетон, пеностекло и др.). При наличии строительной стенки перегородки можно изолировать плиточными материалами.

Колонны, попадающие в изолированные перегородки, изолируют на всю высоту. Перегородки располагают по оси колонн.

Холодильники имеют этажерочную конструкцию, полки-перекрытия которой опираются на колонны. Если по высоте холодильника температура в камерах различна, то колонны будут являться

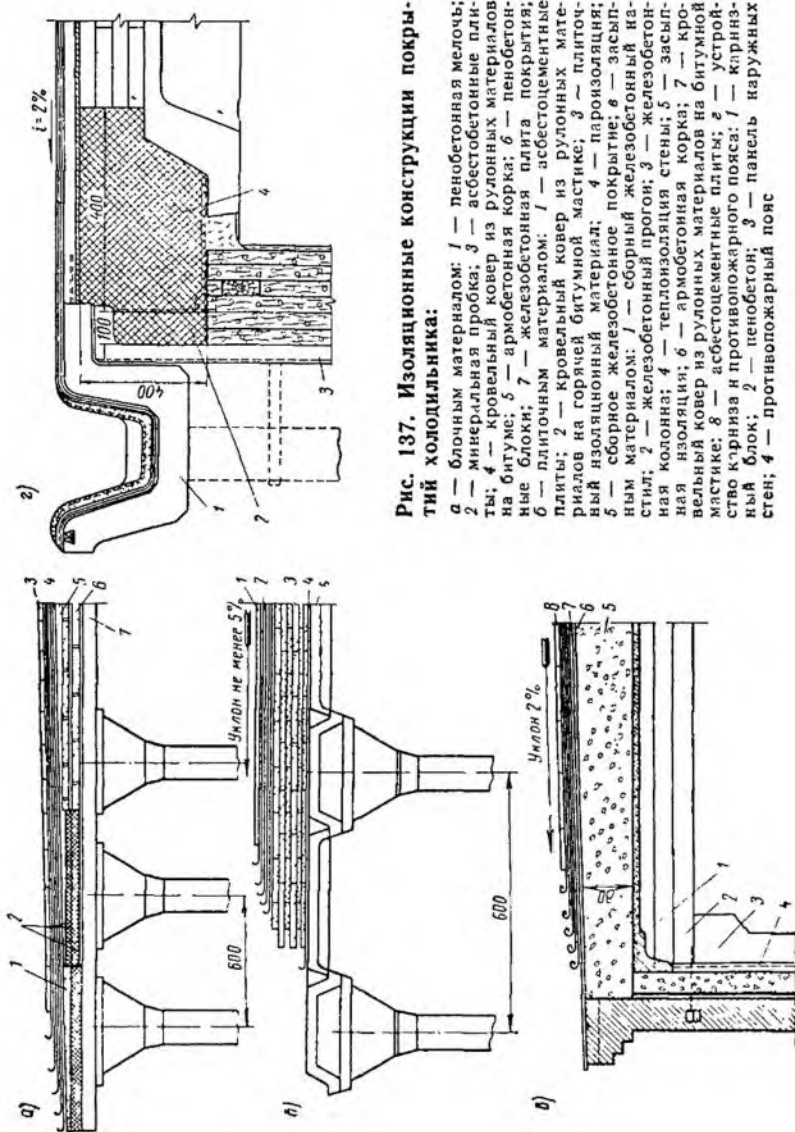


Рис. 137. Изоляционные конструкции покрытий холодильника:

