

φ — коэффициент, учитывающий потери холода в машине, в зависимости, от системы охлаждения; принимают для непосредственного испарения — 0,95—0,93 и рассольной системы — 0,90—0,88.

В каталогах холодильного оборудования холодопроизводительность машин приводится при нормальных или стандартных условиях работы, поэтому для подбора компрессора холодопроизводительность при рабочих условиях пересчитывают на стандартные или нормальные условия. По последней величине холодопроизводительности выбирают холодильный компрессор.

Холодильные компрессоры могут быть рассчитаны и по объему, описываемому поршнем компрессора в час. Эта характеристика также приводится в каталогах.

Теплообменные аппараты — конденсаторы и испарители — подсчитывают и подбирают соответственно определенной поверхности теплопередачи, по каталогам. Рассчитанное количество циркулирующего в той или иной системе вещества (воды, рассола, воздуха) служит основанием для подбора по каталогам или справочным таблицам соответственно водяных и рассольных насосов и вентиляторов.

Приборы камерного охлаждения (батареи непосредственного испарения или рассольные) рассчитывают как теплообменные аппараты. Проверка поверхности охлаждающих батарей в холодильниках ориентировочно может быть произведена по расходу их на 1 м² строительной площади пола камер:

	Для камер	
	с рассольным охлаждением	с непосредственным охлаждением
Температура в камере, °С . . .	—10	—13
Пристенные батареи, м ²	0,75	0,82
Потолочные батареи, м ²	1	1,20

Для камер с непосредственным испарением аммиака, предназначенных для холодильной обработки продуктов:

Температура в камере, °С	—18
Пристенных батарей, м ²	3
Потолочных батарей, м ²	4

В расчет и подбор основного оборудования входит также расчет мощности и выбор двигателей для компрессоров, насосов и вентиляторов.

Глава VIII

ЛЕДЯНОЕ И ЛЬДОСОЛЯНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЬДА

Лед естественный и искусственный играет важную роль при сохранении рыбы и другого сырья водного происхождения, в процессах охлаждения и транспортировки рыбных продуктов. Лед широко применяется в рыбной промышленности и рыбном хозяйстве всех стран, занимающихся рыболовством. Такое широкое использование льда как холодоносителя объясняется его физическими свойствами: температура плавления при атмосферном давлении равняется 0°C , т. е. достаточно низкая для осуществления технологических процессов обработки и транспортировки рыбы, теплота плавления льда высокая и составляет 80 ккал/кг .

Удельный вес льда практически принимают $\gamma = 0,917 \text{ кг/л}$; теплоемкость, в зависимости от температуры, вычисляют по формуле

$$c = 0,517 - 0,0063T \text{ ккал/кг } ^{\circ}\text{C},$$

где T — температура льда, $^{\circ}\text{K}$.

В интервале температур от 0 до -20° в среднем $c = 0,5 \text{ ккал/кг } ^{\circ}\text{C}$; теплопроводность льда в зависимости от температуры составляет

$t^{\circ}\text{C}$	0	-50	-100
$\lambda \text{ ккал/м час } ^{\circ}\text{C}$:	1,92	2,39	2,99

для температур до -20° , в среднем ее принимают равной $2 \text{ ккал/м час } ^{\circ}\text{C}$.

Температуропроводность льда при 0° составляет $a = 0,00419 \text{ м}^2/\text{час}$.

В советской рыбной промышленности применяют как естественный, так и искусственный лед, причем заготовка естественного льда осуществляется в больших масштабах. Это объясняется наличием значительных ресурсов природного льда в районах рыболовства.

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЬДА

Естественный лед заготавливают обычно следующими способами: послойным намораживанием воды на горизонтальных площадках; наращиванием сталактитов в градирнях и выколкой или вырезкой крупных льдин из водоемов.

Послойное намораживание

Послойное намораживание воды на площадках применяют в районах с достаточно устойчивыми морозами.

На заранее подготовленную и выравненную площадку размерами из расчета на 1 м^2 основания — $3—4 \text{ м}^3$ льда насыпают слой шлака толщиной не менее 15 см и укладывают досчатый настил. По периметру площадки вырывают сточные канавы и подводят к ней воду.

