

воду необходимо добавлять лишь для покрытия потерь от испарения и компенсации уноса капель воды воздушным потоком.

Расход воды в испарительных конденсаторах составляет около 4 л/час на 1000 ккал холодопроизводительности установки. Он обычно не превышает 10% расхода воды в конденсаторах других конструкций, работающих без устройств обратного охлаждения воды. К качеству воды, применяемой для этих конденсаторов, предъявляют повышенные требования, так как при ее испарении повышается содержание солей, что вызывает образование накипи и усиленную коррозию металлических поверхностей.

Объем продуваемого воздуха составляет 100—200 м³ на 1000 ккал/час холодопроизводительности установки.

Недостатком испарительного конденсатора является относительно низкая эффективность, так как коэффициент теплопередачи его не превышает 350—

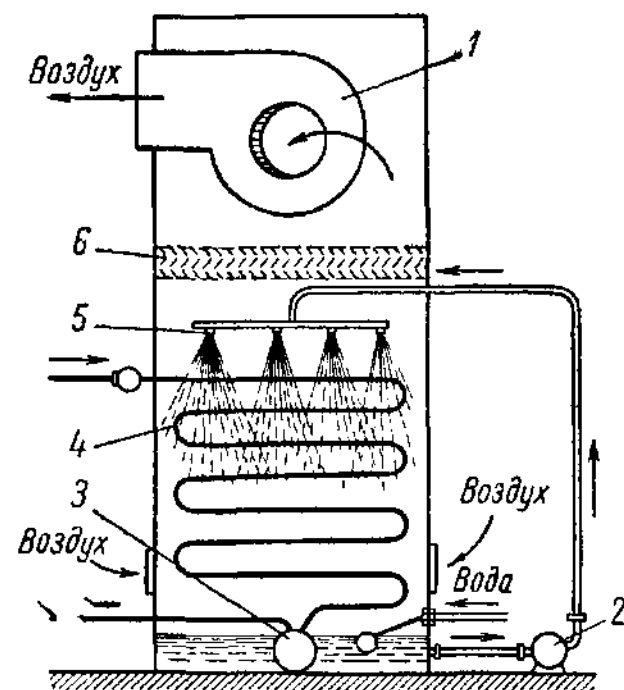


Рис. 62. Схема устройства испарительного конденсатора:

1 — вентилятор, 2 — насос для воды, 3 — ресивер, 4 — змеевики конденсатора, 5 — форсунки, 6 — отбойники брызг

500 ккал/м² час °С. Необходимо отметить, что значение коэффициента теплопередачи в большой степени зависит от относительной влажности продуваемого через кожух воздуха. Преимуществом этого конденсатора является его компактность по сравнению с оросительным конденсатором. Испарительные конденсаторы применяют в холодильных установках холодопроизводительностью 3000—450 000 ккал/час. Их применение целесообразно при недостатке охлаждающей воды. В рыбной промышленности конденсаторы этого типа почти не применяются, так как большая часть холодильных установок размещена около водоемов или смонтирована на судах, где вода для охлаждения конденсатора всегда имеется в достаточном количестве.

Расчет конденсатора

При расчете конденсатора определяют следующие основные величины: тепловую нагрузку, поверхность теплопередачи и расход охлаждающей воды.

Тепловой нагрузкой конденсатора (Q ккал/час) называется количество тепла, отнимаемое от холодильного агента в конденсаторе тепловоспринимающей средой (вода, воздух) в час. Эту величину можно найти по разности энтальпий, пользуясь тепловой (энтропийной или энтальпийной) диаграммой по нагреву воды, если она является тепловоспринимающей средой, и по холодопроизводительности машины, так как тепловоспринимающей среде в конденсаторе агент отдает теплоту, воспринятую им от теплоотдающей среды и эквивалентную затраченной работе на сжатие в компрессоре.

При расчете поверхности теплопередачи конденсатора (F , м²) большое значение имеет эффективность или удельная тепловая нагрузка

$$k \cdot \Delta t_{\text{ср}} \text{ ккал/м}^2 \text{ час,}$$

где k — коэффициент теплопередачи конденсатора;

$\Delta t_{\text{ср}}$ — средняя разность температур между агентом и охлаждающей водой в конденсатор (обычно около 5°).

Удельные тепловые нагрузки различных типов конденсаторов приведены в табл. 26. Ею можно пользоваться как при выборе типа, так и при расчете поверхности теплопередачи конденсатора.

Таблица 26

Удельные тепловые нагрузки

Конденсаторы	Коэффициент теплопередачи, ккал/м ² час °С	Удельная тепловая нагрузка, ккал/м ² час	Средняя разность температур агента и воды, °С
Погружной	150—200	750—1000	4—6
Противоточный	800—900	3500—5000	4—6
Элементный	800—900	3500—4500	4—6
Кожухотрубный			
горизонтальный	600—800	3500—4500	4—6
вертикальный	600—800	3500—4500	4—6
Оросительный с промежуточным отводом жидкого аммиака	700—900	3500—4500	4—6
Испарительный	350—500	1700—3000	—

Основные величины определяют, пользуясь следующими формулами:

тепловая нагрузка конденсатора

$$Q = (i_2 - i_3) G \text{ ккал/час, или}$$

$$Q = (t_{yx} - t_{vx}) W \text{ ккал/час, или}$$

$$Q = Q_0 + 632 N_i \text{ ккал/час,}$$

- где Q — тепловая нагрузка конденсатора, *ккал/час*;
 i_2 — энтальпия перегретого пара при входе его в конденсатор, *ккал/кг*;
 i_3 — энтальпия жидкого агента по выходе его из конденсатора, *ккал/кг*;
 G — количество холодильного агента, проходящего через конденсатор, *кг/час*;
 t_{yx} — температура воды, уходящей из конденсатора, °C;
 t_{vx} — « « « входящей в конденсатор, °C;
 W — количество воды, проходящей через конденсатор, *л/час*;
 Q_0 — холодопроизводительность машины, или тепловая нагрузка испарителя, *ккал/час*;
 N_i — мощность двигателя, приводящего в движение компрессор, *л. с.*;
- поверхность теплопередачи конденсатора

$$F = \frac{Q}{k\Delta t_{cp}} \text{ м}^2,$$

где $k\Delta t_{cp}$ — удельная тепловая нагрузка конденсатора (табл. 26).

Определив поверхность теплопередачи конденсатора заранее выбранного типа, по этой поверхности находят (по таблицам или каталогам) серийно выпускаемый промышленностью конденсатор. Если в таблицах нет конденсатора, равного по поверхности теплопередачи расчетному, то берут несколько больший; расход охлаждающей воды

$$W = \frac{Q}{t_{yx} - t_{vx}} \text{ л/час.}$$

По этой формуле подсчитывают расход охлаждающей воды для конденсаторов закрытого типа (погружного, противоточного, кожухотрубного, элементного), где она является единственной тепловоспринимающей средой.

В оросительных конденсаторах с промежуточным отводом жидкого холодильного агента расход воды примерно в 3 раза меньше по сравнению с конденсаторами закрытого типа. С достаточной точностью можно его принимать на 1 м² поверхности оросительного конденсатора примерно 500—800 л/час и количество добавочной воды 30—40% от циркуляционной.

Для дополнительного охлаждения холодильного агента перед регулирующим вентилем целесообразно вслед за вертикальным кожухотрубным или оросительным конденсатором включать в схему установки переохладитель.

Переохладители конструктивно выполняют в виде теплообменного двухтрубного аппарата. Они выпускаются с поверхностью охлаждения: 4,86; 5,85; 7,8; 11,7 и 15,6 м² и выполняются из труб диаметром 57 × 3 и 38 × 3,5 мм. Иногда для этой цели применяют двухтрубные противоточные конденсаторы соответствующей поверхности. Благодаря переохладителям температура поступающего из конденсатора агента понижается, что повышает производительность холодильной установки.

При среднем температурном перепаде между жидким агентом и водой в переохладителе около 4° коэффициент теплопередачи составляет 600 ккал/м²час°С, тогда поверхность теплопередачи переохладителя находят по формуле

$$F_{\text{пер}} = \frac{(i_3 - i_{3'})G}{k_{\text{п}}\Delta t_{\text{ср}}} = \frac{Q_{\text{пер}}}{600 \cdot 4} = \frac{Q_{\text{пер}}}{2400} \text{ м}^2,$$

где $i_3 - i_{3'}$ — число калорий тепла, отводимого в переохладителе на 1 кг жидкого агента;

G — количество агента, проходящего через переохладитель в час, кг;

$Q_{\text{пер}}$ — тепловая нагрузка переохладителя, ккал/час.

ИСПАРИТЕЛИ

Испаритель так же, как и конденсатор, является одной из важнейших частей холодильной машины. Испаритель представляет собой теплообменный аппарат, назначение которого путем изменения агрегатного состояния холодильного агента отвести теплоту от охлаждаемой среды.

Собственно испарителями называются те теплообменные аппараты, охлаждаемой средой в которых является жидкость (вода, солевой раствор). Жидкий холодильный агент кипит при заданной низкой температуре в трубчатой системе, погруженной в жидкость, отнимая от нее теплоту парообразования.

Холодная жидкая среда в одних случаях может быть использована непосредственно для осуществления того или иного технологического процесса (охлаждение и кратковременная аккумуляция рыбы, замораживание пищевых продуктов), в других — как промежуточное звено — холодоноситель, главным образом для охлаждения помещений.

Характер парообразования оказывает влияние на интенсивность теплопередачи в испарителе; он определяется условиями теплоотдачи от внутренней поверхности трубы к жидкому агенту, поступившему в испаритель. Весьма важным фактором интенсивного кипения агента в испарителе является достаточно

большой температурный перепад между поверхностью нагрева (трубы) t_n и кипящим агентом t_0 , т. е. $\Delta t = t_n - t_0$.

Характер парообразования может быть разный; в одном случае в ряде точек на поверхности нагрева образуются пузырьки пара, которые быстро отрываются от поверхности, уступая место жидкости, в другом — по всей поверхности нагрева образуется пленка пара, которая как бы отделяет поверхность нагрева от жидкого агента.

Чем больше температурный перепад, тем больше образуется пузырьков пара, быстро отрываются от поверхности нагрева, и тем интенсивнее теплопередача. Однако благоприятный характер парообразования наблюдается лишь в определенной температурной зоне, и если Δt чрезмерно велико (25° и выше), то по всей поверхности появляются пузырьки пара, сливающиеся между собой и образующие паровую пленку. Эта пленка, разграничивающая поверхность теплопередачи и жидкий холодильный агент, создает дополнительное термическое сопротивление, ухудшая коэффициент теплоотдачи.

Такое парообразование называется пленочным, в отличие от пузырьчатого, к которому следует стремиться в испарителях холодильных машин.

Испарители можно группировать по теплоотдающей жидкой среде (пресная вода, морская вода, солевые растворы), характеру движения теплоотдающей среды (испарители закрытого типа и открытого типа) и характеру заполнения трубчатой системы испарителя холодильным агентом (затопленные и незатопленные).

Однако к какой бы группе не относился тот или иной испаритель, его главной функцией остается быстрое кипение холодильного агента за счет теплоты окружающей трубчатую систему жидкой среды. Именно по степени интенсивности процесса теплопередачи от жидкой охлаждаемой среды к кипящему агенту следует анализировать и оценивать испарители как теплообменные аппараты.

В промышленности применяются погружной или змеевиковый вертикальнотрубный, кожухотрубный испарители; разработана новая конструкция листотрубных испарителей.

Погружной или змеевиковый испаритель

Погружной испаритель (рис. 63) в конструктивном отношении имеет большое сходство с погружным конденсатором, но принцип действия и назначение его иные.

В баке цилиндрической или прямоугольной формы устанавливают трубчатую систему, в которую подается жидкий агент

Бак заполняется водой или соевым раствором и трубчатая система оказывается погруженной в жидкость, охлаждаемую благодаря кипению жидкого агента в трубчатой системе.

Жидкий агент поступает в нижние ветви трубчатой системы, а парообразный отводится сверху. Жидкий холодоноситель поступает в бак сверху, а отводится снизу.

Несмотря на то, что бак испарителя снабжен мешалкой, скорость движения рассола или воды в нем не превышает $0,1 \text{ м/сек}$, что не создает благоприятных условий для интенсивного теплообмена. Большая длина змеевиков испарителя, при которой из него невозможно быстро отвести парообразный агент, также неблагоприятна для теплопередачи. По той же причине из испарителя плохо удаляется масло, создающее дополнительное тепловое сопротивление теплопередающей поверхности.

Так как в испарителе находится холодная жидкость, бак испарителя, во избежание нагрева холодоносителя за счет тепла окружающей среды, изолируют, а сверху тщательно закрывают.

Единственным преимуществом погружных испарителей является надежность в эксплуатации; трубчатая система испарителей имеет мало соединений и сварок, что особенно важно для

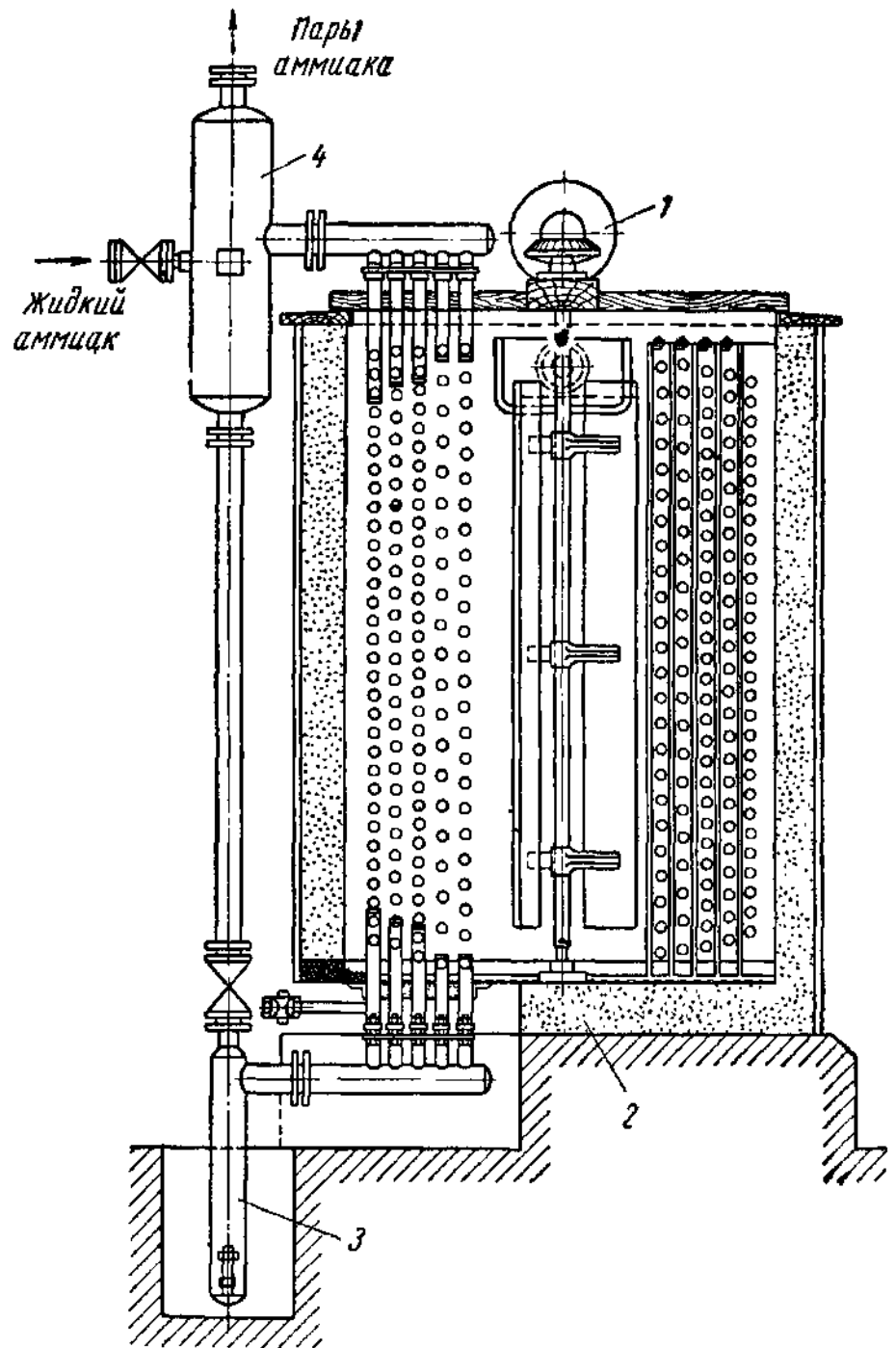


Рис. 63. Погружной испаритель:

1 — мешалка, 2 — изоляция, 3 — маслосборник, 4 — отделитель жидкости

углекислотных машин. Коэффициент теплопередачи испарителя равняется $200\text{--}250 \text{ ккал/м}^2\text{час}^\circ\text{С}$. Эти испарители в настоящее время находят применение лишь на рефрижераторных судах с углекислотными машинами.

Вертикальнотрубный испаритель

Вертикальнотрубный испаритель один из наиболее распространенных аппаратов на промышленных стационарных холодильниках (рис. 64).

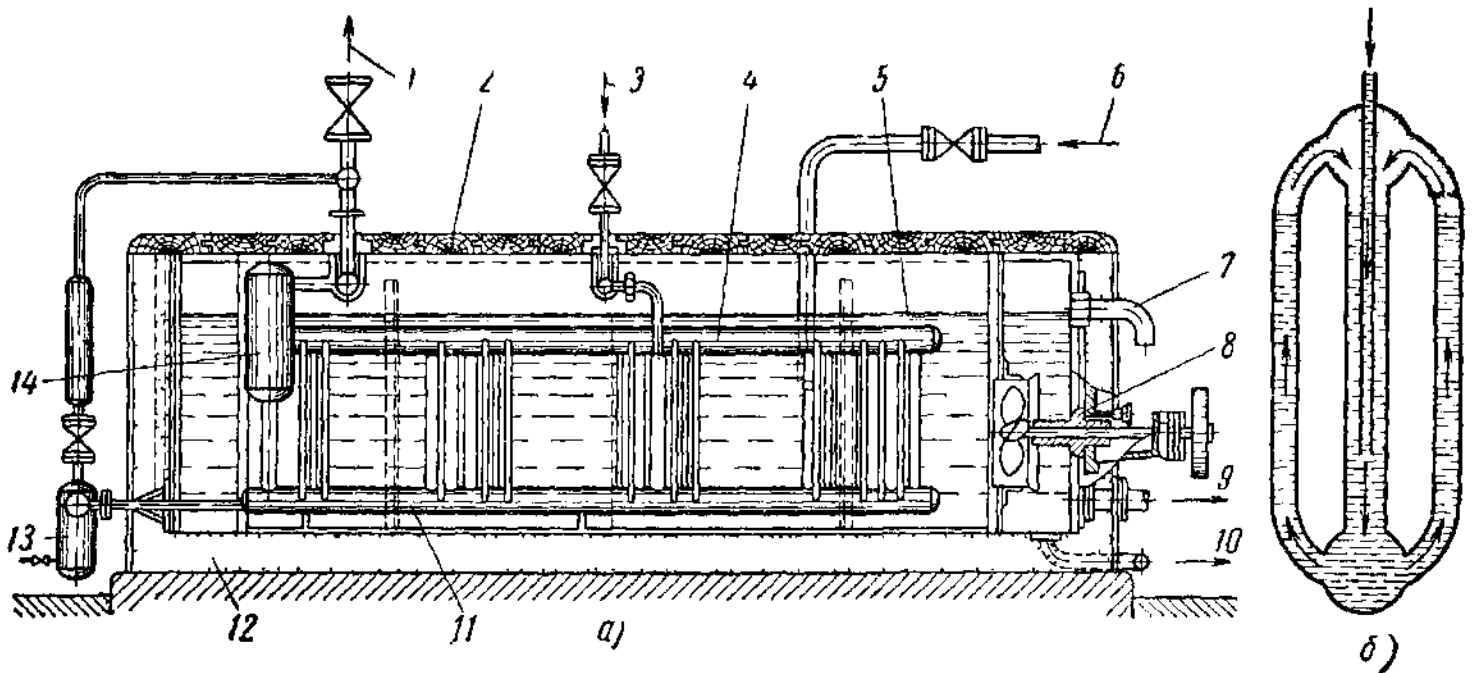


Рис. 64. Вертикальнотрубный испаритель:

a — разрез; 1 — выход паров аммиака, 2 — помост, 3 — вход жидкого аммиака, 4 — верхний коллектор секции, 5 — уровень рассола, 6 — вход рассола, 7 — переливная труба, 8 — мешалка, 9 — выход рассола, 10 — спуск рассола, 11 — нижний коллектор секции, 12 — изоляция, 13 — маслосборный горшок с маслоспускным вентилем, 14 — отделитель жидкости, б — схема циркуляции аммиака в секции испарителя

Главные части испарителя те же, что у погружного: прямоугольный сварной бак, заполняемый соевым раствором, испарительные трубчатые системы внутри бака, мешалка для циркуляции раствора.