а — блочный материал; 1 — пенобетонная мелочь; 2 — минеральная пробка; 3 — асбестобетонные плиты; 4 — кровельный ковер из рулонных материалов на битуме; 5 — армированная корка; 6 — пенобетонные блоки; 7 — железобетонная плита покрытия; 8 — плитный материал; 9 — асбестоцементные плиты; 10 — кровельный ковер из рулонных материалов на горячей битумной мастике; 11 — плиточный изоляционный материал; 12 — пароизоляция; 13 — сборное железобетонное покрытие; 14 — засыпной материал; 15 — сборный железобетонный настил; 16 — железобетонный прогон; 17 — железобетонная колонна; 18 — теплоизоляционная стена; 19 — засыпная изоляция; 20 — армированная корка; 21 — кровельный ковер из рулонных материалов на битумной мастике; 22 — асбестоцементные плиты; 23 — устройство карниза и противопожарного пояса; 24 — карнизный блок; 25 — пенобетон; 26 — панель наружных стен; 27 — противопожарный пояс

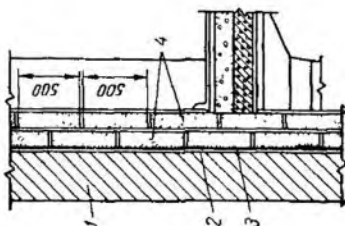
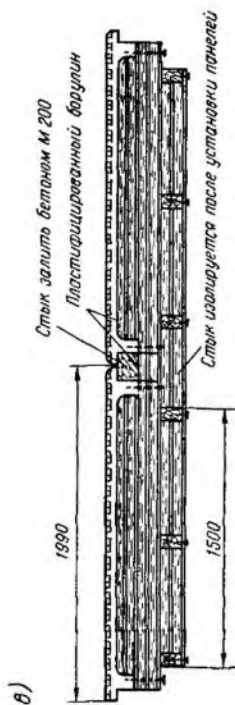
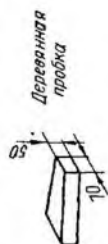
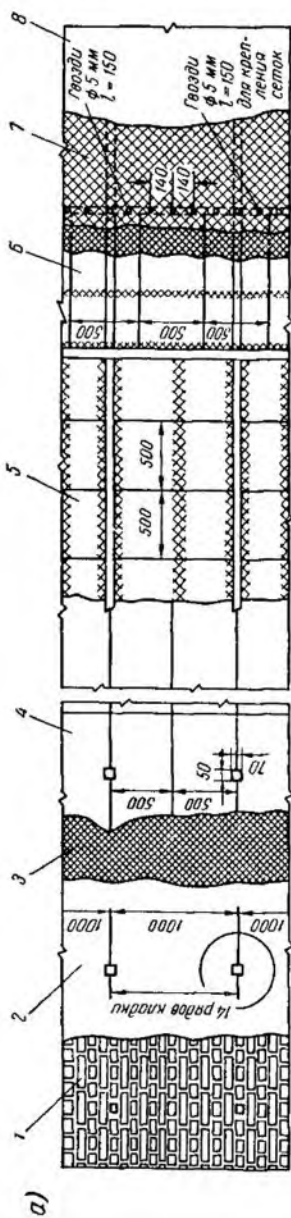
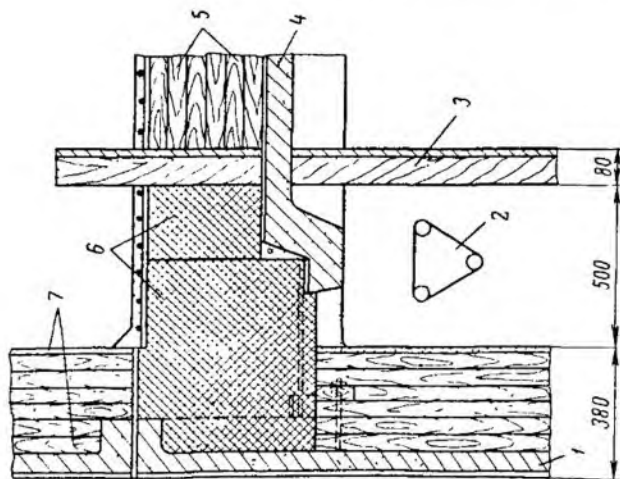