Перед началом намораживания по краям площадки устанавливают борты из досок и с помощью резинового шланга заливают всю площадку тонким слоем воды. После того как он промерзнет, наливают новый слой.

В зависимости от температуры воздуха за сутки образуется слой льда:

Температура воздуха, °С	—10	—15	—20
Слой льда, мм	30	50	70

При сильном ветре интенсивность льдообразования увеличивается в $2—3$ раза.

В процессе намораживания воды борты переставляют на высоту $1—1,5 \text{ м}$, а затем устанавливают их с отступом внутрь ледяного массива, который будет иметь ступенчатый вид (рис. 138).

При больших заготовках льда этим способом (свыше 1000 т льда) полив площадки целесообразно механизировать, применив форсуночную установку, предложенную ВНИХИ (Н. Т. Кудряшевым). По длинной оси площадки (рис. 139) на глубине $0,5 \text{ м}$ прокладывают водопроводную трубу с отводами через каждые 10 м . К отводам по мере намораживания навинчивают стояки из трех труб диаметром 38 мм , высотой каждая по $1,6 \text{ м}$. Эти трубы вверху снабжены форсунками, которые равномерно орошают площадку водой. Расход воды на каждую форсунку составляет

100 л/мин. При температуре воздуха -10° площадку орошают 4 мин., при -20° — 6 мин.

Способ послойного намораживания воды на площадках имеет следующие достоинства: лед образуется из водопроводной, т. е.

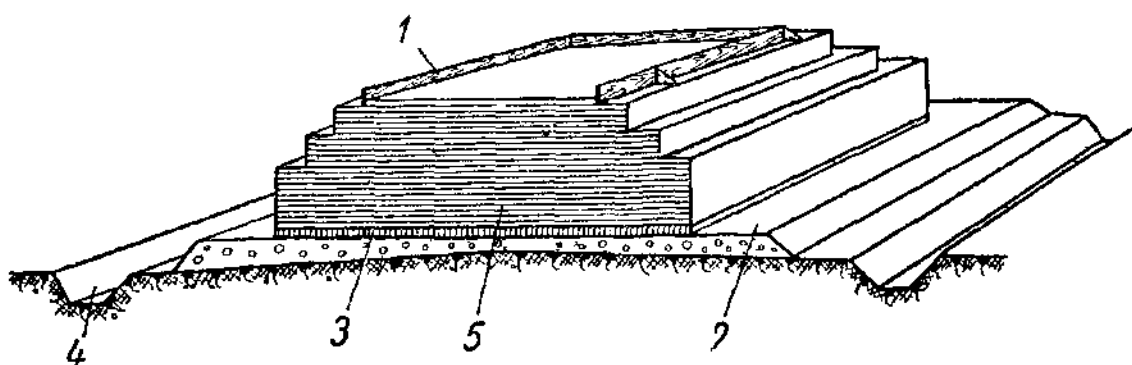


Рис. 138. Заготовка льда намораживанием воды:
1 — борты; 2 — подсыпка шлака, 3 — досчатый настил, 4 — канавы,
5 — лед