Бак внутри разделен продольными перегородками, которые образуют каналы, уменьшающие живое сечение при циркуляции раствора. В верхней части он имеет переливную, а в нижней — сливную трубу. Нижняя и боковые наружные поверхности бака покрыты тепловой изоляцией, благодаря которой уменьшается приток тепла извне. В нижней части бака имеется патрубок, через который забирается охлажденный до заданной температуры раствор. Возвращается отепленный раствор в испаритель через трубку в верхней части бака. В испарителе применена особая конструкция трубчатой системы, показанная на рис. 65.

Испарительная система состоит из секций, число и размеры которых зависят от тепловой нагрузки аппарата. Секция представляет собой две горизонтальные трубы-коллектора, соединенных короткими трубками диаметром от 38×3 до $57 \times 3,5$ мм, изогнутыми на концах. Кроме того, коллекторы соединены несколькими стояками из труб большего диаметра. Секция снабжена отделителем жидкости в виде короткой вертикальной трубы большого диаметра, приваренной к верхнему паровому коллектору и соединенной с нижним для перепуска в него отделившихся частиц жидкости. В нижней части секция снабжена маслосборным горшком, в который стекает масло, попавшее в трубчатую систему испарителя.

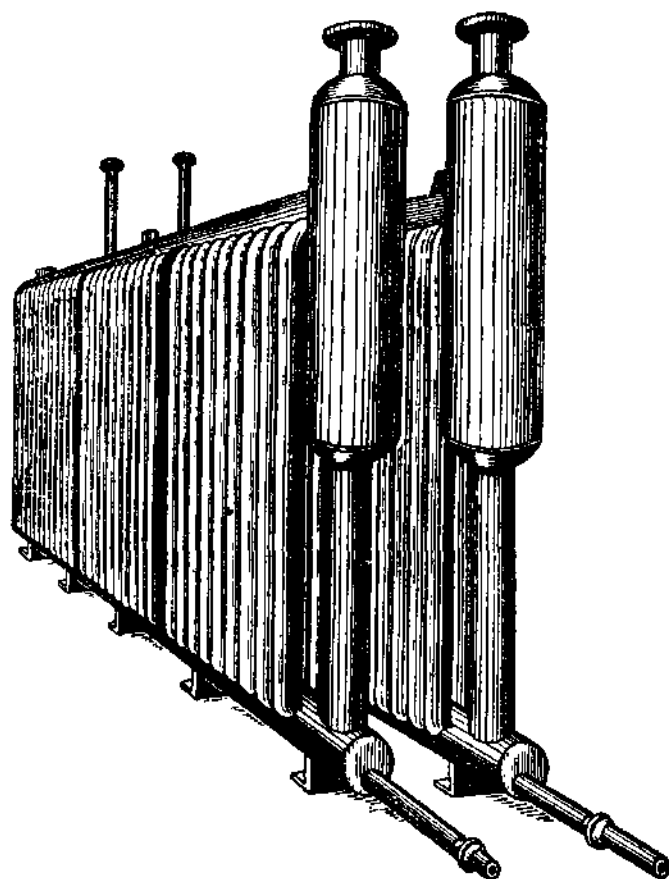


Рис. 65. Секции испарителя с вертикальными трубами

Жидкий агент подается в жидкостной коллектор секции и отсюда растекается по трубчатой системе, заполняя соединительные вертикальные трубки до уровня нижней образующей парового коллектора. Пары агента, образующиеся при кипении, попадают в паровой коллектор, увлекая при этом частицы жидкости, которые стекают обратно вниз или отделяются в отделителе жидкости; затем они возвращаются в жидкостной коллектор. Пары агента из парового коллектора через отделитель жидкости отсасываются компрессором.

Особенностями конструкции испарительной секции являются: интенсивная циркуляция агента, возможность быстрого удаления из испарителя паробразного агента, быстрое удаление с поверхностей теплопередачи смазочного масла.

Все эти особенности указывают на благоприятные условия теплопередачи, что предопределяет достаточно высокую эффективность испарителя.

Коэффициент теплопередачи испарителя равняется $450—550$ ккал/м²час°С. При перелаче температур кипения агента и холодного раствора $5—6^\circ$ и скорости движения раствора $0,3—0,4$ м/сек с 1 м² удельная нагрузка испарителя составляет $2000—2500$ ккал/час.

Вертикальнотрубные испарители устанавливаются обычно в аппаратных отделениях холодильников. Испарители площадью 20—30—40 м² снабжают приборами автоматики — дистанционным указателем уровня и соленоидным вентилем или поплавковым регулятором уровня агента. Так как с металлическими частями испарителя соприкасается солевой раствор, эти части подвергаются довольно быстрой коррозии, однако испарители удобны для осмотра и ремонта.

Техническая характеристика вертикальнотрубных испарителей приведена в табл. 27.

Таблица 27

Вертикальнотрубные испарители

Марка	Поверхность охлаждения, м ²	Количество секций	Поверхность секций, м ²	Размеры бака, мм			Мешалка, об/мин	Мощность электродвигателя мешалки, кВт	Объем раствора, м ³	Вес, т
				длина	ширина	высота				
20ИА	20	2	10	3210	790	1350	400	0,85	2	1,7
30ИА	30	3	10	3210	790	1350	400	0,85	2,8	2,1
40ИА	40	4	10	3480	1040	1350	220	0,85	3,7	2,8
60ИА	60	4	15	4800	1040	1350	220	0,85	4,9	3,7
90И	90	6	15	4800	1595	1350	220	1,85	7,3	5,2
120И	120	6	20	5800	1595	1350	220	1,85	9,5	6,3
160И	160	8	20	5800	2145	1350	220	1,85	12,9	8,5
200И	200	10	20	5800	2675	1350	220	1,85	16,2	10,2
240И	240	6	40	6200	2090	2050	220	1,85	18	12,1
320И	320	8	40	6200	2800	2050	220	3,5	23,5	16,1

Листотрубный испаритель

По общему устройству он идентичен вертикальнотрубному испарителю и отличается от него только конструкцией испарительной теплообменной системы.

В прямоугольном рассольном баке размещается теплообменная поверхность, выполненная из параллельно соединенных отдельных секций. Каждая секция состоит из штампованных сварных панелей, объединенных вверху и внизу коллекторами. Нижний (жидкостной) коллектор изготовлен из трубы меньшего диаметра, чем верхний (паровой).

Испарительная секция листотрубного испарителя показана на рис. 66. Основным конструктивным элементом гофрированных панелей является листовая прокат. Два листа, отштампованные по специальному профилю и соединенные друг с другом так, что между ними образуются каналы (трубы), пред-

ставляют панель. Выступы профиля имеют форму полуокружности, а впадины — плоские, с закруглениями при переходе к выступам. Листы соединяются между собой при помощи контактной точечной сварки, а кромки листов привариваются дуговой автоматической сваркой сплошным швом.

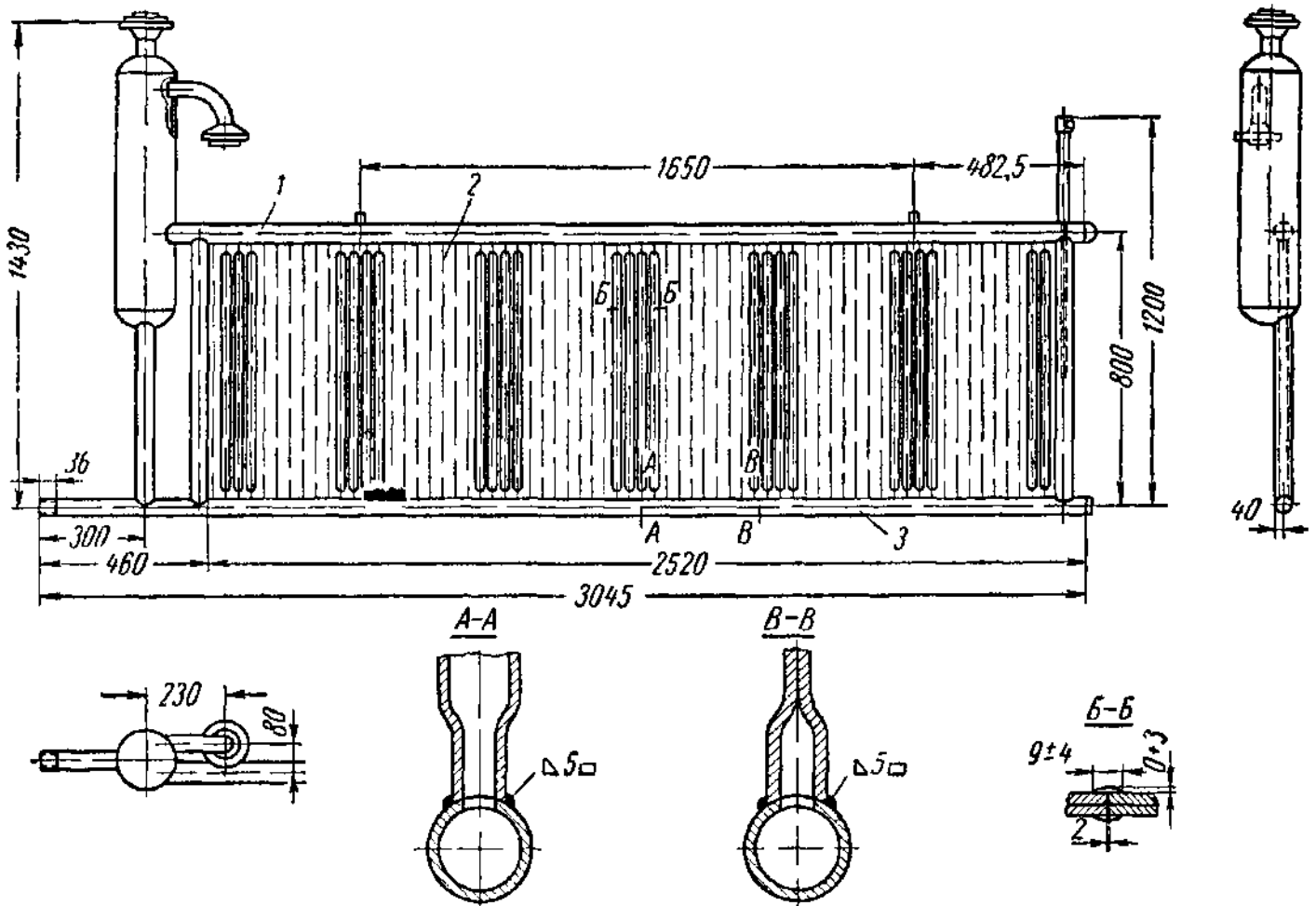


Рис. 66. Секция листотрубного испарителя открытого типа:

1 — паровой коллектор, 2 — панель, 3 — жидкостной коллектор

Щели на двух противоположных концах панели служат для приварки ее к коллекторам. Конструкция сварной панели показана на рис. 67.

Холодильный агент испаряется в вертикальных каналах панелей, однако перемычки между каналами также участвуют в теплообмене, выполняя роль ребра. Панели аммиачного испарителя новой конструкции изготовляют из стального листа размером 440×770 мм, толщиной 2,5—3 мм. Длина листа 770 мм принята для сохранения обычного расстояния (800 мм) между коллекторами секций вертикальнотрубных испарителей.

Испытания аммиачного листотрубного испарителя, разработанного инженерами А. Б. Харченко и А. И. Шуваловым, показали, что коэффициент теплопередачи этого испарителя в среднем на 15% выше, чем у вертикальнотрубного. Это объясняется

благоприятными условиями теплообмена, так как в каналах панелей, имеющих меньшее сечение, чем трубы вертикально-трубного испарителя, наблюдается более интенсивная циркуляция парожидкостной аммиачной смеси, а коэффициент теплоотдачи от рассола к панели выше, чем к теплообменной поверхности вертикально-трубного испарителя

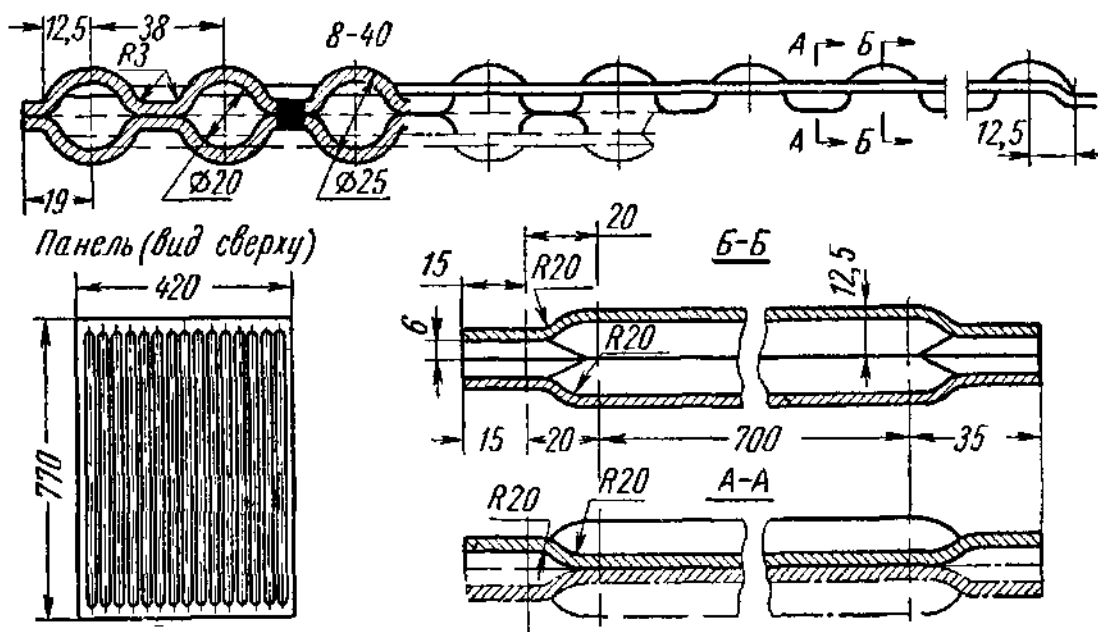


Рис. 67. Панель

Новая конструкция испарителя позволяет полностью автоматизировать сварку прямолинейных и доступных швов при изготовлении панелей и сборке их в секции.

Применение штампованных сварных панелей весьма прогрессивно, так как они создают высокоэффективные по теплопередаче и экономичные холодильные аппараты (испарители, конденсаторы, переохладители, воздухоохладители) и другие элементы холодильной установки.

Кожухотрубный испаритель

Конструктивно кожухотрубный испаритель имеет большое сходство с горизонтальным кожухотрубным конденсатором (рис. 68). Стальной корпус-кожух включает в себя стальные бесшовные трубки, ввальцованные в решетчатые днища кожуха. Кожух снабжают с обеих сторон крышками и покрывают изоляцией. В крышках имеются перегородки, которые организуют движение раствора, циркулирующего в трубчатой системе испарителя, образуя от 6 до 12 ходов. Скорость движения раствора в трубках при этом достигает 1—2 м/сек.

Вверху кожуха имеются патрубки для манометра и трехходового запорного вентиля с двумя предохранительными клапанами, а в крышках — патрубки для кранов, предназначенных для выпуска воздуха. Внизу кожуха устанавливают маслосбор-

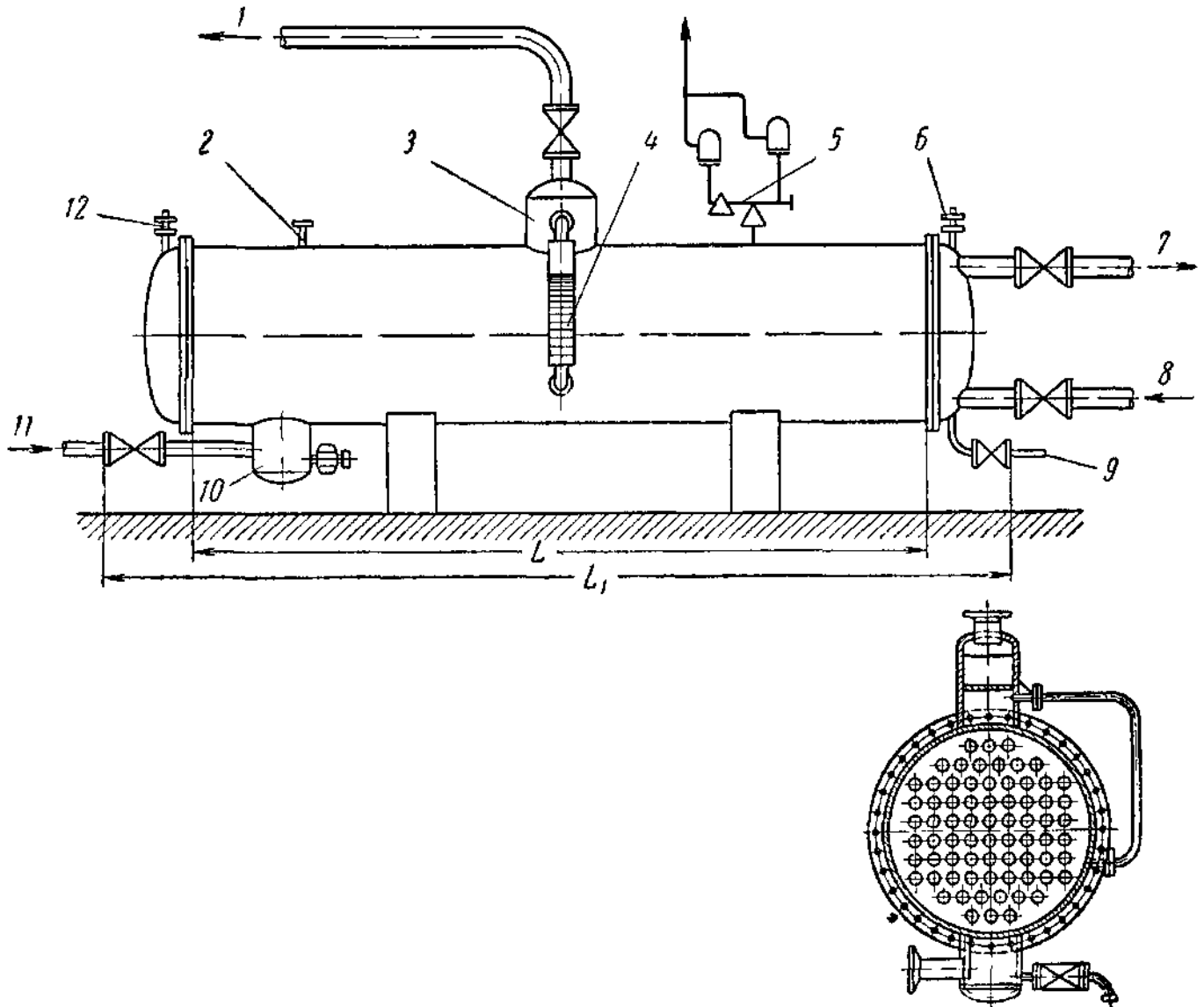


Рис. 68. Кожухотрубный испаритель:

1 — выход паров аммиака, 2 — патрубок для манометра, 3 — сухопарник, 4 — указательная трубка, 5 — трехходовой вентиль с двумя предохранительными клапанами, 6 — воздухопускной кран, 7 — выход рассола, 8 — вход рассола, 9 — спуск рассола, 10 — маслосборный горшок, 11 — вход жидкого аммиака, 12 — воздухопускной кран

ный горшок, через который испаритель периодически очищается от находившегося там масла и загрязнений.

Жидкий холодильный агент входит в испаритель в нижней части кожуха и заполняет межтрубное пространство примерно на $\frac{3}{4}$ объема кожуха, причем нормальным считается уровень агента между вторым и третьим рядами труб, считая сверху. Агент кипит, охлаждая циркулирующий по трубам солевой раствор. Пары холодильного агента собираются в верхней части

кожуха, в так называемом паровом пространстве, откуда через сухопарник отсасываются компрессором.