Рис. 138. Изоляционные конструкции наружных стен холодильника:

а — изоляция кирпичной стены плиточным материалом; 1 — стена; 2 — штукатурка цементным раствором; 3 — паронизация; 4 — первый слой плит; 5 — накладка второго слоя плит и прибивание реек; 6 — третий слой плит; 7 — крепление металлической сетки; 8 — штукатурка известково-цементным раствором; б — изоляция наружной стены блочным материалом; 1 — стена; 2 — штукатурка; 3 — битумная паронизация; 4 — блоки пенобетона; в — изоляция железобетонных панелей плиточным материалом; г — конструкция наружной стены холодильника с теплоизоляционной рубашкой; 1 — железобетонная панель; 2 — прибор охлаждения продуха; 3 — дополнительная стенка между камерой и продухом; 4 — железобетонная плита перекрытия; 5 — теплоизоляционный слой перекрытия; 6 — противопожарный пояс; 7 — теплоизоляционный слой наружной стены



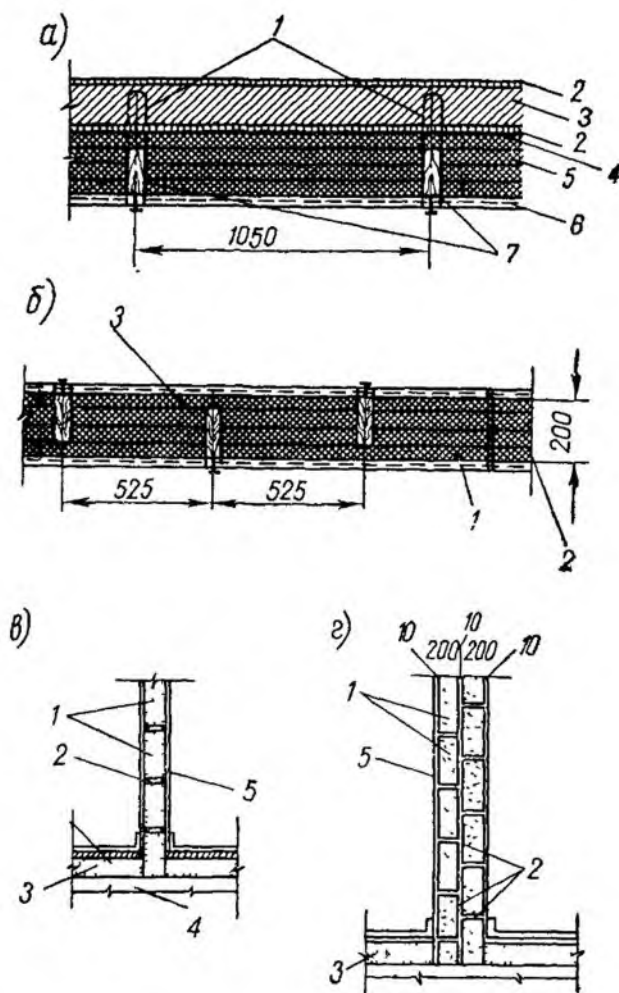


Рис. 139. Изоляционные конструкции перегородок холодильника:

а — кирпичная перегородка с плиточной изоляцией: 1 — усы из стали диаметром 6 мм, выпускаемые из кладки для крепления деревянных реек; 2 — цементно-известковая штукатурка; 3 — кирпичная кладка; 4 — паронизоляция; 5 — плиточная изоляция; 6 — штукатурка по металлической сетке; 7 — антисептированные рейки, покрытые битумом; б — деревянная перегородка с плиточной изоляцией: 1 — штукатурка по металлической сетке; 2 — плиточная изоляция; 3 — деревянные рейки, антисептированные и покрытые битумом; в и г — одно- и двухслойная пенобетонная перегородка: 1 — пенобетонные блоки; 2 — теплый раствор; 3 — теплоизоляция перекрытия; 4 — железобетонная плита перекрытия; 5 — затирка