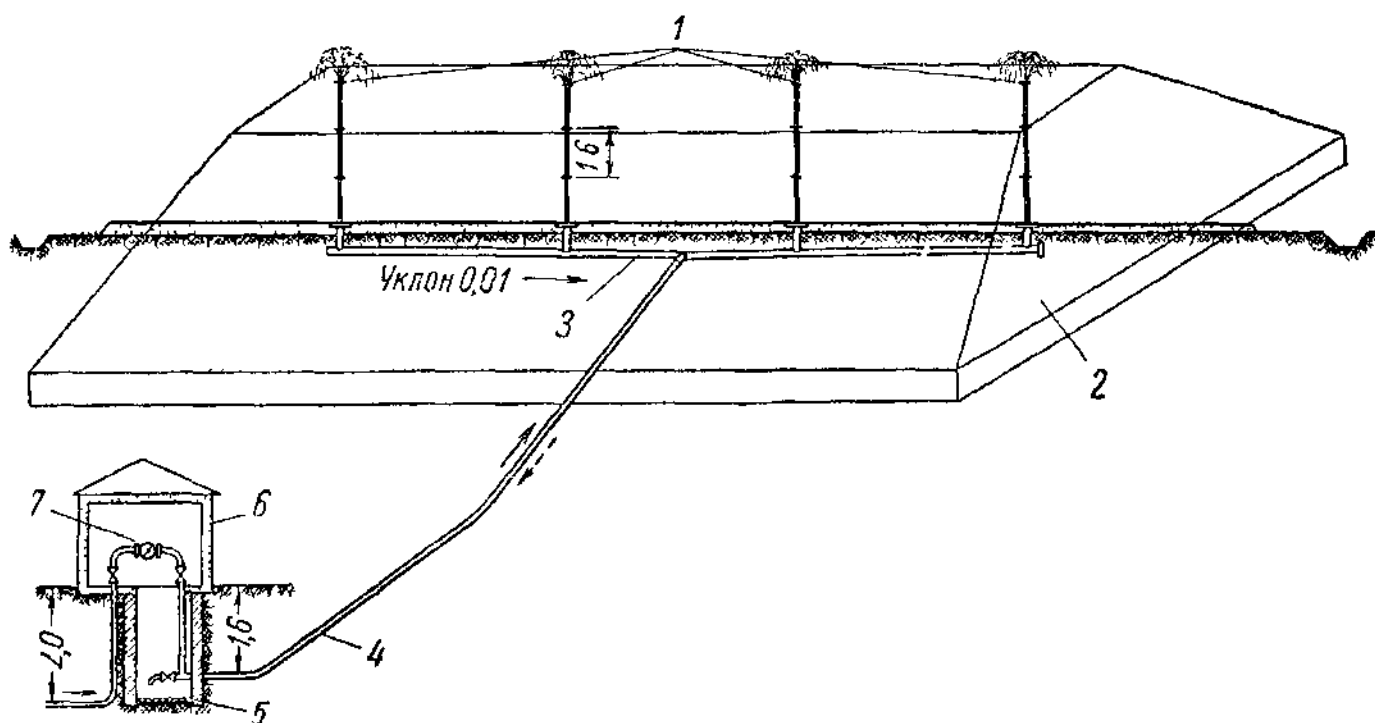


Рис 139. Форсуночная установка системы Н. Т. Кудряшева для намораживания льда:
1 — форсунка, 2 — бунт льда, 3 — распределитель воды, 4 — магистраль, 5 — водопоглощающий колодец, 6 — тепляк, 7 — водомер

питьевой воды, которая отвечает санитарным требованиям; заготовку льда производят непосредственно на месте его хранения и потребления; образованный монолитный массив льда лучше сохраняется. Применение схемы Н. Т. Кудряшева ускоряет процесс намораживания, сокращает в 3—4 раза трудовые затраты и почти вдвое уменьшает стоимость заготовки льда.

Заготовка льда намораживанием сталактитов

Способ заготовки льда в градирнях наращиванием сталактитов (рис. 140) может применяться в районах с более мягким климатом.

Для его осуществления сооружают эстакады-градирни в виде трехъярусной этажерки из жердей. К эстакаде по трубопроводу