Жидкостное и паровое пространство соединяют неизолированной металлической трубкой; по образованию на ней снеговой шубы можно проконтролировать уровень жидкого агента в межтрубном пространстве кожуха. Солевой раствор подается в испаритель, в нижнюю часть трубчатой системы, а выходит из испарителя через верхний патрубок. Посредством поплавкового регулирующего вентиля в испарителе достигается автоматическое поддержание уровня агента.

Коэффициент теплопередачи испарителя составляет 350—400 ккал/м²час⁰С. Кожухотрубные испарители удобны в эксплуатации и весьма компактны. Они широко распространены в промышленных стационарных и особенно судовых холодильных установках. В судовых конструкциях подвод жидкости и отвод паров делается с двух сторон. Недостатком их является возможность замерзания раствора в трубках в случае остановки рассольного насоса.

В табл. 28 приводятся основные данные о некоторых испарителях, выпускаемых машиностроительными заводами.

Таблица 28

Кожухотрубные испарители

Марка	Поверхность охлаждения, м ²	Диаметр, мм	Общая длина L ₁ , мм	Длина обечайки L ₂ , мм	Число труб	Число ходов	Тип поплавок-регулятора	Вес, кг
40ИКТ	40	700	4665	4000	116	6	20ПР	2500
50ИКТ	55	700	5660	5000	116	6	20ПР	2990
75ИКТ	75	800	5730	5000	160	6	50ПР	3900
100ИКТ	100	900	5755	5000	205	6	50ПР	5215
125ИКТ	125	1000	5785	5000	274	6	100ПР	6270
150ИКТ	150	1000	6785	6000	274	6	100ПР	7660
200ИКТ	200	1100	6880	6000	354	6	100ПР	9770

В настоящее время Центральным конструкторским бюро холодильного машиностроения разработана единая градация аммиачных кожухотрубных аппаратов (конденсаторы и испарители), которая принята для внедрения в промышленность. Эта градация приведена в табл. 29.

Таблица 29

Градации аммиачных кожухотрубных аппаратов

Диаметр обечайки D , мм	Число труб, l	Длина труб, l , м	Номинальная поверхность, F_n , м ²	Аппараты с гладкими трубами				Аппараты с ребристыми трубами				
				испарители $q_F = 2250$		конденсаторы $q_F = 4500$		действительная поверхность F_d , м ²	испарители $q_F = 3000$		конденсаторы $q_F = 6000$	
				Q_0 ккал/час	Число ходов, n	Q_k ккал/час	Число ходов, n		Q_0 ккал/час	Число ходов, n	Q_k ккал/час	Число ходов, n
500	134	2,5	20	—	—	88 400	8	—	—	115 000	8	
		3	25	—	—	106 400	8	—	—	139 000	8	
		4	32	71 100	8	142 200	8	92 600	8	185 200	8	
		3	40	84 900	8	169 800	8	110 400	8	220 800	8	
600	214	4	50	113 500	8	227 000	8	147 700	8(4)	295 400	8	
		5	65	142 500	8	285 000	8	185 000	4	370 000	4	
		4	90	201 000	8	402 000	8	261 000	8(4)	522 000	8	
800	380	5	110	252 000	8	504 000	8	328 000	4	656 000	4	
		4	140	323 000	8	646 000	8/4	420 000	8(4)	810 000	8/4	
1000	614	5	180	405 000	8	810 000	8/4	525 000	4	1 050 000	4/2	
		5	250	576 000	8	1 152 000	8/4	747 000	4	1 494 000	4/2	
1200	870	6	300	307,5	4	1 383 000	8/4	897 500	4	1 795 000	4/2	
		6	420	430,0	4	—	—	1 255 000	4	—	—	
1400	1220	2×5	500	512,0	4	2 304 000	4/2	1 494 000	2	2 988 000	2	
1400	1220	2×6	840	860,0	2	—	—	2 510 000	2	—	—	

Примечание. Холодопроизводительности испарителей (Q_0), указанные в таблице, а также соответствующие теплосъемы (q_F) рассчитаны для диапазона температур испарения (t_0) от -10 до -15°C . Для более высоких и особенно для более низких температур испарения теплосъемы (q_F) должны быть определены тепловым расчетом.

Расчет испарителя

Для того чтобы рассчитать испаритель, необходимо прежде всего выбрать его тип, исходя из условий работы установки. При расчете испарителя определяют следующие величины: холодопроизводительность, или тепловую нагрузку испарителя, поверхность теплопередачи, количество и объем циркулирующего раствора.

Холодопроизводительность машины, или тепловую нагрузку испарителя, Q_0 ккал/час определяют калорическим расчетом. Это количество тепла, которое должно быть подведено к испарителю за час. В тепловой диаграмме величину Q_0 находят как произведение $(i_1 - i_4) G_1$,

где i_1, i_4 — энтальпия холодильного агента в конце и начале кипения, ккал/кг;

G — количество агента, циркулирующего в машине, кг/час.

При расчете поверхности теплопередачи испарителя F м² большое значение имеет удельная тепловая нагрузка испарителя $k\Delta t_{\text{ср}}$ ккал/м² час,

где k — коэффициент теплопередачи испарителя;

$\Delta t_{\text{ср}}$ — средняя разность температур между агентом и солевым раствором в испарителе, обычно 5°.

Данные об удельных тепловых нагрузках наиболее распространенных типов испарителей приведены в табл. 30.

Таблица 30

Коэффициенты теплопередачи и удельная тепловая нагрузка аммиачных испарителей (практические данные)

Испарители	$k,$ ккал/м ² час °С	$k\Delta t,$ ккал/м ² час
Кожухотрубные		
однопроходные	330—350	1600—1800
многопроходные	350—400	1800—2200
Вертикальнотрубные	450—500	2500—3000

Этой таблицей можно пользоваться при выборе типа испарителя и расчете поверхности теплопередачи. Основные величины определяют, пользуясь формулами:

1) тепловая нагрузка испарителя

$$Q_0 = (i_1 - i_4) G \text{ ккал/час,}$$

2) поверхность теплопередачи испарителя

$$F = \frac{Q_0}{k\Delta t_{cp}} \text{ м}^2,$$

где $k\Delta t_{cp}$ — удельная тепловая нагрузка испарителя (табл. 30);

3) количество циркулирующего солевого раствора (G_p кг/час) определяют из условия, что теплоту, идущую на кипение агента, целиком отбирают от раствора, т. е.

$$Q_0 = G_p c_p (t_1 - t_2) \text{ ккал/час},$$

откуда

$$G_p = \frac{Q_0}{c_p (t_1 - t_2)} \text{ кг/час},$$

где c_p — теплоемкость раствора, ккал/кг °С;

t_1 — температура раствора, поступающего в испаритель, °С;

t_2 — температура раствора, уходящего из испарителя, °С.

Обычно $(t_1 - t_2) = 2 - 3^\circ$;

4) объем циркулирующего раствора V_p , по которому подбирают рассольный насос, определяют по формуле

$$V_p = \frac{Q_0}{c_p \gamma_p (t_1 - t_2)} \text{ л/час},$$

где γ_p — удельный вес раствора, кг/л.

Значения c_p и γ_p берут из справочников.

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ

Воздухоохладителем называется теплообменный аппарат, в котором воздух охлаждается посредством кипящего холодильного агента или холодоносителя (водой, солевым раствором).

Таким образом, воздухоохладитель является одной из основных частей холодильной машины или служит элементом холодильной установки, когда в нем используется холодоноситель, полученный в испарителе.

Воздухоохладители применяются при воздушном способе охлаждения камер хранения и в установках воздушного замораживания пищевых продуктов. В том и другом случае воздух, отепленный в холодильной камере или от соприкосновения с пищевыми продуктами, вентилятором прогоняется через воздухоохладитель, в котором охлаждается, и снова возвращается в камеры хранения или замораживания.

Очень многие скоропортящиеся продукты при их длительном хранении нуждаются не только в определенной пониженной

температуре, но и в оптимальной влажности воздуха. Кроме того, необходимо постоянно вентилировать охлаждаемые помещения — особенно при хранении фруктов. Все эти условия могут быть созданы применением воздухоохладителей.

Известны два типа воздухоохладителей: трубчатые и оросительные. Трубчатый воздухоохладитель (рис. 69) представляет собой изолированную камеру 5, внутри которой на железном или железобетонном поддоне установлена трубчатая система, предназначенная для испаряющегося агента или циркуляции холодоносителя.

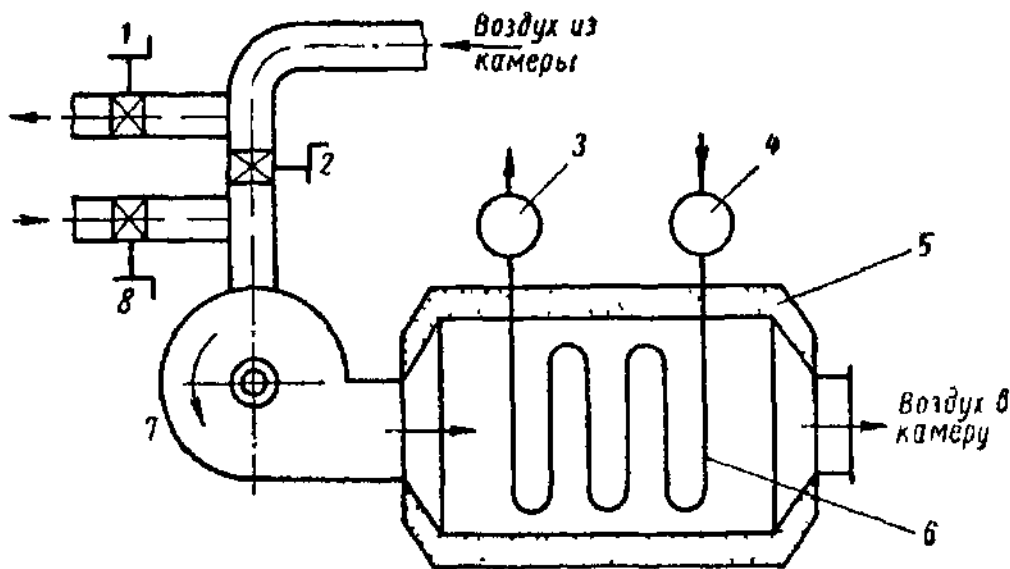


Рис. 69. Устройство трубчатого воздухоохладителя

Воздухоохладитель снабжен вентилятором с электродвигателем и воздуховодами: нагнетательным, по которому холодный воздух поступает в холодильное помещение, и всасывающим, по нему отепленный воздух вновь возвращается в воздухоохладитель.

Жидкий агент или холодный солевой раствор через коллектор 4 подается в трубчатые змеевики 6. Здесь, поглотив теплоту охлаждения воздуха, продуваемого через камеру воздухоохладителя слева направо, агент или солевой раствор через коллектор 3 направляется первый в компрессор, а второй — в испаритель холодильной машины.

С помощью вентилятора 7 воздух подсасывается по воздуховоду из охлаждаемого помещения, проходя через него охлаждается и затем по воздуховоду справа нагнетается в охлаждаемое помещение. Вентиляцию холодильной камеры можно осуществлять при помощи дополнительных воздушных каналов слева. Если закрыть клинкет 2 и открыть 1 и 8, то наружный воздух по нижнему каналу всасывается вентилятором в возду-

хоохладитель и нагнетается в охлаждаемое помещение, а воздух последнего будет выбрасываться в атмосферу по верхнему каналу.

Трубчатые воздухоохладители, в которых воздух охлаждается кипящим холодильным агентом, называются сухими воздухоохладителями непосредственного испарения.

Воздухоохладители, в которых охлаждение воздуха осуществляется холодоносителем, называются рассольными сухими.

Недостатком трубчатых воздухоохладителей при охлаждении воздуха в зоне отрицательных температур является обмерзание змеевиков, сильно ухудшающее теплопередачу. Для периодического удаления снега приходится производить оттайку, прерывая работу воздухоохладителя.

Принцип действия оросительного воздухоохладителя показан на рис. 70. В изолированном корпусе на сетках 1 насыпаны фарфоровые кольца 2, причем нижний слой колец 3 высотой 200—500 мм называется рабочим, а верхний слой высотой 100—200 мм — отбойным.

Между слоями колец в корпусе смонтированы рассольные трубы 4, снабженные в нижней части отверстиями или соплами. Через трубчатую систему в воздухоохладитель подается холодный рассол, который выходит через сопла в виде дождя и, попадая на рабочий слой колец, смачивает их поверхность. Пройдя через слой колец, рассол собирается в нижней части воздухоохладителя и отсюда возвращается в испаритель для охлаждения и повторного использования.

Воздух из охлаждаемого помещения или из камеры замораживания всасывается вентилятором и поступает в корпус воз-

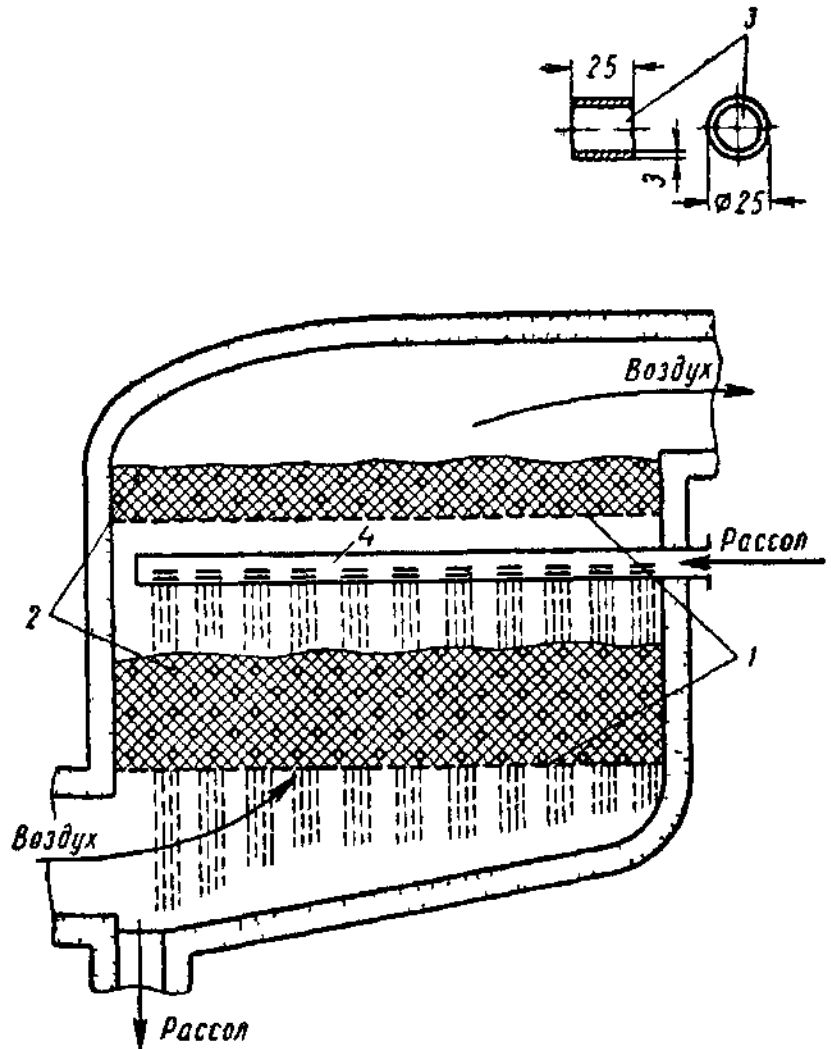


Рис 70. Оросительный воздухоохладитель

духоохладителя снизу, навстречу холодному рассолу, через рабочий слой колец, где он, соприкасаясь с рассолом, охлаждается и затем направляется в охлаждаемое помещение. Отбойный слой колец служит для осушения охлажденного воздуха.

В оросительных воздухоохладителях не образуется снеговой шубы, так как влага из воздуха выпадает в рассол, поэтому для сохранения первоначальной концентрации рассола необходимо последний подкреплять.

Оросительные воздухоохладители характеризуются более высоким коэффициентом теплопередачи по сравнению с трубчатыми.

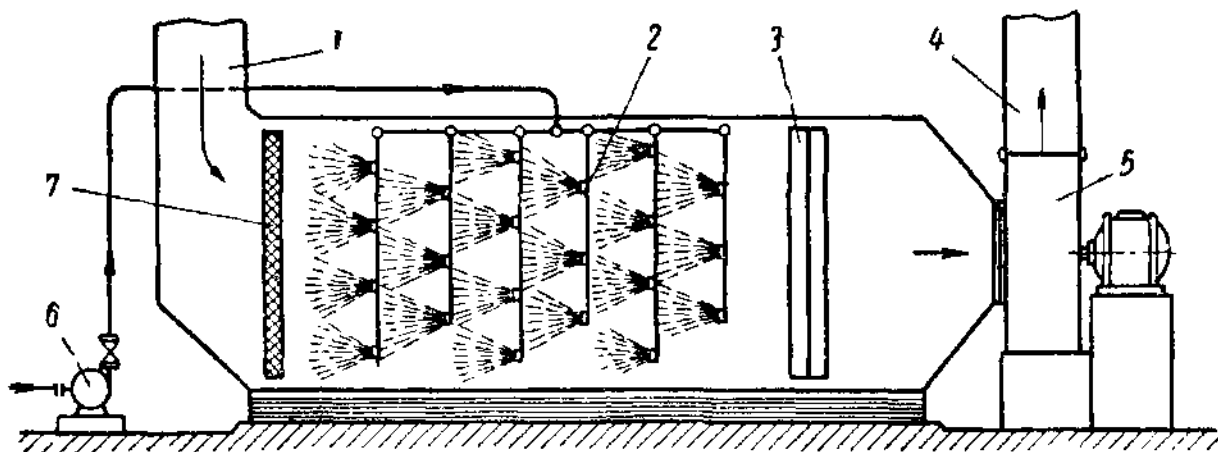


Рис. 71. Форсуночный воздухоохладитель

В установках для кондиционирования воздуха, в которых холодоносителем является вода, применяют форсуночные распылители (рис. 71). Вода насосом 6 подается к форсункам 2, создающим факел брызг, через который вентилятором 5 засасывается воздух из помещения через всасывающий канал 1.

От соприкосновения с водой воздух охлаждается и этим же вентилятором через нагнетательный канал 4 направляется в охлаждаемое помещение. Для очистки воздуха от механических примесей в корпусе воздухоохладителя устанавливают фильтр 7, а для отделения увлеченных воздухом водяных брызг — отделитель или элиминатор 3.

Выпадение влаги из воздуха, поступившего в воздухоохладитель, происходит в том случае, если температура холодной поверхности воздухоохладителя ниже точки росы воздуха. Следовательно, в этом случае воздух в воздухоохладителе не только охлаждается, но и осушается.

В трубчатых воздухоохладителях влага выпадает при температуре поверхности выше нуля — в виде пленки воды, ниже нуля — в виде инея, в то время как в оросительных воздухоохладителях конденсат смешивается с холодоносителем.