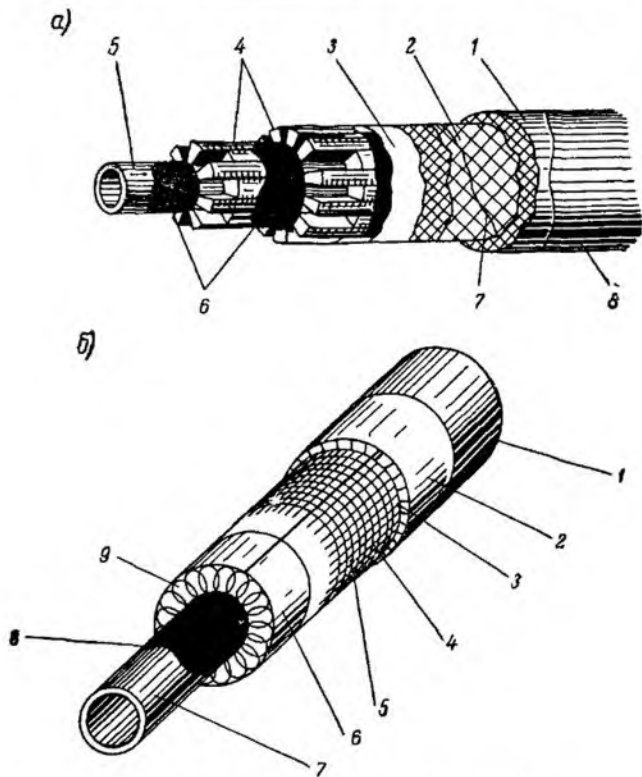


Рис. 140. Изоляция конструкций трубопроводов:

а — сегментами 1 — цементная штукатурка; 2 — металлическая сетка; 3 — пергамин; 4 — сегменты из торфоплит или пробки; 5 — труба; 6 — битум; 7 — спираль из проволоки; 8 — покраска или побелка; *б* — минеральным войлоком 1 — окраска или побелка; 2 — цементная штукатурка; 3 — сетка из проволоки 10,8 мм с ячейками размером 150х150 мм; 4 — кольца из проволоки диаметром 2 мм; 5 — проволока для стяжки сетки диаметром 0,8 мм; 6 — пергамин; 7 — труба; 8 — битум; 9 — минеральный войлок

мостиками холода. В таком случае колонны изолируют или на высоту 1,5 м или по всей высоте, в зависимости от распределения температур по этажам. Изоляцию колонн выполняют из плиточных материалов, используя торфоплиты или минеральную пробку.

Изоляцию трубопроводов и оборудования производят после испытания системы и устранения всех недоработок эффективными изоляционными материалами высокого качества и правильной формы (рис. 140).

Обычно трубы изолируют сегментами, нарезаемыми из плиточного материала. Однако более рациональным является применение целых «скорлуп», охватывающих сразу половину трубы по окружности.

§ 68. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

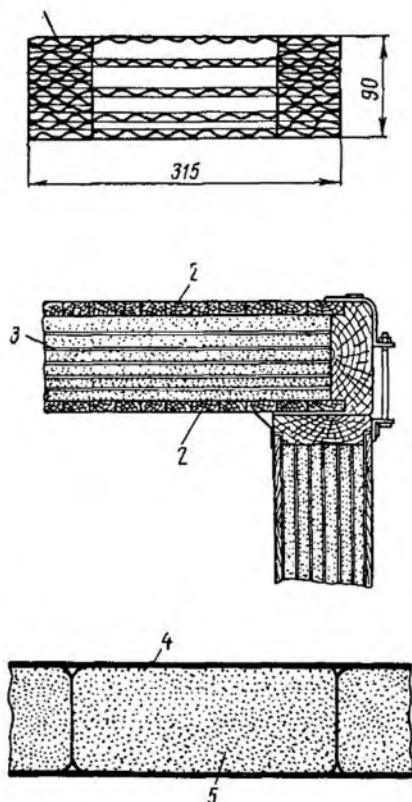


Рис. 141. Изоляционные конструкции малых холодильников:

1 — пакет гофрированного картона; 2 — доска; 3 — теплоизоляция; 4 — стальной лист; 5 — блоки мипоры, обернутые в перфоль

Изоляционные конструкции холодильных камер торговых холодильников отличаются тем, что изоляцию укладывают по всем ограждениям внутри камеры. Изоляция потолка переходит в изоляцию стен, а последняя — в изоляцию пола, таким образом создается непрерывность изоляционного слоя. В качестве изоляционных материалов применяют плиточные материалы: торфоплиты, минеральную пробку. Теплоизоляционный материал битумной смазкой защищают от увлажнения.

Для изоляции холодильных шкафов торгового типа, прилавков, сборных камер применяют высокоэффективные материалы с малым объемным весом: мипору, плиты из тонкого стекловолокна, пенопласты, а также менее эффективный гофрированный картон. Эти материалы обладают недостаточной механической прочностью, поэтому в конструкции их предохраняют от разрушения прочными стенками (рис. 141).

Для защиты от увлажнения изоляционный материал обертывают в паронепроницаемую бумагу (перфоль), а внутренние стенки строительной конструкции промазывают битумом.

В домашних холодильниках применяют различные теплоизоляционные материалы, основным из которых является стеклянный войлок из волокна толщиной 10—12 мк. Стекловойлок хорошо заполняет простенки шкафа любой формы и обладает необходимыми изоляционными свойствами.

Из других материалов применяют минеральный и шлаковый войлок, который уступает стеклянному войлоку в прочности и упругости, древесную вату (измельченная и размолотая до волокнис-

того состояния древесины), завернутую в пакеты из парафинированной бумаги, мипору. В холодильниках старых конструкций применяли бумажную теплоизоляцию, которая состояла из большого количества слоев тонкой гофрированной бумаги, пропитанной гидроизоляционным материалом.

Большое будущее принадлежит материалам из полистирола. Применение ячеистых пластмасс в качестве теплоизоляционных материалов позволит формировать изоляцию непосредственно в промежулке между стенками шкафа. Теплоизоляционное ограждение в этом случае явится одновременно и частью несущей конструкции шкафа.

Для защиты изоляции от увлажнения все стыки сварных стенок шкафа, имеющие отверстия под винты крепления, а также все имеющиеся неплотности и щели в корпусе шкафа тщательно промазывают внутри влагонепроницаемыми замазками.

Отдельные части изоляции накладывают внахлестку, чтобы не было воздушных мостиков между наружными и внутренними стенками шкафа.

Выборную толщину изоляционного слоя шкафа проверяют на отсутствие конденсации водяных паров на наружной поверхности шкафа. Коэффициент теплопередачи принимают около $0,58 \text{ вт/м}^2 \cdot \text{град}$.

§ 69. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ

Расчет изоляции сводится к определению толщины изоляционного слоя, соответствующего оптимальному значению коэффициента теплопередачи, а также не допускающего конденсации влаги на поверхности ограждения.

Оптимальные значения коэффициента теплопередачи для наружных и внутренних ограждений холодильника приведены в табл. 40 и 41.

Таблица 40
Коэффициенты теплопередачи наружных ограждений холодильника

Наименование ограждения	Температура воздуха в камере, °C	Коэффициент теплопередачи, $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$		
		Северная полоса	Средняя полоса	Южная полоса
Наружные стены	-30 ÷ -18	0,33	0,28	0,23
	-10	0,41	0,35	0,29
	-4	0,46	0,41	0,35
	0	0,53	0,46	0,40
	4	0,65	0,58	0,49