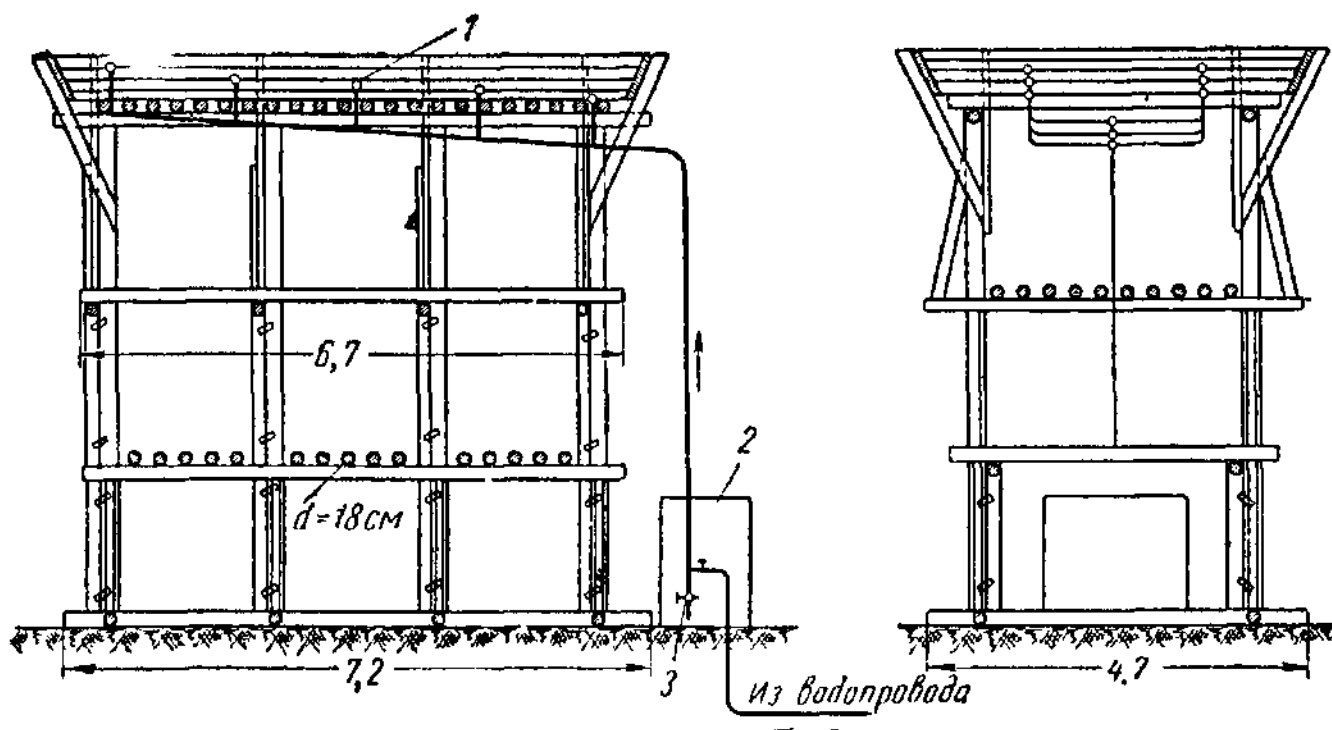


Рис. 140. Эстакада-градирня для наращивания ледяных сосулек
1 — разбрызгиватель, 2 — тепляк, 3 — спускной кран

подается вода, которая разбрызгивается форсунками. Капельки воды, охлажденные в воздухе, попадают на штанги одного из ярусов и образуют сталактиты. В дальнейшем вода, стекая по образовавшимся сосулькам, замерзает, увеличивая их размеры. Образование сталактитов и смерзание их длится несколько суток, причем этот процесс может осуществляться даже при температуре -2° .

Объем сталактитов составляет приблизительно 50% объема эстакады. Под эстакаду подходит автомашина, лед легко скалывается и транспортируется в ближайшее ледохранилище.

Заготовка льда из водоемов

Заготовка льда выколкой или вырезкой крупных льдин из водоемов является самым распространенным способом в рыбной промышленности СССР. Площадка водоема, с которой вырезают лед, должна быть достаточно удалена от жилья и предприятий; вода в водоеме должна быть чистой — с содержанием на 1 см^3

не более 100 бактерий; глубина и размеры площадки должны быть достаточны для заготовки льда и иметь удобные подъезды.