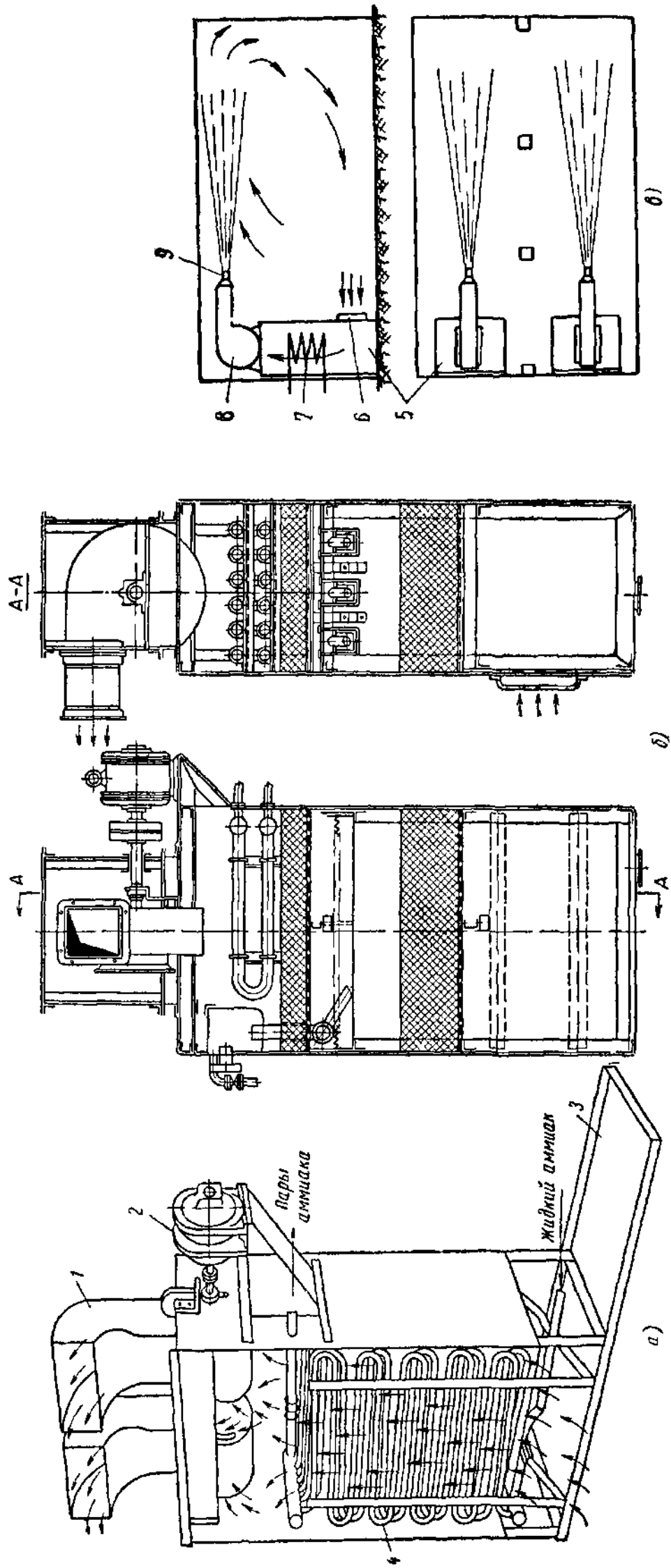


Рис. 72. Бесканальные воздухоохладители:

а — сухого типа, б — оросительный, пленочного типа, в — бесканальная система распределения воздуха, 1 — растроб вентилятора, 2 — электродвигатель, 3 — поддон, 4 — аммиачные батареи, 5 — аммиачные батареи, 6 — окно, 7 — грубчатый охладитель, 8 — вентилятор, 9 — сопло

Довольно широкое распространение получили бесканальные воздухоохладители. Эти воздухоохладители представляют собой кожух, внутри которого находится охлаждающее устройство в виде трубчатых змеевиков (рис. 72, а) или оросительной системы (рис. 72, б), а также в верхней части кожуха — вентиляторы.

В сухом воздухоохладителе воздух, поступая через нижнюю открытую часть кожуха, охлаждается соприкосновением с трубчатыми гладкими или ребристыми холодными поверхностями.

В оросительном или пленочном воздухоохладителе воздух охлаждается соприкосновением с холодным рассолом, который поступает дождем на слой фарфоровых колец и стекает противотоком в виде пленки, обдуваемой воздухом.

Воздух, пройдя через охлаждающее устройство, через раструбы в верхней части воздухоохладителя, с большой скоростью вентиляторами выбрасывается непосредственно в камеру. Такие воздухоохладители воздушных каналов не имеют и их располагают в са-

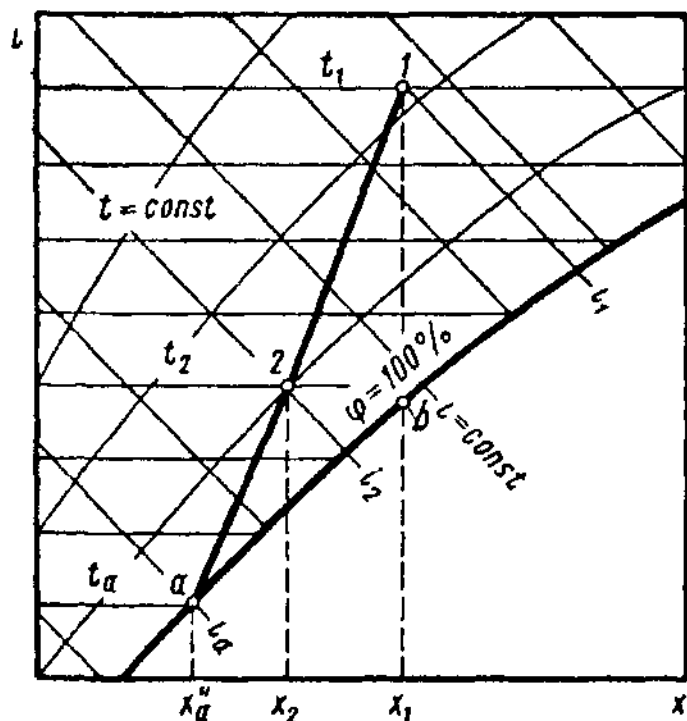


Рис. 73. x, i -диаграмма изменения состояния воздуха в воздухоохладителе

мой камере. В больших камерах устанавливают несколько воздухоохладителей с бесканальным воздухораспределением. Для лучшей циркуляции воздуха в камере на раструбы воздухоохладителей насаживают сопла (усеченные конусы), создающие струйное воздухораспределение (рис. 72, в).

Изменение состояния воздуха в воздухоохладителях изображается в x, i -диаграмме (рис. 73) линией 1—2, точка 1 характеризует состояние воздуха, поступающего в воздухоохладитель, а точка 2 — воздуха, выходящего из него. На продолжении этой прямой при пересечении ее с линией насыщения ($\varphi = 100\%$) лежит точка a , характеризующая состояние насыщенного воздуха у холодной поверхности

Температура насыщенного воздуха соответствует температуре холодной поверхности, последнюю принимают в трубчатых воздухоохладителях на $0,5^\circ$ выше температуры агента или солевого раствора и в оросительных — на $0,5^\circ$ выше температуры выходящей воды. В оросительных рассольных воздухоохладите-

лях состояние воздуха у поверхности характеризуется точкой, лежащей на линии $\varphi_0 < \varphi = 100\%$, так как влагосодержание насыщенного воздуха над рассолом меньше, чем над водой, и зависит от концентрации рассола.

Положение точки 2, т. е. состояние выходящего из воздухоохладителя воздуха, если заданы точки 1 и *a*, можно определить по уравнению

$$i_2 = i_1 - \frac{Q_0}{G} \text{ ккал/кг,}$$

где i_2, i_1 — энтальпии выходящего и входящего воздуха, ккал/кг;

Q_0 — тепловая нагрузка воздухоохладителя, ккал/час;

G — весовое количество охлаждаемого воздуха, проходящего через воздухоохладитель, кг/час.

Если задана температура выходящего из воздухоохладителя воздуха t_2 , тогда точка 2 в x, i -диаграмме может быть найдена графически, на пересечении прямой 1—*a* и линии $t_2 = \text{const}$.

Охлаждение воздуха при постоянном влагосодержании изображается на диаграмме линией 1—*b*.

Расчет воздухоохладителя

При расчете трубчатых воздухоохладителей определяют поверхность теплопередачи F_B , вес и объем циркулирующего рассола G_p и V_p , объем циркулирующего воздуха V_B .

Поверхность теплопередачи трубчатой системы воздухоохладителя непосредственного испарения агента и рассольного определяют по формуле

$$F_B = \frac{Q_0}{k \Delta t_{\text{ср}}} \text{ м}^2,$$

где F_B — поверхность теплопередачи трубчатой системы, м^2 ;

Q_0 — тепловая нагрузка воздухоохладителя, определяемая калорическим расчетом (если камеры холодильника рассчитаны на воздушное охлаждение, то в воздухоохладителе отнимается все тепло, т. е. $Q_B = Q_0$; если камеры рассчитаны на смешанное охлаждение, тогда к нагрузке воздухоохладителя относят обычно 20—30% от Q_0 , т. е. $Q_B = 0,2 Q_0$);

$\Delta t_{\text{ср}}$ — средняя разность температур между воздухом и холодильным агентом или рассолом, $^{\circ}\text{C}$.

k — коэффициент теплопередачи, ккал/ $\text{м}^2 \text{час } ^{\circ}\text{C}$.

Как приближенные значения k можно принять:

а) для сухого воздухоохладителя непосредственного испарения агента, гладкотрубного и при поперечном движении воздуха со скоростью 3—5 м/сек примерно 25—30 ккал/ $\text{м}^2 \text{час } ^{\circ}\text{C}$;

б) для сухого воздухоохладителя непосредственного испарения агента и рассольного охлаждения при продольном движении воздуха со скоростью 2—4 м/сек соответственно 14—18 ккал/м² час °С;

в) для ребристых воздухоохладителей при скорости 4—5 м/сек — 10—15 ккал/м² час °С.

Более точные значения коэффициентов теплопередачи определяют сложным расчетом. Сложность расчета объясняется многообразием режимов теплопередачи, создающихся в тех или иных условиях работы воздухоохладителей. Возможны режимы сухого теплообмена между охлажденным воздухом и теплопередающей поверхностью, а также такого, при котором в процессе теплообмена на охлаждаемой поверхности выделяется из воздуха влага в виде конденсата или инея.

Сухой теплообмен протекает в том случае, когда температура теплопередающей поверхности выше точки росы охлаждаемого воздуха (например, при хранении в холодильной камере сухого, хорошо затаренного груза).

В том случае, когда температура теплопередающей поверхности ниже точки росы воздуха камеры, но выше 0°, на охлаждаемой поверхности из воздуха выделяется влага в виде конденсата и, наконец, когда температура поверхности теплопередачи отрицательная и ниже точки росы воздуха камеры — на этой поверхности осаждается иней.

Иней, оседая на трубах и ребрах, нарушает циркуляцию воздуха и ухудшает теплообмен, поэтому образование его на поверхности теплопередачи должно учитываться при выборе и расчете последней.

Коэффициенты теплоотдачи от воздуха к трубе и ребрам следует назначать с учетом влаговыделения.

Исследования процессов, связанных с осаждением инея, их динамика и влияние на теплопередачу, а также метод расчета ребристых воздухоохладителей, учитывающий влаговыделение, приводится в литературе¹.

Вес и объем циркулирующего рассола в воздухоохладителях рассольного охлаждения G_p и V_p находят по формуле

$$G_p = \frac{Q_0}{c_p (t_{p.2} - t_{p.1})} \text{ кг/час}$$

и

$$V_p = \frac{Q_0}{c_p (t_{p.2} - t_{p.1}) \gamma_p} \text{ л/час,}$$

¹ С. Г. Чуклин, В. С. Мартыновский, Л. З. Мельцер. Холодильные установки, Госторгиздат, 1961.

где c_p — теплоемкость рассола, $\text{ккал/кг } ^\circ\text{C}$;

γ_p — вес 1 л рассола, кг ;

$t_{p.1}$, $t_{p.2}$ — соответственно температура входящего и уходящего рассола в воздухоохладителе, $^\circ\text{C}$.

Объем циркулирующего воздуха определяют для того, чтобы подобрать вентилятор

$$V = \frac{Q_0}{\gamma_v (i_1 - i_2)} \text{ м}^3/\text{час},$$

где i_1 , i_2 — соответственно энтальпия входящего и выходящего воздуха в воздухоохладителе, ккал/кг ;

γ_v — удельный вес воздуха (значение берут из таблиц по температуре воздуха, выходящего из воздухоохладителя, или по x , i -диаграмме).

По рассчитанному объему воздуха и нормалам заводов-изготовителей подбирается вентилятор соответствующей производительности.

При расчете оросительных воздухоохладителей с цилиндрическими кольцами определяют площадь решетки

$$F_p = \frac{Q_0}{k_p \Delta t_{cp}} \text{ м}^2,$$

где k_p — коэффициент теплопередачи, отнесенный к 1 м^2 решетки;

Δt_{cp} — средняя разность температур между циркулирующим воздухом и рассолом.

Коэффициент теплопередачи рассчитывают по формуле ВНИИ

$$k_p = (280 + 1640\delta) H_w^{0.42} (W \gamma)^{(0.5+0.6\delta)} \text{ ккал/м}^2\text{час } ^\circ\text{C},$$

δ — толщина рабочего слоя колец, м ;

H_w — интенсивность орошения, $\text{м}^3/\text{м}^2$ (обычно равна 4—6 $\text{м}^3/\text{м}^2$);

W — скорость воздуха, м/сек (обычно равна 0,8—1,2 м/сек);

γ — удельный вес циркулирующего воздуха, кг/м^3 .

Глава IV

ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Стационарные и транспортные холодильники оборудуют соответственно их назначению.

Холодильники даже одной отрасли промышленности имеют различное оборудование в зависимости от запроектированных на них технологических процессов. Так, например, при низкотемпературных процессах устанавливают двухступенчатые компрессоры; если при холодильнике запроектировано производство льда — льдогенераторы; на производственно-заготовительных рыбопромышленных холодильниках для обработки рыбы предусматривают охлаждающие или замораживающие аппараты и т. д.

Весь комплекс холодильного оборудования, в который входят машины и аппараты, предназначенные для производства и использования холода, а также устройства вспомогательного характера, объединенные трубопроводами в единую систему, представляет собой холодильную установку.

При проектировании холодильников разрабатывается схема холодильной установки, являющаяся важным инженерным документом для монтажа холодильной установки и ее технической эксплуатации.

В схему холодильной установки включают компрессоры, конденсаторы и переохладители, испарители, воздухоохладители, приборы камерного охлаждения (трубчатые батареи), аппараты для охлаждения и замораживания пищевых продуктов, льдогенераторы, вспомогательные и контрольно-измерительные аппараты и приборы (воздухоотделители, маслоотделители, грязеуловители, фильтры и осушители, отделители жидкого агента, ресиверы, промежуточные сосуды, термометры, манометры и указатели уровня жидкости) и приборы автоматического контроля и регулирования.

Устройство и действие компрессоров, конденсаторов, испарителей и воздухоохладителей описано в главах II и III.

Прежде чем рассмотреть типичные схемы холодильной установки, познакомимся с устройством и назначением остальных элементов установки.

ПРИБОРЫ КАМЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Наиболее распространенные способы охлаждения камер рыбопромышленных холодильников — это непосредственное охлаждение холодильным агентом и рассольное охлаждение. Приборами камерного или трюмного охлаждения в обоих случаях являются батареи и стеллажи (последние только в камерах замораживания продуктов). Батареи непосредственного испарения и рассольного охлаждения по расположению в помещениях бывают потолочные и пристенные. В батареях непосредственного охлаждения старых конструкций, которыми пока еще оснащено большинство действующих холодильников рыбной промышленности, жидкий агент подводится снизу, а паробразный удаляется сверху. Эти батареи изготавливают из бесшовных труб диаметром $57 \times 3,5$ мм с расстоянием между осями обычно 220 мм. Конструктивно они представляют собой длинношланговые змеевики, расположенные в один или два ряда под потолком или у стен охлаждаемых помещений. Иногда змеевики собирают в виде пучка и размещают в камере над проходами (пучковые батареи).

Длинношланговые и пучковые батареи в связи с рядом эксплуатационных недостатков (трудность отсоса холодильного агента, трудность ремонта, уменьшение полезного объема камеры и т. д.) на строящихся в настоящее время холодильниках не применяются. Широко используются батареи: короткошланговые, трехтрубные с внутренней циркуляцией холодильного агента и конструкции Щербакова. Одни из них выполняются гладкотрубными, другие оребренными. Наибольшее распространение в настоящее время получают батареи с верхней подачей жидкости.

Короткошланговая пристенная батарея состоит из двух горизонтальных коллекторов, соединенных вертикальными трубами длиной 2—3 м.

Такая батарея обычно имеет 32 гладких вертикальных трубы, длина коллектора 3,8 м, расстояние между осями труб 110 мм и поверхность охлаждения $16,5$ м². Размещают эти батареи у стен охлаждаемых помещений или между колоннами в один или два ряда. Существенным преимуществом короткошланговой батареи является облегченный отвод из трубчатой системы батареи паробразного холодильного агента и масла, что повышает ее эффективность.

Оребренные батареи состоят из стальных бесшовных труб с ребрами из декапированного или оцинкованного железа толщиной 1—2 мм. Ребра делают составными (разъемными), цельными или спиральными из стальной ленты.

Составное ребро выполняют из половинок, соединенных при посадке на трубу особыми металлическими скобами. Они удобны для увеличения поверхности теплопередачи гладкотрубных батарей на действующих холодильниках.

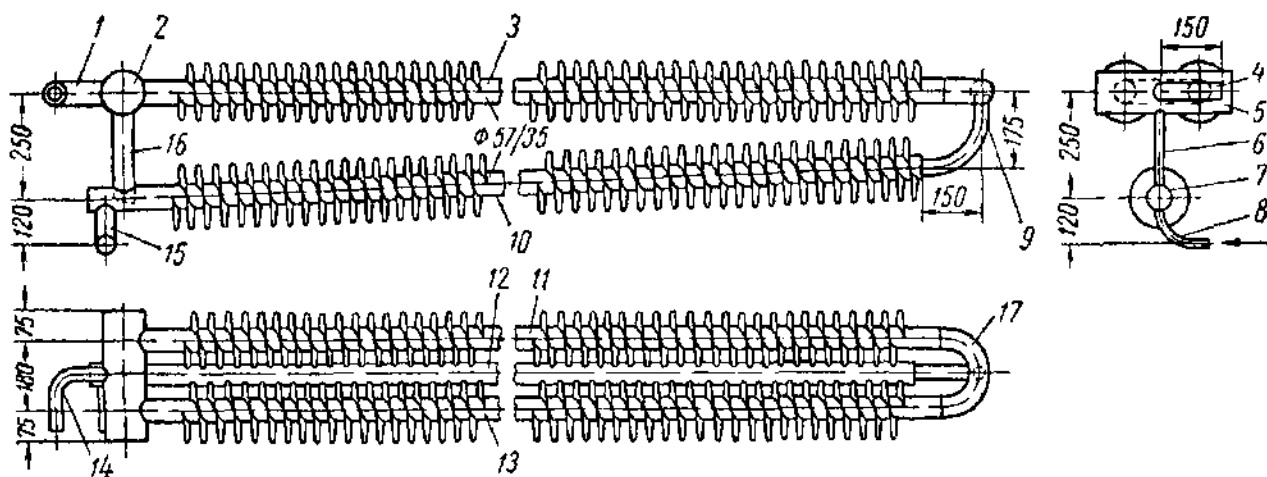


Рис. 74. Ребристая пристенная батарея с внутренней самоциркуляцией холодильного агента:

1, 4, 14 — патрубок, 2, 5 — горизонтальный коллектор, 3, 11, 13 — труба верхнего ряда, 6, 16 — штуцер, 7, 10, 12 — нижняя труба, 17 — калач, 8, 15 — патрубок, 9 — полукалач

Цельные ребра с отверстием, точно соответствующим диаметру трубы, насаживают на последние перед сборкой их в батарею. Для плотной посадки ребро иногда в нескольких местах приваривают к трубе.

Наиболее распространенный способ оребрения труб — навивка на нее стальной низкоуглеродистой мягкой обрезной гофрированной ленты. Производится она на специальных станках; причем концы навиваемой ленты приваривают к трубе. Обычно лента имеет сечение $50 \times 1,2$; 46×1 или 30×1 мм, шаг витков 35,8 мм. Поверхность 1 м трубы, оребренной лентой сечением $50 \times 1,2$ мм, составляет $1,12 \text{ м}^2$ и весит 11,4 кг. Оребрение труб в несколько раз увеличивает поверхность теплопередачи батарей, что приводит к экономии бесшовных труб (в 2—3 раза), уменьшению емкости системы по холодильному агенту и площади для монтажа батарей.

Батарея оребренная с внутренней самоциркуляцией жидкого холодильного агента разработана Ш. Н. Кобулашвили (рис 74)

Трехтрубную пристенную батарею собирают из оребренных труб диаметром $57 \times 3,5$ мм, из которых две расположены в верхнем ряду и одна — в нижнем. Верхние трубы одной стороной вваривают в короткий горизонтальный коллектор, другой они соединены между собой калачом. Нижняя труба соединена штуцером с коллектором, а торцовым изогнутым отрезком трубы — с калачом верхних труб.

Холодильный агент подается в нижнюю трубу батареи через патрубок, а пары агента отводятся через патрубок, вваренный в коллектор.

Жидким холодильным агентом заполнена только нижняя труба, в то время как в верхние агент автоматически перебрасывается из нижней трубы при соответствующей тепловой нагрузке. Уровень жидкого агента в батарее поддерживается по нижней образующей коллектора при помощи урвнержателя.

Таким образом, при увеличении теплопритока возрастает самоциркуляция агента, при уменьшении тепловой нагрузки самоциркуляция снижается, в то время как количество жидкого агента в батарее остается приблизительно постоянным.

Потолочную батарею конструкции Ш. Н. Кобулашвили (рис. 75) собирают из нескольких трехтрубных элементов, соединенных общим коллектором. Эти батареи монтируют в камере над грузовым проходом.

Батарея конструкции Е. С. Щербакова, состоящая из вертикального коллектора, каскадно соединенных горизонтальных труб с пароотводящими и сливными патрубками и соединительных патрубков, показана на рис. 76.

Жидкий холодильный агент поступает в батарею сверху и каскадно переливается по горизонтальным трубам, заполняя их частично. В той части батареи, которая примыкает к коллектору, жидкий агент по сливному патрубку переливается в ниже расположенную трубу, а образовавшийся пар через пароотводящий патрубок поступает в коллектор и далее отсасывается в компрессор.

Батарея Е. С. Щербакова отличается небольшой емкостью холодильного агента, в ней устранено вредное влияние гидростатического столба жидкости, который повышает температуру кипения агента.

Рассольные батареи выполняют из бесшовных отбортованных труб диаметром 57×3 мм с фланцами, посредством которых и фасонных частей (калачей) трубы соединяются между собой.

Расстояние между осями труб рассольной батареи 130 мм. Холодный рассол подключается в батарею снизу, а отеплив-

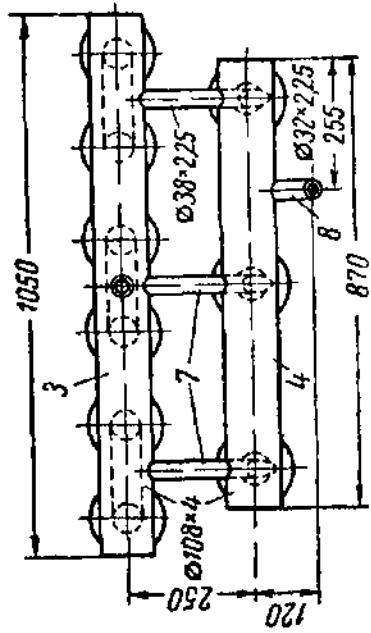
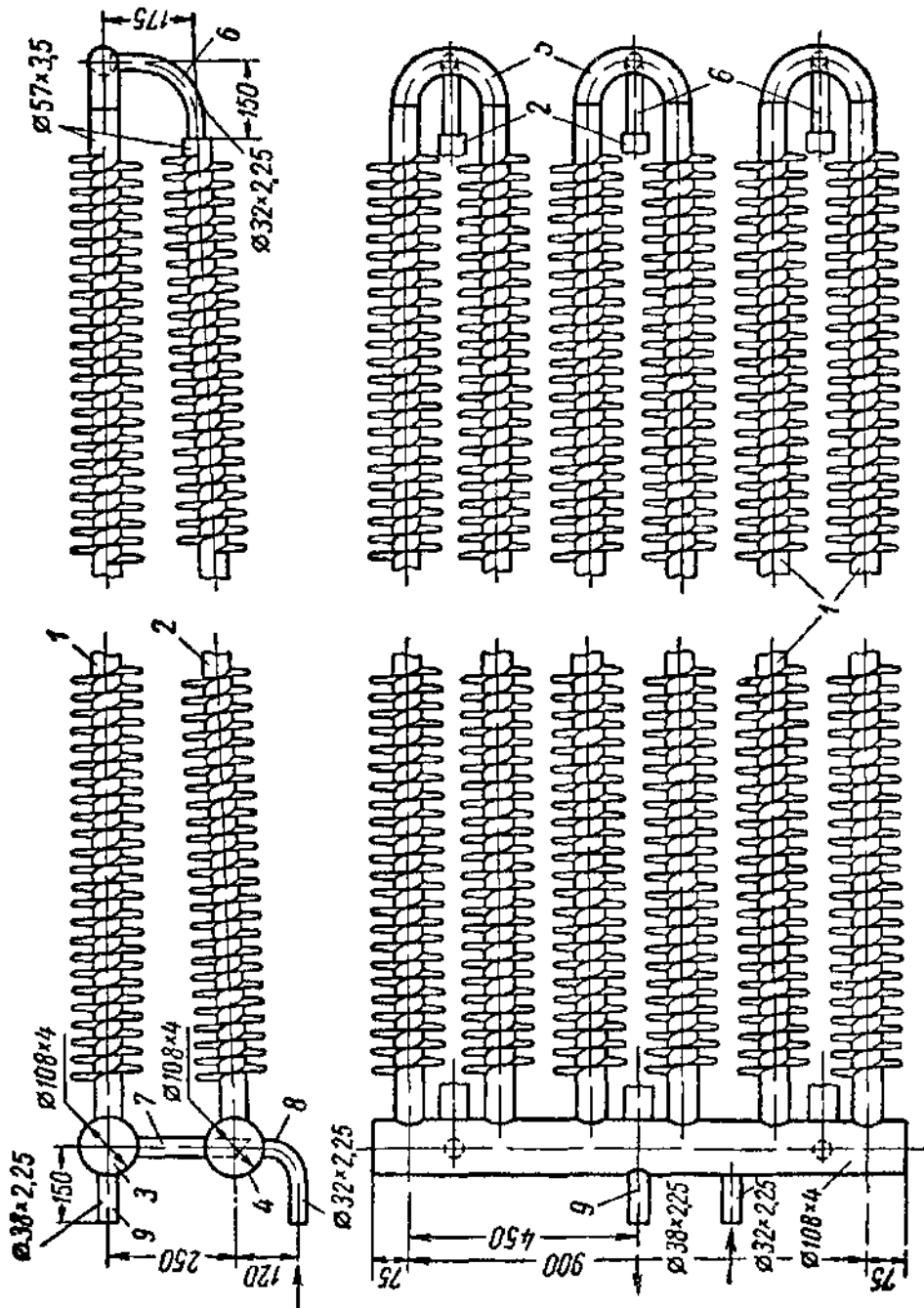


Рис. 75. Потолочная оребренная батарея:

1 — трубы верхнего ряда, 2 — трубы нижнего ряда, 3, 4 — горизонтальный коллектор, 5 — калач, 6 — полукалач, 7 — штуцер, 8, 9 — патрубков



шийся — отводится сверху. Общая длина последовательно соединенных труб в батарее не должна превышать 200 м. На верхней трубе батареи устанавливают краны для выпуска воздуха.

Коэффициент теплопередачи зависит от температуры и относительной влажности воздуха камеры, температуры испарения холодильного агента, конструкции и теплового сопротивления батареи (снеговая шуба, слой масла и т. д.) и коэффициента влаговыведения.

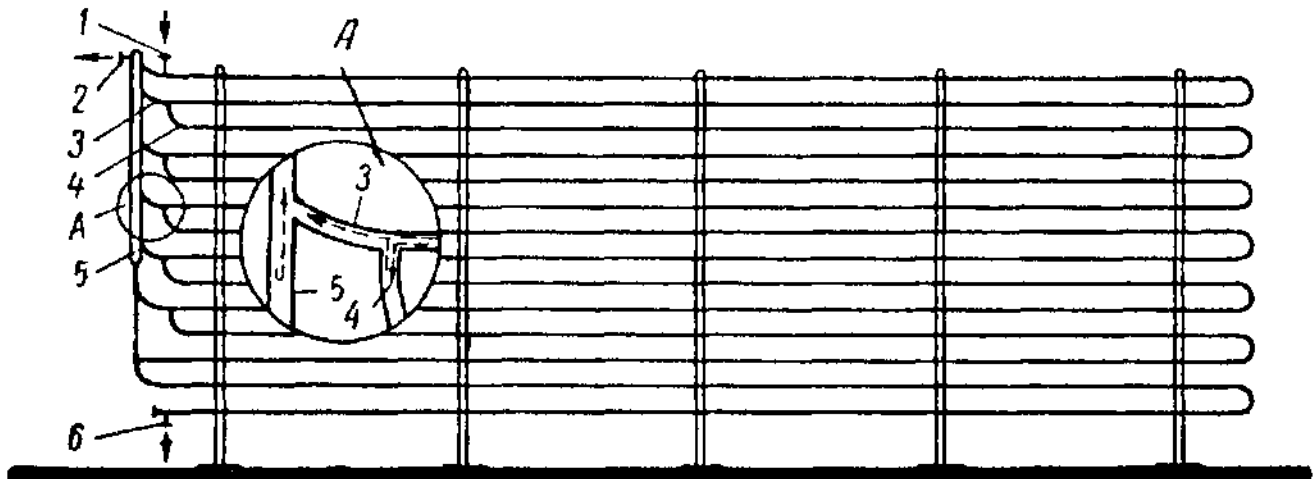


Рис 76. Батарея системы Щербакова:

1 — штуцер, 2 — патрубок, 3 — пароотводящая труба, 4 — сливная труба, 5 — коллектор, 6 — патрубок

Например, низкие значения коэффициента теплопередачи пучковых батарей в значительной степени обуславливаются малой долей радиационного теплового потока в общем тепловом потоке. При эксплуатации коэффициент теплопередачи батарей не остается постоянным, так как изменяются условия работы батарей, например, различная степень заполнения батареи жидким холодильным агентом, нарастание инея вследствие выпадения влаги из воздуха камеры.

Коэффициент влаговыведения учитывает теплоту, которая в процессе теплопередачи подводится с выделенной из воздуха камеры влагой. Этот коэффициент ζ выражает отношение полной теплопередачи к сухому (конвективному) теплообмену.

Исследования процессов теплопередачи батарей показывают важное значение степени заполнения шланговых батарей жидким холодильным агентом. Эти исследования выявили менее интенсивную теплопередачу батарей как при затопленном режиме, так и при низком уровне жидкости в батарее. Значения коэффициента теплопередачи батарей, работающих при

частично затопленных режимах, оказываются более высокими даже по сравнению с батареями, работающими при каскадных режимах.

Батареи	Коэффициент теплопередачи, $\text{ккал}/\text{м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C}$
Гладкотрубные пристенные:	
однорядные	5,7 — 12,2
двухрядные	5,4 — 11,6
Гладкотрубные потолочные:	
однорядные	5,7 — 8,7
двухрядные	5,2 — 8,1
Пристенные из вертикальных гладких труб:	
однорядные	6,0 — 8,65
двухрядные	5,33 — 7,72
Пристенные оребренные:	
аммиачные	3,1 — 4,2
рассольные	2,8 — 4,0
Потолочные оребренные с внутренней циркуляцией агента:	
двухрядные	4,1 — 5,2

Более высокие значения k устанавливаются при повышенной температуре воздуха камеры и увеличенных температурных перепадах.

Аммиачные батареи имеют наиболее высокое значение коэффициента теплопередачи по сравнению с рассольными. Наибольшим коэффициентом теплопередачи характеризуются шланговые батареи, работающие по каскадному частично затопленному режиму.

Коэффициент теплопередачи гладкотрубной батареи можно приближенно рассчитать по формуле

$$k = (\alpha_R + \alpha_K \zeta) e \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C},$$

где α_R — коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием, $\text{ккал}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

α_K — то же конвекцией, $\text{ккал}/\text{м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C}$;

ζ — коэффициент влаговываждения, учитывающий количество тепла, подведенного с выпавшей влагой;

$e = 0,8 \sim 0,9$ — практический коэффициент, учитывающий загрязнения внутренней поверхности труб и снеговую шубу.

Коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием

$$\alpha_R = 4,25 \frac{\left(\frac{T_K}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_0}{100}\right)^4}{T_K - T_0} \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C},$$

где T_K — температура воздуха камеры, $^\circ\text{K}$;

T_0 — температура стенки труб, равная температуре кипения холодильного агента или циркулирующего раствора, $^\circ\text{K}$.

Коэффициент теплоотдачи конвекцией

$$\alpha_k = 1,19 \left(\frac{t_k - t_0}{d} \right)^{1/4} \text{ ккал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{C},$$

где $t_k - t_0$ — перепад температур воздуха камеры и кипящего холодильного агента или циркулирующего раствора;

d — диаметр трубы, м.

Коэффициент влаговываждения

$$\zeta = 1 + 3680 \frac{x_k - x_0}{t_k - t_0},$$

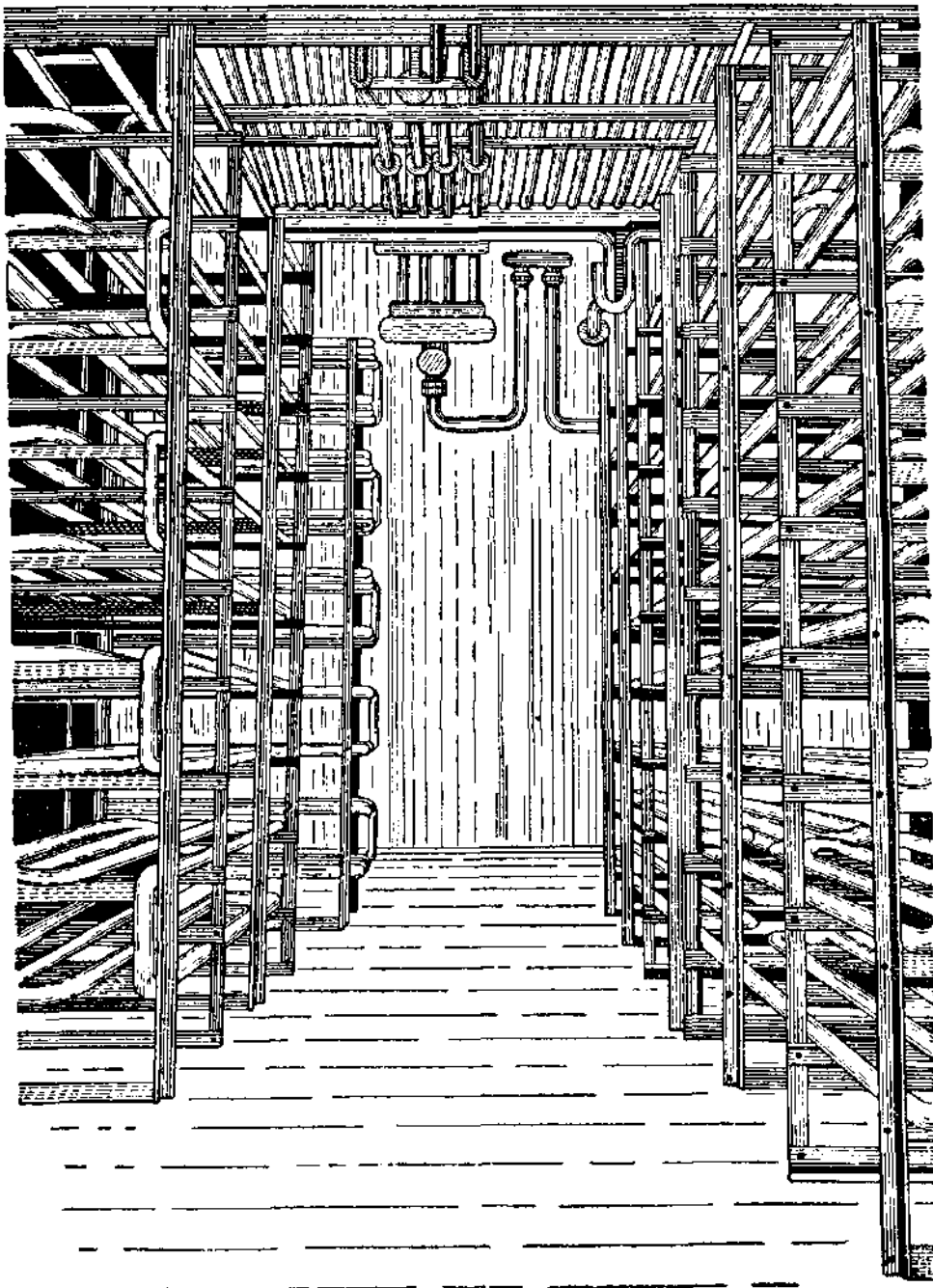


Рис. 77. Стеллажная морозилка

где x_k — влагосодержание воздуха при температуре камеры, кг/кг;

x_0'' — влагосодержание насыщенного воздуха, кг/кг;

t_k — температура воздуха камеры, °С;

t_0 — температура кипящего холодильного агента или циркулирующего рассола, °С.

На рис. 77 показаны стеллажи, смонтированные в камере замораживания рыбы; это системы из труб непосредственного охлаждения. Они образуют полки, на которые размещают листы или противни из оцинкованного железа с уложенной на них рыбой. Стеллажи в холодильных камерах имеют двойную функцию; они являются приборами камерного охлаждения, компенсирующими теплопритоки в камеру, и одновременно устройствами для холодильной обработки пищевых продуктов. В современных холодильниках стеллажи устанавливают редко, так как они не обеспечивают быстрого замораживания продуктов.

АППАРАТЫ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ РЫБЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Пищевые продукты быстрозамороженные имеют более высокое качество, по сравнению с медленно замороженными они выдерживают длительное хранение, требуют меньших холодильных емкостей, потери от усушки при замораживании сокращаются в 1,5—2 раза. Поэтому в рыбной промышленности в настоящее время применяют преимущественно аппараты и установки, в которых можно осуществить эти процессы. Наибольшее распространение и значение имеют скороморозильный аппарат с интенсивным движением воздуха системы ВНИХИ, скороморозильная установка больших рефрижераторных траулеров (БМРТ), роторный морозильный аппарат.

Скороморозильный аппарат с интенсивным движением воздуха системы ВНИХИ

Аппарат (рис. 78) представляет собой теплоизоляционную камеру, внутри которой смонтированы три группы ребристых батарей непосредственного испарения холодильного агента. Батареи образуют два туннеля, в которых размещены напольные этажерочные тележки с замораживаемым продуктом.

В аппарат марки СА-1 (скороморозильный аппарат производительностью 10 т/сутки) одновременно размещают шесть тележек (по три тележки в туннель), каждая с 26 противнями.

В верхней части аппарата смонтированы три вентилятора реверсивного действия производительностью 10 тыс. м³/час воздуха с диаметром колес 800 мм и выносными электродвигате-

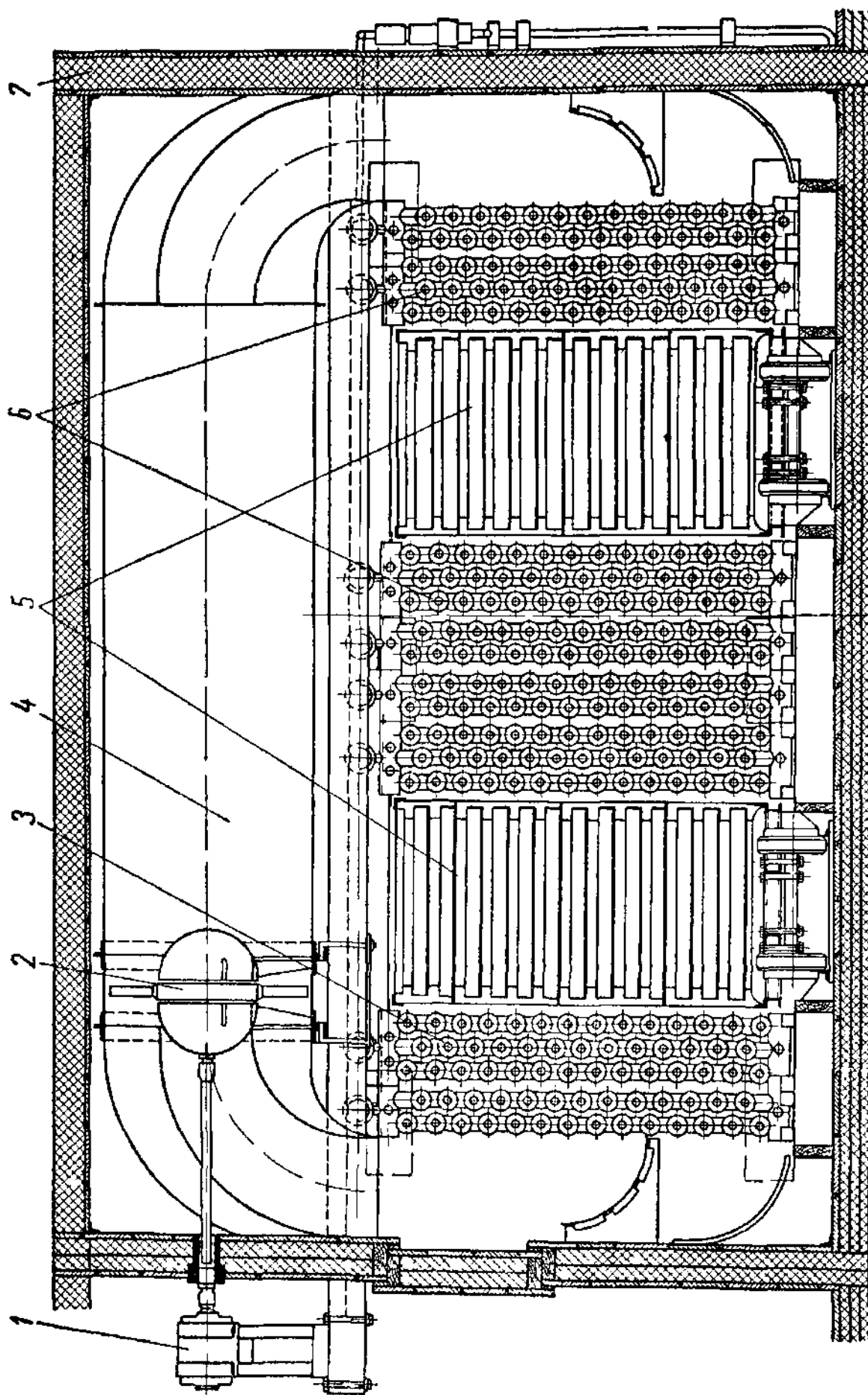


Рис. 78. Скороморозильный аппарат с интенсивным движением воздуха

1 — электродвигатель, 2 — вентилятор, 3, 6 — охлаждающие батареи, 4 — воздушный канал, 5 — тележки, 7 — корпус с тепловой изоляцией

лями по 2,8 квт. К вентиляторам присоединены каналы для циркуляции воздуха, продуваемого внутри камеры.

Циркуляционный воздух, соприкасаясь с продуктом, находящимся на полках тележки, за счет тепла, отнимаемого от продукта, нагревается; проходя через ребристые батареи, он снова охлаждается.

Реверсивность вентиляторов позволяет изменять направление движения воздуха и избегать неравномерного нарастания на батареях снеговой шубы.

Температуру воздуха в аппарате поддерживают равной -30° , а средняя скорость в живом сечении туннелей составляет 4—4,5 м/сек. Рыба толщиной 60—70 мм в раскладку замораживается здесь за 2,5—3 часа, а в блоках толщиной 60—65 мм — за 4—4,5 часа. Размеры тележки 1070 × 780 × 1645 мм, противней — 750 × 480 × 60 мм.

Морозильные аппараты системы ВНИХИ (тип СА) для холодильников со средним или сравнительно небольшим суточным поступлением сырья нашли широкое применение. В табл. 31 приводятся основные технические показатели серии аппаратов этого типа.

Таблица 31

Техническая характеристика морозильных аппаратов ВНИХИ (тип СА)

Марка аппарата СА	Производительность, т/сутки	Толщина продукта, мм	Едновременная загрузка аппарата продуктом, кг	Количество тележек в аппарате	Количество противней размером 750 × 480 × 60 мм	Поверхность охлаждения батарей, м ²	Количество электродвигателей с вентилятором	Общая мощность, квт	Потребляемая мощность, квт	Габариты камеры, м			Общий вес металлических частей, кг
										длина	ширина	высота	
СА-3	2	50—70	560	2	52	190	1	2,8	1,6	4,71	1,52	3	2000
СА-4	6	50—70	1120	4	104	380	2	5,6	3,2	4,71	2,64	3	4500
СА-1	10	50—70	1680	6	156	654	3	8,4	4,8	4,71	3,77	3	6120
СА-5	13	50—70	2240	8	208	811	4	11,2	6,4	4,71	4,90	3	8120
СА-2	20	50—70	3360	12	312	1242	6	16,8	9,6	4,71	7,15	3	11980

Аппараты СА-1 и СА-2 выпускаются серийно. Их недостатком является отсутствие механизации для перемещения и загрузки тележек.

Скорморозильная установка больших рефрижераторных траулеров (БМРТ)

Установка (рис. 79) представляет изолированную камеру с двумя морозильными туннелями, между которыми смонтирован общий для них воздухоохладитель.

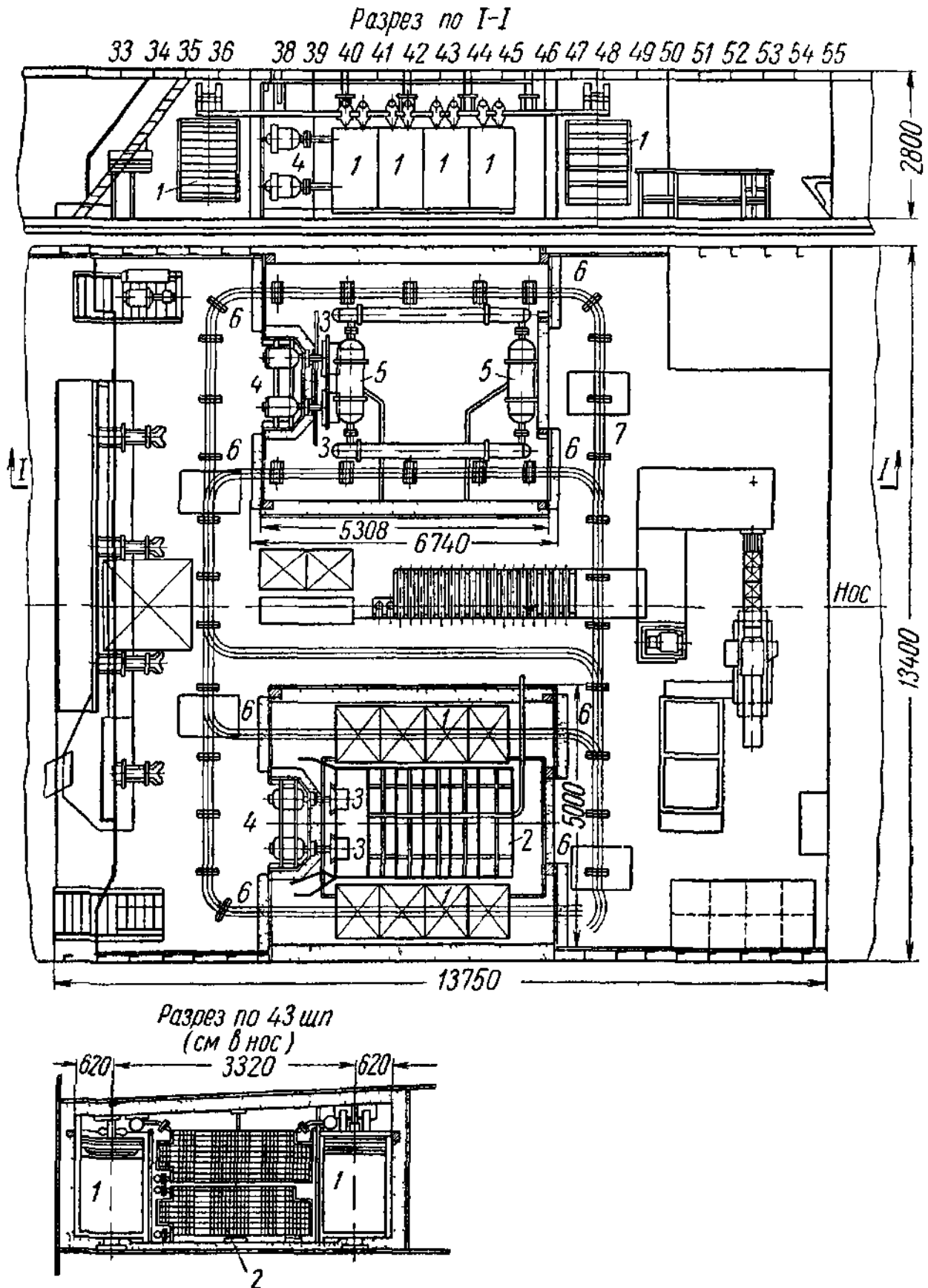


Рис 79 Морозильная установка рефрижераторных траулеров типа «Маяковский»

1 — подвесные этажерочные клеты, 2 — оребренный воздухоохладитель
3 — осевые вентиляторы 4 — электродвигатели вентиляторов 5 — отделитель жидкого аммиака, 6 — раздвижные двери, 7 — монорельсовый путь

В каждом туннеле размещены по четыре подвесных клетки, на которых устанавливают по 44 противня с рыбой или с филе (размер противня $800 \times 250 \times 60$ мм, вместимость — 9—10 кг рыбы).

Клетки передвигаются по двухрельсовому подвесному пути при помощи переносного пневматического устройства, которое воздействует на зубчатый механизм, обкатывающийся по зубчатой рейке, проложенной вдоль пути. Во избежание самопроизвольного передвижения и раскачивания, клетки фиксированы к полу соответствующим устройством.

Воздухоохладитель собран из оребренных батарей, трубы которых имеют диаметр $25 \times 3,5$ мм. В продольном направлении он разделен на две секции перегородкой.

В торцовой части каждой половины воздухоохладителя имеются расположенные один над другим два осевых вентилятора производительностью по $11000 \text{ м}^3/\text{час}$ с выносными электродвигателями мощностью 3,8 квт.

Таким образом, каждый туннель обслуживается примыкающей к нему частью воздухоохладителя.

Общая поверхность теплопередачи батарей воздухоохладителя 850 м^2 .

Батареи подразделены на верхнюю и нижнюю секции с самостоятельными отделителями жидкости и поплавковыми регуляторами для автоматического поддержания уровня жидкого холодильного агента.

Двери туннелей раздвижные; они открываются при помощи гидроприводов, работающих от масляных насосов. В дверной раме имеются специальные каналы, по которым, во избежание примерзания двери, циркулирует теплое масло.

Холодный воздух со средней температурой -30° продувается вдоль туннелей и, соприкасаясь с рыбой, в течение 3,5—4 часов замораживает ее до температуры -18° . Противни снабжены крышками, что уменьшает усушку замораживаемого продукта.

Площадь, занимаемая установкой, составляет $29,2 \text{ м}^2$, кубатура $85,0 \text{ м}^3$. Производительность 15 т/сутки. Габариты $5440 \times 4800 \times 2400$ мм.

На судах типа БМРТ размещены по две установки общей производительностью 30 т/сутки.

Роторный морозильный агрегат (МАР-8)

Роторный полуавтоматический скороморозильный агрегат (рис. 80) предназначен для замораживания рыбного филе, а также блоков рыбы.

Он состоит из следующих основных узлов: ротора, несущего на себе блок-формы; загрузочного и разгрузочного устройства; гидропривода; электрической аппаратуры; станины и изоляционного кожуха.

Ротор представляет собой полый вал 1, на котором шарнирно закреплены 23 блок-формы 2, равномерно распределен-

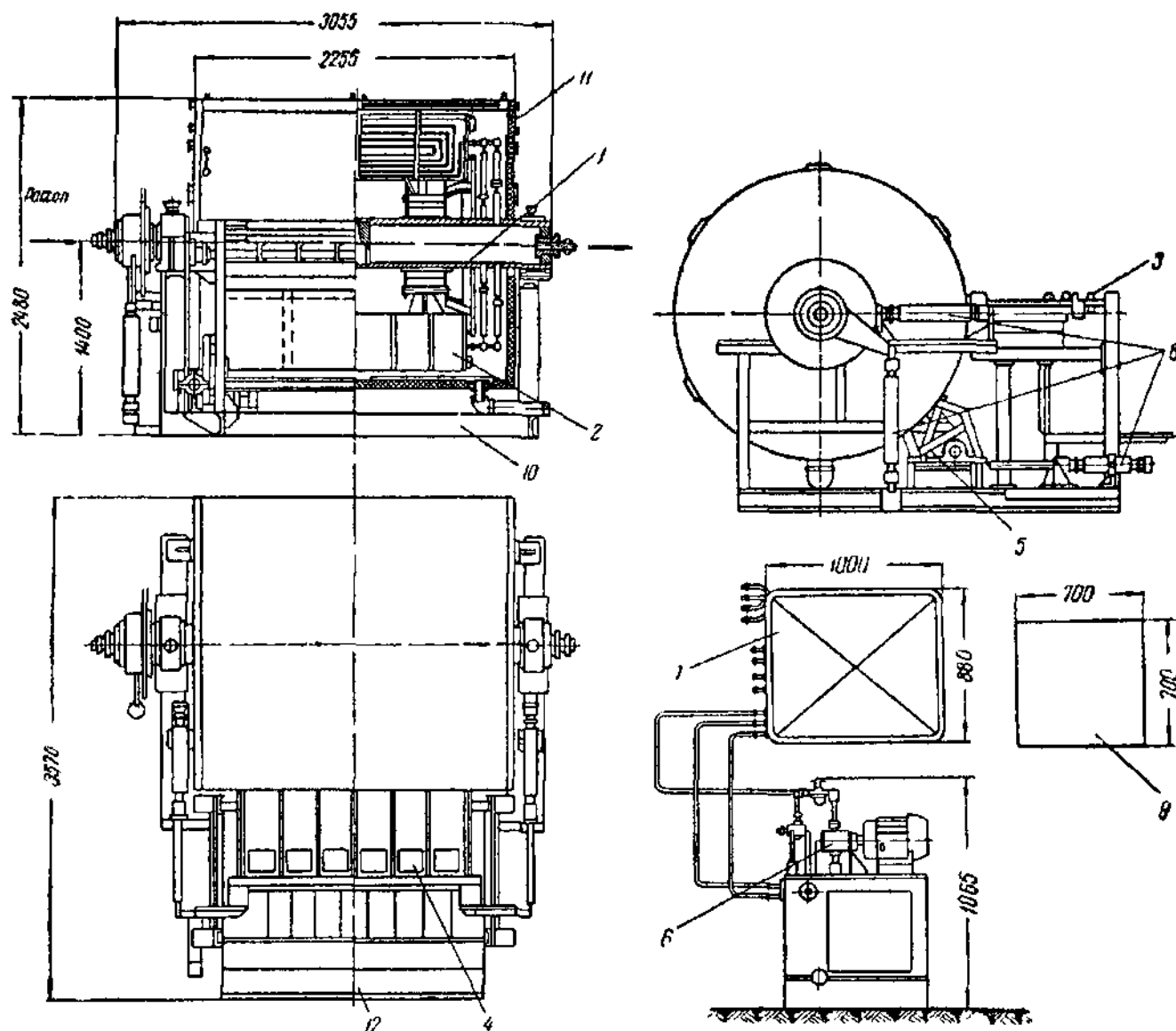


Рис 80 Роторный морозильный агрегат

ные по окружности. Каждая блок-форма имеет шесть гнезд для замораживаемого продукта и состоит из двух полуформ, сидящих на общей оси. Блок-форма может раскрываться на величину до 35 мм.

Холодоноситель, подведенный с торца полого вала ротора, проходит через коллекторы, гибкие шланги, змеевики, скрытые в теле полуформ, и отводится с другого торца вала.

Ротор поворачивается гидроцилиндром с помощью храпового механизма и фиксируется пружинным фиксатором.

Загрузочное устройство агрегата 3 состоит из загрузочных кассет с поршнями. Кассеты 4 представляют собой шесть

противней, объединенных одной траверсой. В каждый противень вставлен поршень, являющийся подвижной задней стенкой кассеты. Два гидроцилиндра придают кассетам и поршням возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. При подаче вперед кассета с помощью специальных клиньев открывает дверцу загрузочного люка, раскрывает блок-форму, находящуюся в положении загрузки, и вдвигается внутрь формы.

Разгрузочное устройство 5 состоит из кулачкового распределительного вала, привода и исполнительных механизмов. Вал приводится в движение от гидроцилиндра. За цикл он делает один оборот, воздействуя в определенной последовательности на исполнительные механизмы — ножи для фиксирования блока перед раскрытием формы и клинья для ее открывания.

Гидропривод состоит из лопастного насоса, фильтра и специальной гидроаппаратуры, с помощью которой масло под давлением приводит в движение все механизмы агрегата.

Насос с электродвигателем расположен на маслобаке 6, а гидроаппаратура смонтирована в шкафу 7.

Электрическая аппаратура агрегата состоит из электродвигателя насоса, пускателя, выключателей и набора реле, смонтированных в электрошкафу 9.

Все узлы агрегата, кроме гидрошкафа и электрошкафа, смонтированы на станине 10; на ней установлены кожух ротора 11 и загрузочный стол 12 с площадкой для рабочего (оператора).

Гидроцилиндры 8 механизмов кассеты, поршней и привода распределительного вала закреплены на станине жестко, а гидроцилиндр поворота ротора — шарнирно.

Агрегат работает по полуавтоматическому циклу. К рабочему месту подается рыба или филе и загружается в кассеты. Рабочий разравнивает их и включает механизм. В дальнейшем процесс работы агрегата продолжается без участия рабочего: кассеты с рыбой попадают в блок-форму, где рыба подпрессовывается, замораживается за три полных оборота ротора и выгружается из агрегата.

Роторный полуавтоматический скороморозильный агрегат МАР-8 выдает блоки подпрессованными, правильной геометрической формы, удобные для упаковки в тару, экономичен по расходу холода и электроэнергии на 1 т замороженной рыбы.

В этом агрегате устранен основной недостаток всех туннельных морозилок — необходимость оттаивания блоков для их выгрузки из форм. Агрегат можно применять на промысловых судах и в стационарных условиях.

Техническая характеристика

Производительность при температуре холодоносителя — 32°, т/сутки . . .	7,5
Время замораживания блоков до температуры — 25°, час	2,3
Размеры замораживаемых блоков, мм	250 × 400 × 60
Вес одного блока, кг	5,5
Вес рыбы, находящейся в агрегате, кг	760
Электродвигатель насоса гидропри- вода:	
мощность, квт	2
число оборотов, об/мин	940
Холодоносители	раствор хлори- стого кальция
Габаритные размеры, мм:	
длина	3570
ширина	3055
высота	2480

Новые механизированные установки для замораживания
продуктов в блоках

Конструкторские и проектные организации работают над совершенствованием имеющихся конструкций воздушных скороморозильных аппаратов. Эти работы направлены на механизацию грузовых устройств и создание поточности процессов замораживания.

ВНИХИ совместно с конструкторским бюро судостроительной промышленности создана специальная судовая морозильная установка, в которой блок-формы шарнирно закреплены на цепном конвейере. Конвейер перемещает их внутри морозильного туннеля и вне его, механизировав все процессы загрузки продукта, замораживания и выгрузки, а также выгрузки готового блока.

Гипрорыбпром разработал морозильный аппарат, в котором противни с замораживаемым продуктом, поступая в морозильный туннель, внутри его последовательно передвигаются специальным механическим устройством сначала снизу вверх, затем вдоль туннеля сверху вниз и, наконец, в замороженном виде выдаются с противоположного конца аппарата.

В обеих конструкциях холодный воздух продувается вдоль туннеля.

Представляет интерес конструкция морозильного аппарата, разработанная в Научно-исследовательском институте механизации рыбной промышленности, в которой замораживаемый продукт формируется в блок и подпрессовывается в самом аппарате (рис. 81).

Основной формующий транспортер состоит из отдельных коротких стальных пластин с боковыми стенками, перекрывающимися одна другую, и поперечными вертикальными перегородками, образующими блок-формы. Загрузочная его часть выходит из камеры и над ней расположен загрузочный бункер.

Рыба из загрузочного бункера падает в блок-формы и, продвигаясь в морозильную камеру, оказывается под действием

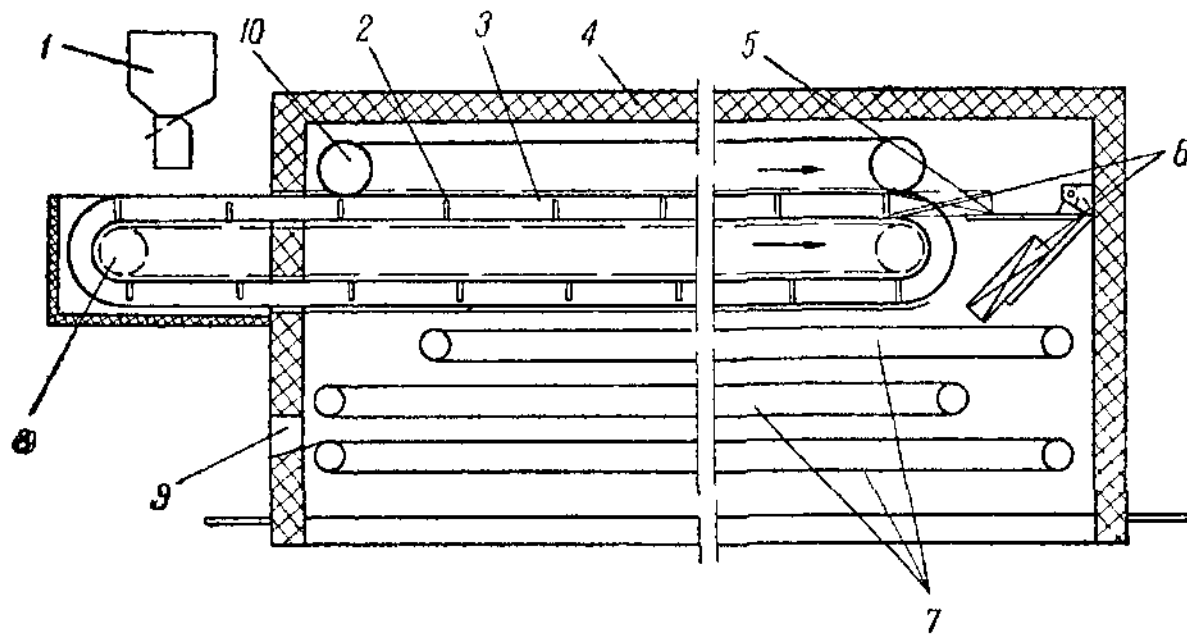


Рис. 81. Механизированный морозильный аппарат:

1 — загрузочный бункер, 2 — вертикальные перегородки транспортера, 3 — боковые стенки транспортера, 4 — воздушная камера, 5 — поворотная площадка, 6 — блоки продукта, 7 — транспортеры с сетчатыми лентами, 8 — основной формующий транспортер, 9 — место выгрузки продукта, 10 — транспортер со сплошной стальной лентой

стальной ленты расположенного выше транспортера. Последний подпрессовывает продукт и окончательно формирует его в блоки. Одновременно начинается процесс замораживания рыбы, так как внутри камеры циркулирует холодный воздух, поток которого создается вентилятором. Во время перемещения блоков под стальной лентой верхнего транспортера она, плотно закрывая продукт сверху, устраняет непосредственный контакт его с циркулирующим воздухом и уменьшает усушку продукта в начальный период замораживания.

В конце основного транспортера при огибании им звездочек короткие пластины, из которых состоит транспортер, легко отрываются от сформованного продукта. Блоки поступают на специальную поворотную площадку, автоматически откидывающуюся и плавно передающую их на расположенный ниже сетчатый транспортер. Сетчатые транспортеры установлены так, что блоки легко передаются с транспортера, находящегося выше, на нижний,

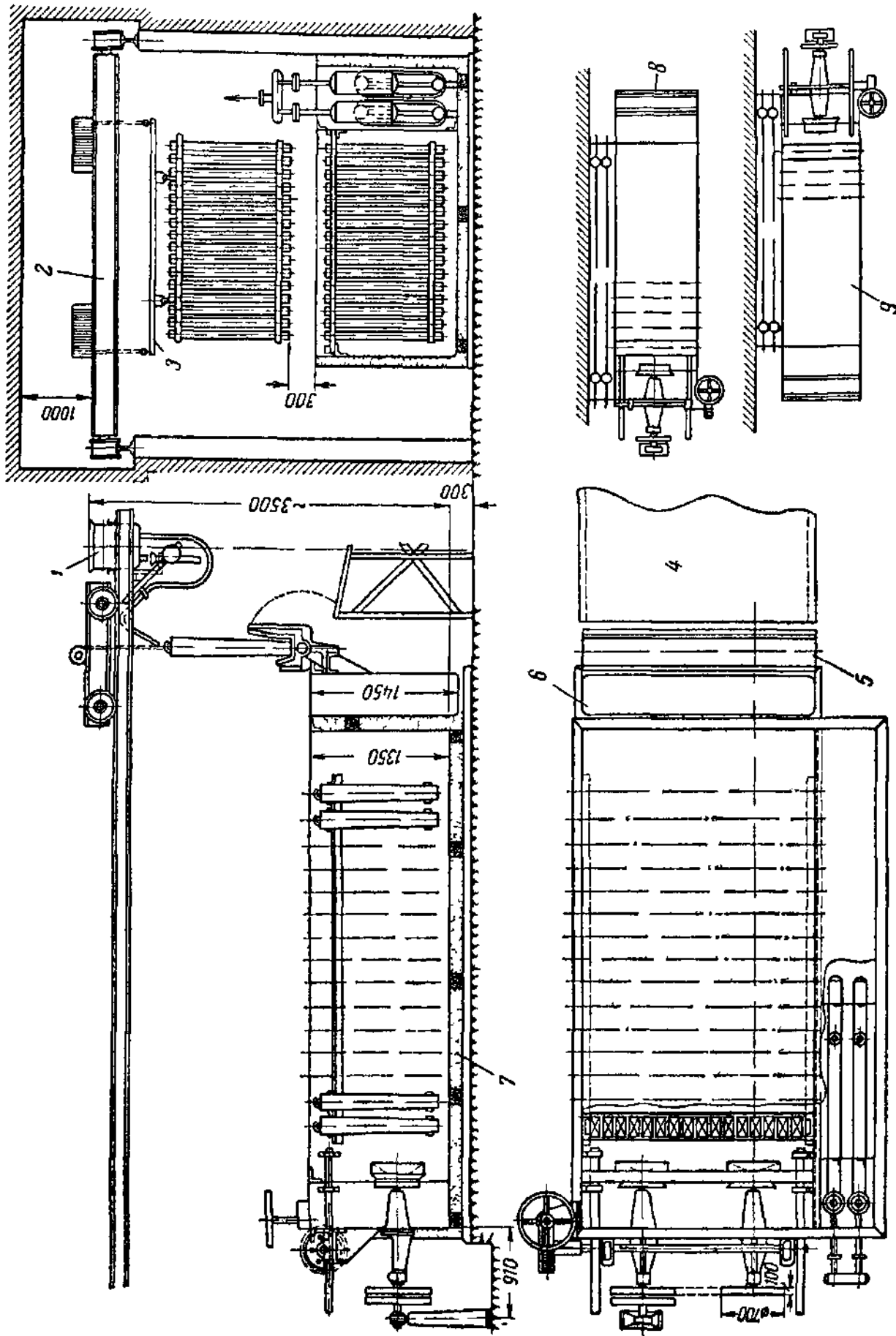


Рис. 82. Рассольный льдогенератор:

1 — наполнительное устройство, 2 — мостовой кран, 3 — траверса, 4 — льдоскат, 5 — опрокидывающее устройство, 6 — оттаивательный сосуд, 7 — изоляция, 8 — льдогенератор, левый тип, 9 — льдогенератор, правый тип

Льдогенераторы

Наиболее распространенным типом льдогенераторов является рассольный генератор блочного льда (рис. 82). Основная часть его — металлический бак, в котором размещены испарительная трубчатая система, батареи металлических льдоформ и мешалки для циркуляции рассола.

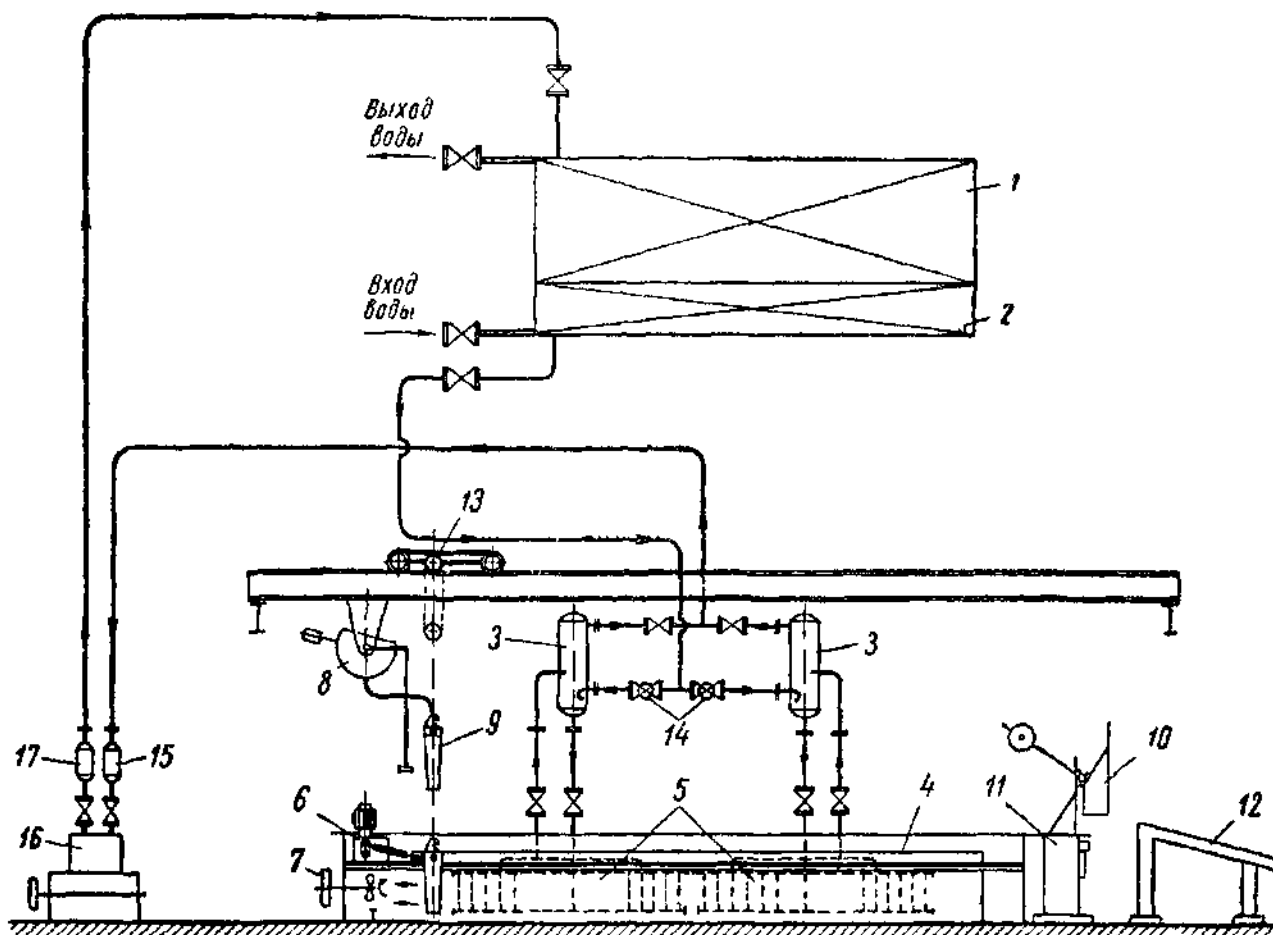


Рис. 83. Рассольная льдогенераторная установка:

1 — конденсатор, 2 — переохладитель, 3 — отделитель жидкости, 4 — рассольный бак, 5 — испарители, 6 — толкатель льдоформ с двигателем, 7 — рассольная мешалка, 8 — водонаполнитель, 9 — рама с льдоформами, 10 — опрокидыватель льдоформ, 11 — оттаивательный сосуд, 12 — льядоскат, 13 — тележка подъемного крана, 14 — регулирующий вентиль, 15 — грязеуловитель, 16 — холодильный компрессор, 17 — маслоотделитель

Металлические формы наполняются водой и погружаются в бак с холодным рассолом ($t = -10^{\circ}$). После того как вода в формах замерзла, батареи при помощи тельфера поднимают из бака, погружают в оттаивательный сосуд, затем устанавливают на опрокидыватель и освобождают от блоков льда, которые по льядоскату поступают к месту складирования.

В то же время толкающий механизм продвигает все формы, находящиеся в баке, и освобождает место с торцевой стороны

бака для погружения в него повторно заполненных водой форм.

Испарительная трубчатая система представляет собой вертикальнотрубный испаритель интенсивного действия. Отепленный рассол, попадая в испаритель, отдает холодильному агенту теплоту, воспринятую от воды при ее замораживании.

Рассольные льдогенераторы выпускаются серийно производительностью от 3 до 60 т/сутки. Продолжительность замораживания воды в формах вместимостью по 12,5 кг составляет 8 часов, 25 кг — 12 часов и 50 кг — 16 часов.

Льдогенераторы являются значительными потребителями холода и в большинстве случаев их подключают к общей схеме холодильников наряду с другими потребителями. Автономный льдогенератор охлаждается посредством обычных компрессионных холодильных машин; схема такой установки показана на рис. 83.

В настоящее время разработаны новые типы льдогенераторов, описание которых дано в главе VIII.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И ПРИБОРЫ

Воздухоотделители

Воздухоотделителем называется аппарат для удаления из системы холодильной установки воздуха, попадающего в нее через неплотности в соединениях и сальник, а также при осмотре и ремонте установки (рис. 84). Воздух и другие неконденсирующиеся газы в системе увеличивают давление конденсации, расход энергии и ухудшают теплопередачу в конденсаторе.

Воздухоотделитель конструкции Ш. Н. Кобулашвили состоит из четырех цельнотянутых труб разного диаметра, вставленных одна в другую. По принципу действия он является теплообменным аппаратом, в котором с помощью холодного жидкого агента охлаждается воздушно-аммиачная смесь.

Через специальный вентиль регулирующей станции 9 во внутреннюю трубу 10 воздухоотделителя 1 подается некоторое количество жидкого агента, который по изогнутому колену попадает в межтрубное пространство и выходит из воздухоотделителя через патрубок 11 в испарительную систему установки. Из конденсатора и ресивера 2, 3 по внешней трубе воздухоотделителя 4 поступает воздушно-аммиачная смесь. В наружном межтрубном пространстве часть аммиака конденсируется и стекает вниз к вентилю 6.

Далее воздушно-аммиачная смесь проходит по внутреннему межтрубному пространству, где еще более охлаждается жидким аммиаком. В результате этого теплообмена аммиак из

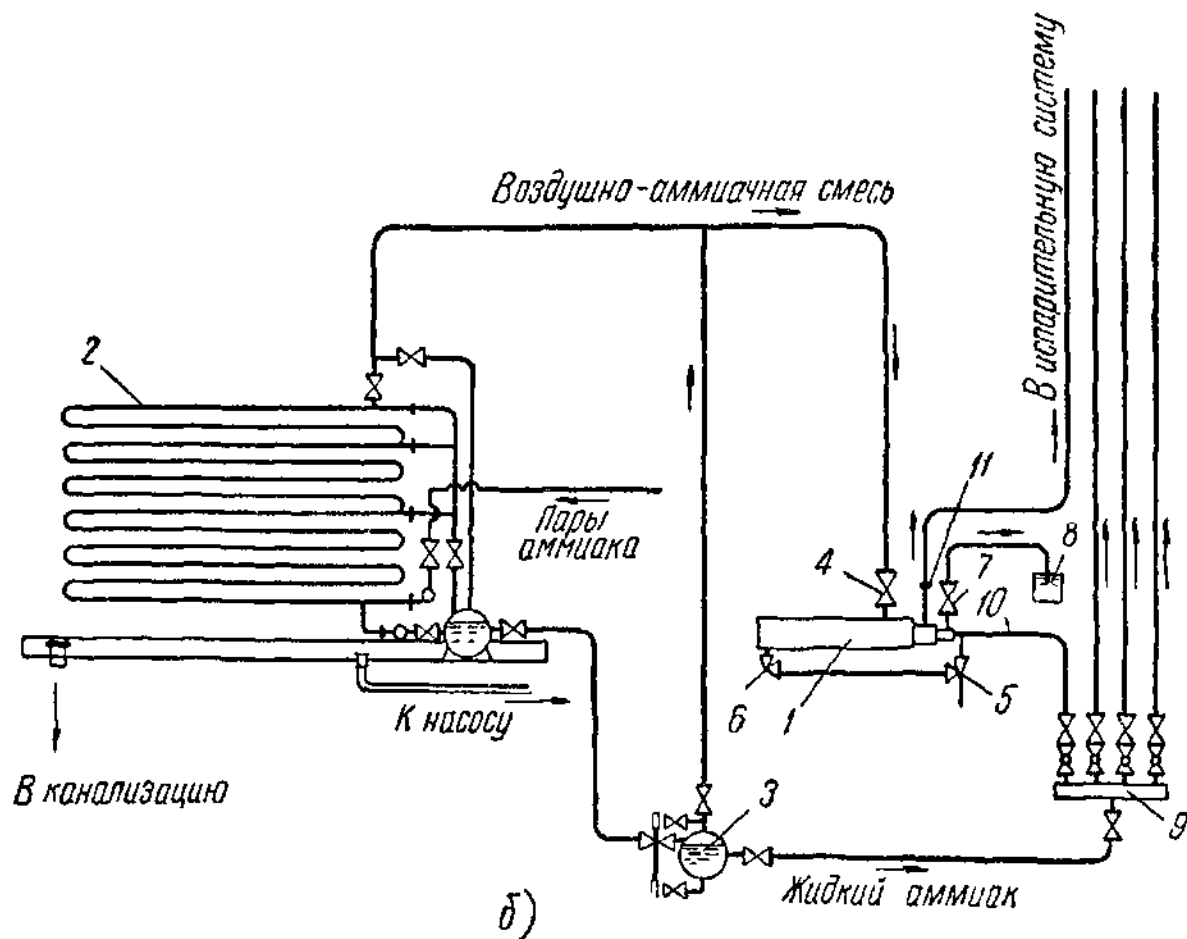
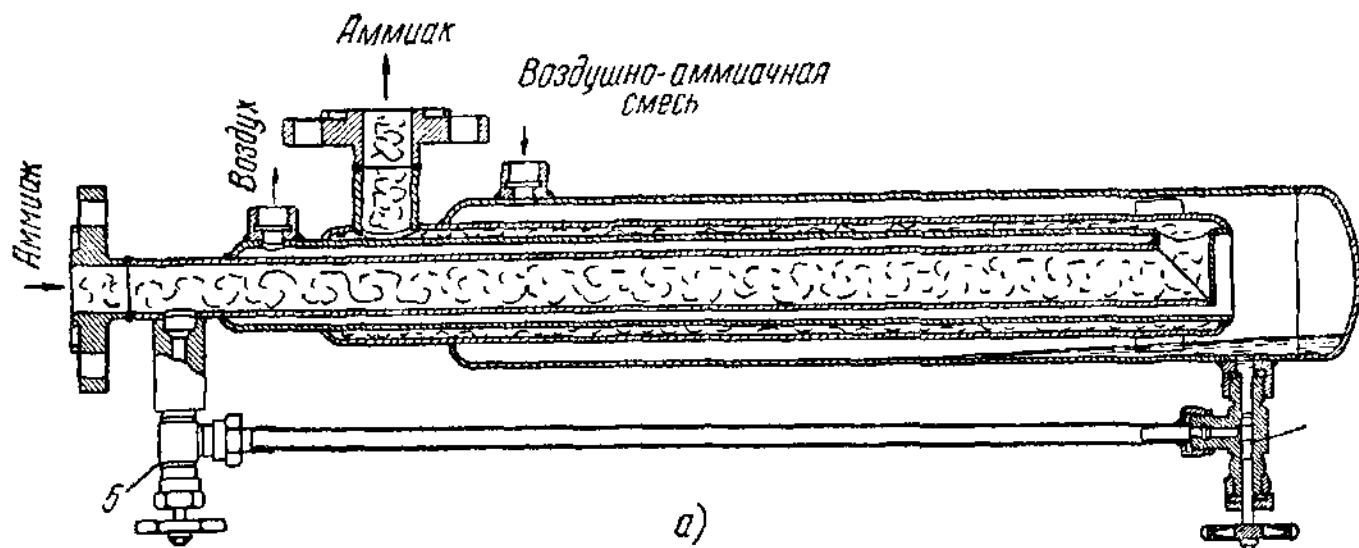


Рис. 84. Воздухоотделитель конструкции Кобулашвили:
а — разрез, б — схема включения в аммиачную систему

смеси конденсируется, выделяются воздух и неконденсирующиеся газы. Сконденсировавшийся аммиак стекает к вентилю 6 и затем через другой вентиль 5 поступает во внутреннюю трубу воздухоотделителя, а воздух удаляется через вентиль 7 истеклянный сосуд 8 с водой в атмосферу.

Маслоотделители

Маслоотделителем называется аппарат, при помощи которого предотвращается попадание смазочного масла в теплообменные аппараты установки (рис. 85). Горячие пары аммиака увлекают с собой частицы масла из компрессора, которое, попадая в конденсатор, может значительно ухудшить его коэффициент теплопередачи. Маслоотделитель включается в схему установки на нагнетательной стороне между компрессором и конденсатором, возможно ближе к последнему.

Современные маслоотделители работают по принципу охлаждения паро-масляной смеси путем барботирования. Внутри металлического сосуда проходит труба, конец которой на 150—200 мм опущен под слой жидкого аммиака. По этой трубе в маслоотделитель поступают горячие пары аммиака из компрессора. При барботировании они промываются и охлаждаются, при этом масло отделяется и собирается в нижней части сосуда.

Охлажденный парообразный аммиак проходит в верхнюю часть сосуда, встречая на пути решетчатые конические отбойники, отделяющие от паров аммиака остаточные количества смазочного масла. Через правый верхний патрубок пары аммиака выходят из маслоотделителя, направляясь к конденсатору. Масло из маслоотделителя сливается в маслосборник, соединенный со всасывающей стороной установки.

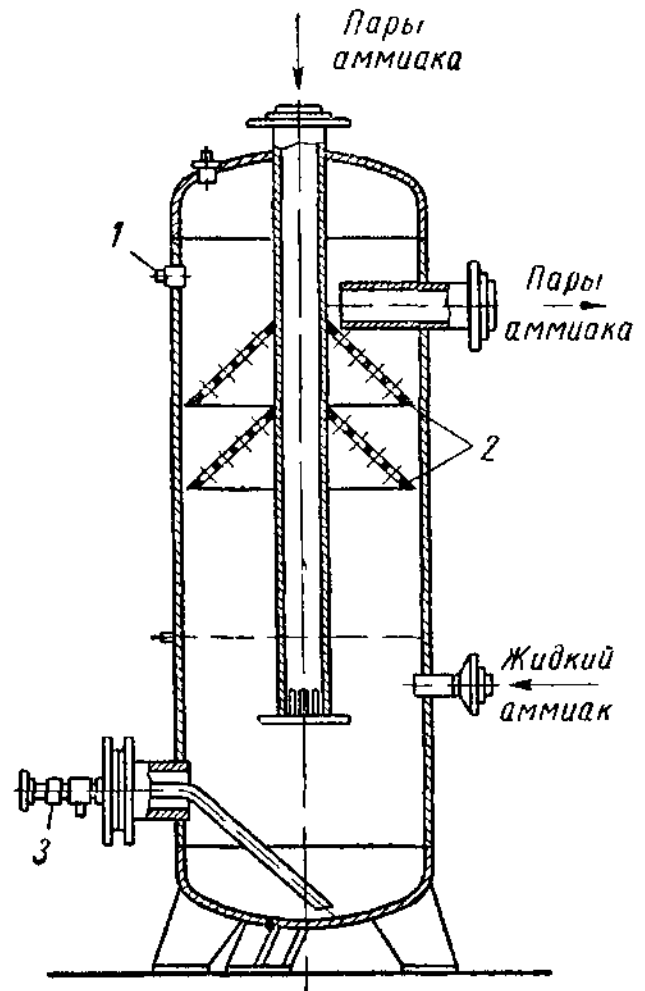


Рис. 85. Маслоотделитель.
1 — бобышка для манометра, 2 — решетчатые конические отбойники, 3 — маслоспускной вентиль

Грязеуловители, фильтры и осушители

Грязеуловители служат для предохранения цилиндров компрессоров от попадания твердых частиц (ржавчины, окалины, песка), которые могут вызвать задиры или образовать риски на зеркале цилиндра компрессора. Грязеуловитель (рис. 86) пред-

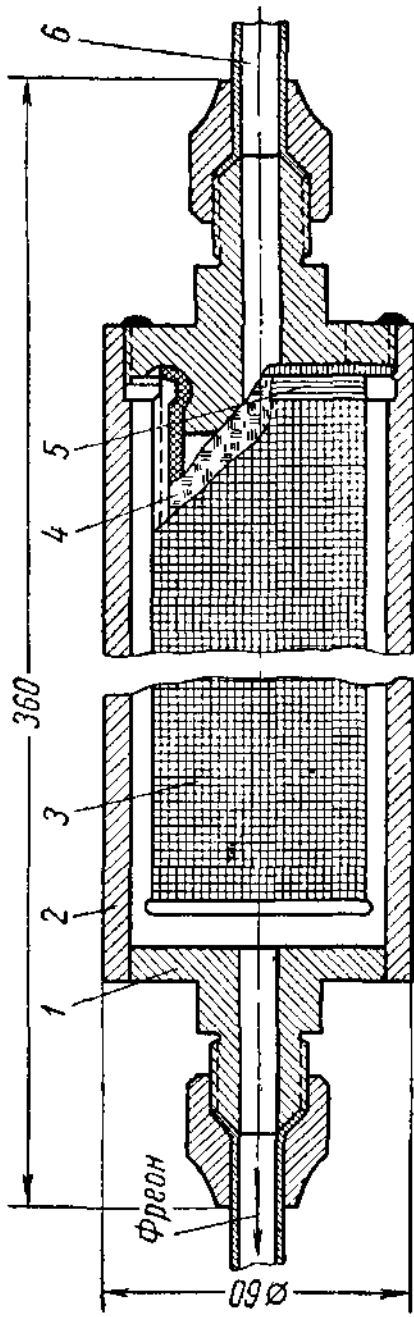


Рис. 87. Фильтр:
 1 — крышка, 2 — обечайка, 3 — лагуная сетка, 4 — асбест, 5 — проволока для крепления фильтра к корпусу, 6 — трубка

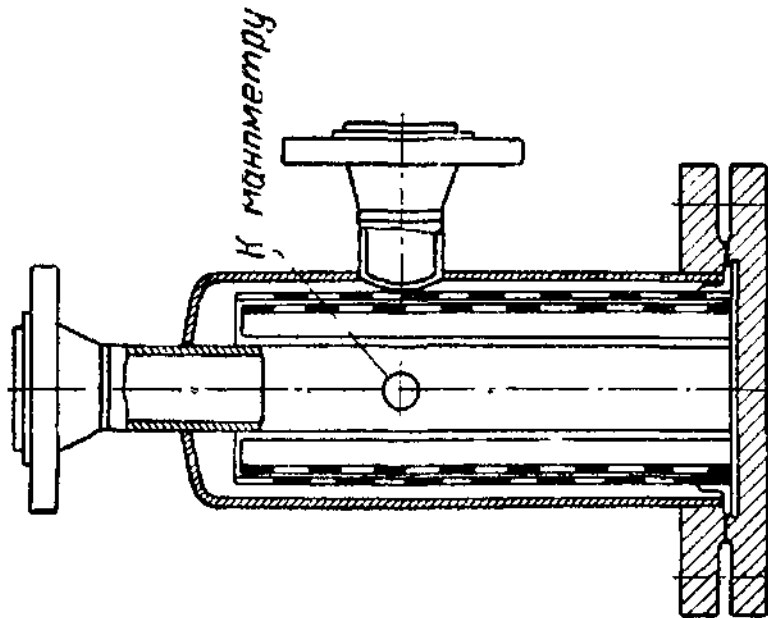


Рис. 86. Грязеуловитель

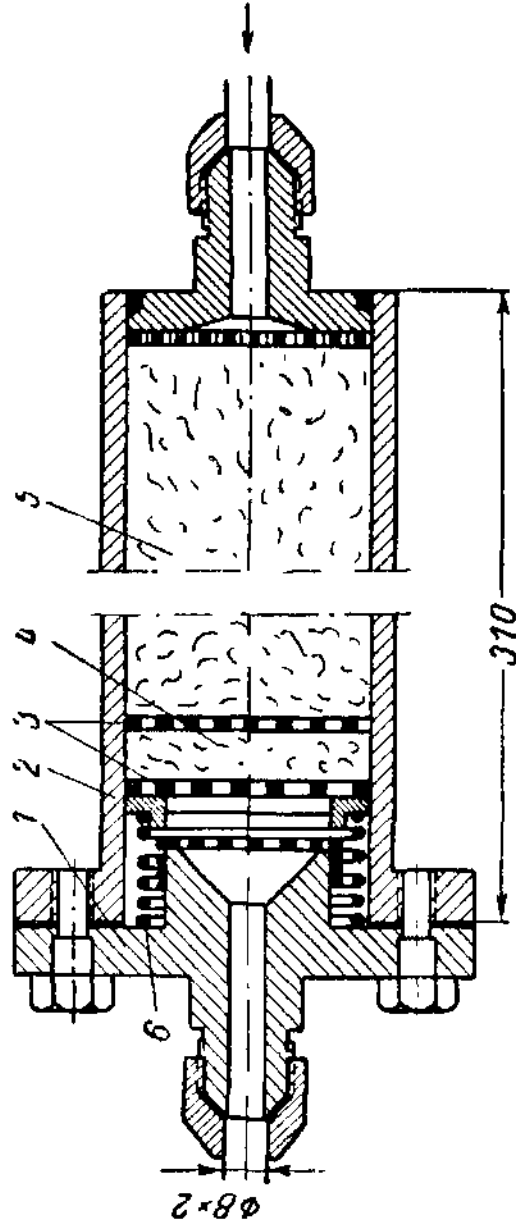


Рис. 88.осушитель:
 1 — корпус, 2 — кожух, 3 — сетка, 4 — вата, 5 — силикагель, 6 — пружина

ставляет собой металлический корпус, внутрь которого вставляется двухслойная мелкоячеистая проволочная сетка. Сетка периодически очищается. Для этого она извлекается из корпуса через съемную крышку. В схему холодильной установки грязеуловитель включается на всасывающей стороне вблизи компрессора. Парообразный агент легко проходит через ячейки сетки, а загрязнения остаются внутри сетчатого цилиндра.

Фильтры устроены по такому же принципу, они служат для защиты приборов автоматики от засорения. В корпусе фреонового фильтра (рис. 87) устанавливают латунную сетку с асбестовой прокладкой.

В схему установки фильтры включают на жидкостной линии перед приборами автоматического действия.

Кроме того, на жидкостной линии фреоновых холодильных установок включают осушители (рис. 88), корпус которых заполняется силикагелем (SiO_2 — окись кремния). Силикагель адсорбирует влагу, предотвращая замерзание ее в регулирующем вентиле. Периодически силикагель извлекают из корпуса осушителя, прокалывают при температуре $120\text{--}130^\circ$ и снова используют как поглотитель влаги.

Отделители жидкого холодильного агента

Отделители жидкого агента — это аппараты обычно в виде вертикального цилиндрического сосуда с патрубками для подключения трубопроводов жидкого и парообразного агента, предназначенные для обеспечения сухого хода компрессора. Такого рода отделитель работает по принципу изменения направления и уменьшения скорости движения паров холодильного агента на пути их к компрессору. Аппараты включают в схему аммиачных установок при охлаждении камер батареями непосредственного испарения. Устройство отделителя показано на рис. 89. Частицы жидкого аммиака, как более тяжелые, собираются в нижней части отделителя, а пары агента, как более легкие, поднимаются вверх, откуда отсасываются компрессором.

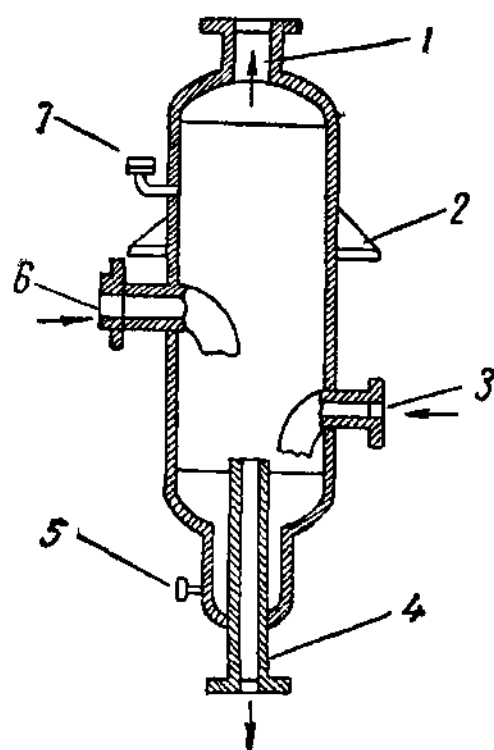


Рис. 89. Отделитель жидкого холодильного агента:

1 — выход паров, 2 — опорные кронштейны, 3 — вход жидкого агента от регулирующей станции, 4 — выход жидкости, 5 — спуск масла, 6 — вход паров аммиака, 7 — патрубок для манометра

Жидкий аммиак из отделителя стекает в приборы непосредственного испарения.

Для уменьшения потерь холода отделители жидкости покрывают тепловой изоляцией.

Ресиверы

Ресиверы выполняют в виде стального сварного горизонтального цилиндрического сосуда (рис. 90).

Они предназначены для разгрузки конденсатора от жидкого холодильного агента и обеспечения равномерного потока

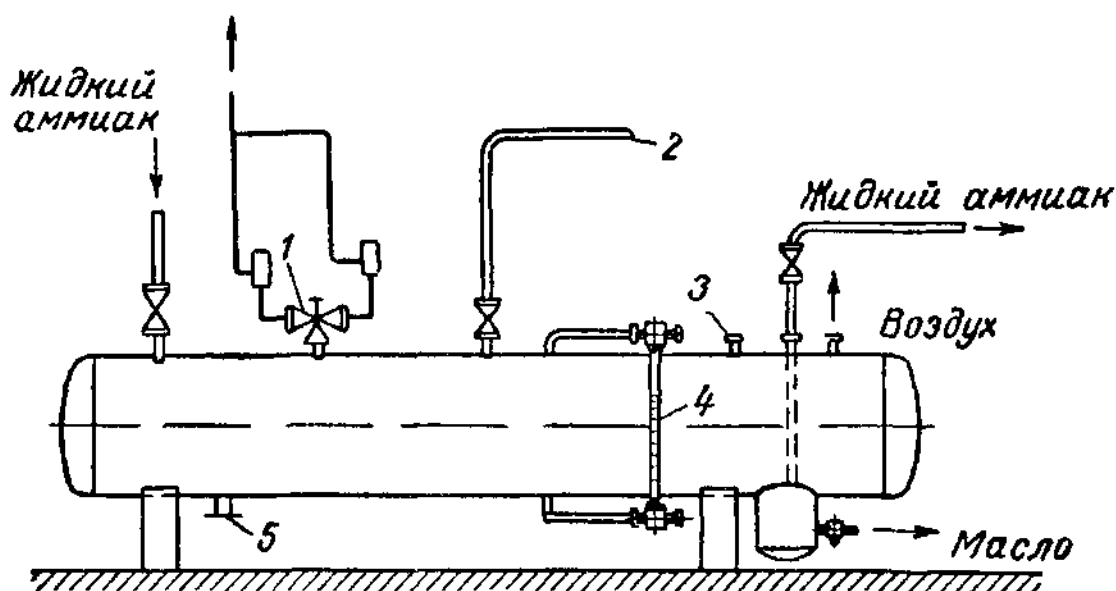


Рис. 90. Ресивер:

- 1 — трехходовой вентиль с двумя предохранительными клапанами, 2 — уравнивающая труба, 3 — патрубок для манометра, 4 — указатель уровня, 5 — патрубок для выпуска загрязнений

его к регулируемому вентилю (линейный ресивер), спуска холодильного агента из батарей перед снятием с них снеговой шубы (дренажный ресивер) и хранения запаса холодильного агента (запасной ресивер).

На корпусе ресивера имеются несколько патрубков: для подачи и отвода жидкого агента; для уравнивающей трубы, идущей к конденсатору; для выпуска из ресивера воздуха; для трехходового запорного вентиля с двумя предохранительными клапанами и манометра; для выпуска загрязнений. Линейный ресивер должен вмещать $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ количества агента, циркулирующего в системе в час. Емкость дренажного ресивера должна быть не меньше емкости наибольшей группы одновременно оттаиваемых батарей или одного самого емкого аппарата.

Промежуточные сосуды

Промежуточные сосуды включают в схему холодильной установки двухступенчатого сжатия между линиями нагнетания цилиндра низкого давления и всасывания цилиндра высокого давления. Они предназначены для сбива перегрева, паров аммиака, поступающих в сосуд из цилиндра низкого давления, и переохлаждения жидкости перед дросселированием. Устройство промежуточного сосуда показано на рис. 91. В змеевик, расположенный в нижней части сосуда, поступает жидкость после конденсатора или переохладителя. Здесь она переохлаждается вследствие испарения в межзмеевиковом пространстве холодильного агента, поступающего после первого дросселирования. Сильно переохлажденная в змеевике жидкость направляется к регулирующему вентилю.

Одновременно по вертикальной трубе под уровень жидкости сверху поступает перегретый пар из компрессора низкого давления, этот пар охлаждается до температуры насыщения, соответствующей промежуточному давлению. Промежуточный сосуд имеет штуцеры для подключения поплавкового регулирующего вентиля и дистанционного указателя уровня жидкости в сосуде.

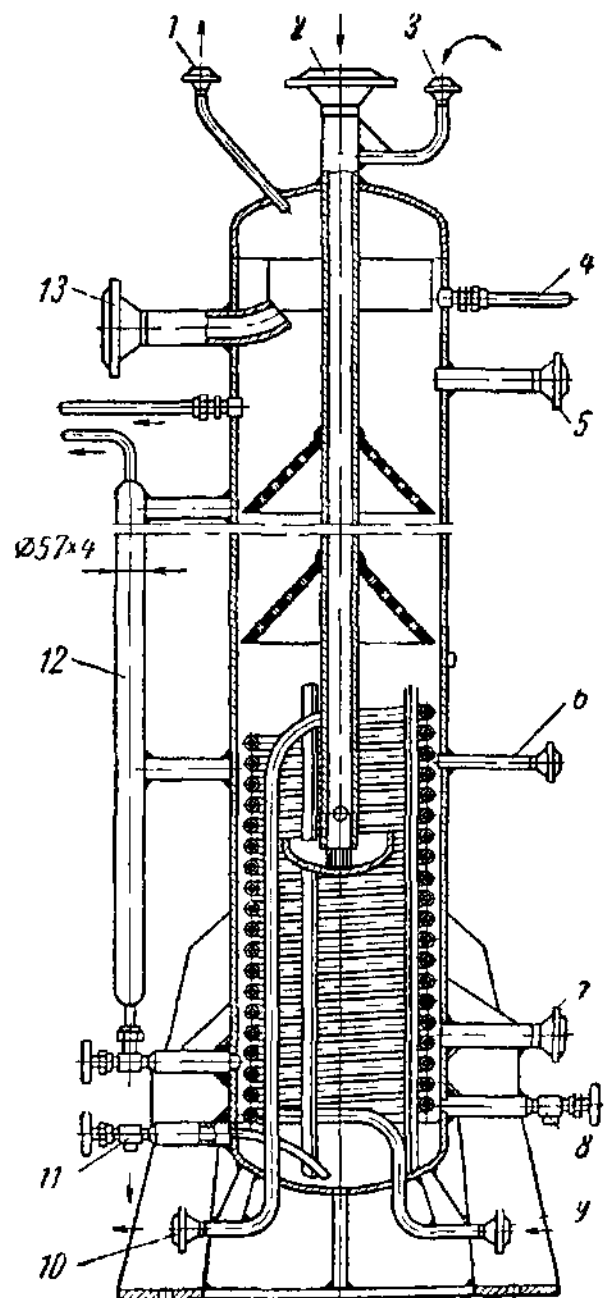


Рис. 91. Промежуточный сосуд:

1 — присоединение предохранительного клапана, 2 — вход паров аммиака из ц. н. д., 3 — вход паров аммиака из воздухоотделителя, 4 — присоединение к манометру, 5 — присоединение к уравнильной паровой линии, 6 — вход жидкого аммиака от РВ, 7 — присоединение к уравнильной жидкостной линии, 8 — спуск аммиака, 9 — вход жидкого аммиака в змеевик из конденсатора, 10 — выход жидкого аммиака из змеевика в РВ, 11 — спуск масла, 12 — указатель уровня, 13 — выход паров аммиака в ц. в. д.