Заготовку льда ведут в конце зимы, толщина льда не менее 30 см. Ледяное поле размечают таким образом, чтобы получить

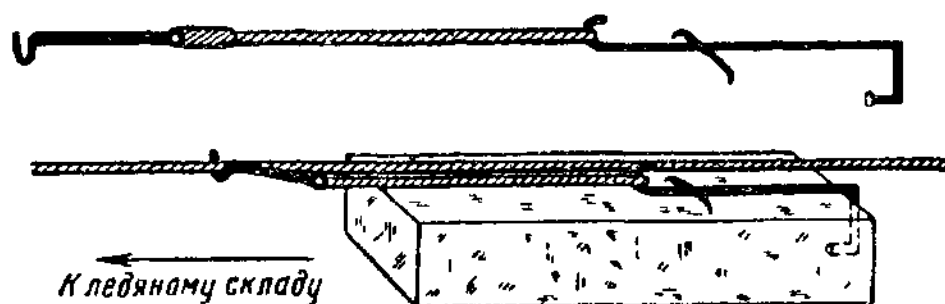


Рис. 141. Зацепление ледяного блока за трос при помощи ляжки-карги

плоты (лавы) длиной 10—15 м. Разметку поля производят исходя из следующего норматива на 1 т льда:

Толщина льда, см	30	40	50	60	70
Площадь ледяного поля, м ²	4	3	2,5	2	1,5

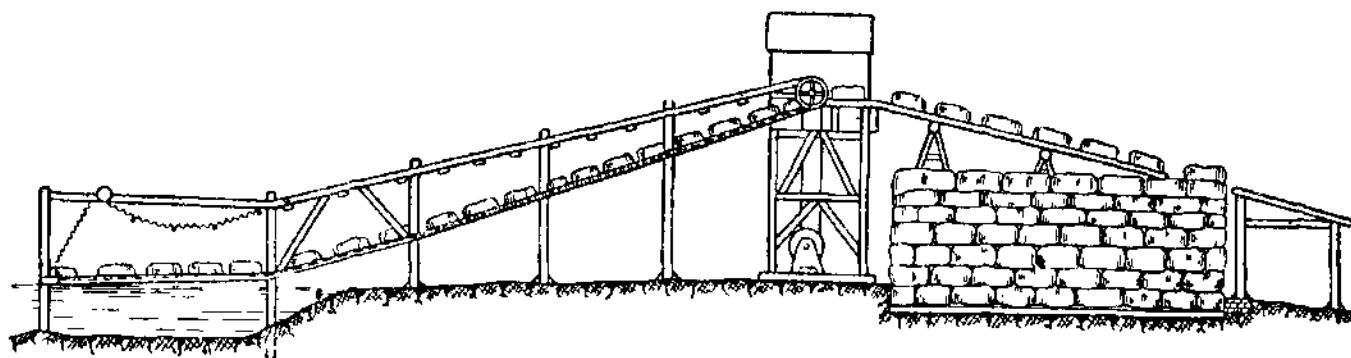


Рис 142. Самотаска-транспортер для льда

Вырезанная или выколонная лава подводится к месту разделки на блоки и транспортировки последних в ледохранилище. Эти операции производятся вручную — ломami или механизированным способом. В первом случае образуются блоки, обычно неправильной формы, размером 1×0,7×0,5 м, весом примерно 300 кг; во втором производят разметку льда на прямоугольники (0,8×0,6 м) и прорезают его дисковыми пилами. Такие пилы производительностью 100 т/час льда имеют диск диаметром ~1 м с вставными зубьями и приводятся в действие двигателями мощностью 10—15 л. с.

Для разработки льда может быть применена также цепная электропила с победитовыми зубьями, которая передвигается по ледяному полю лебедкой со скоростью 1 м/мин и режет лед на ровные длинные полосы. Эту машину обслуживает один человек и заменяет она 50 рабочих.

Ледяные плоты (лавы) подводят к берегу и отделенные блоки вытаскивают и транспортируют к месту складирования. Для этой цели обычно применяют непрерывно движущийся трос, которым по эстакаде протаскивают блок льда, зацепленный при помощи ляжки-карги, как это показано на рис. 141.

Общая схема транспортировки льда к месту укладки в бунты показана на рис. 142.

ЛЕДОХРАНИЛИЩА

Лед, заготовленный из водоемов или способом послойного намораживания бунтов, образует вместе с основанием и изоляционным укрытием временное открытое ледохранилище (рис. 143).

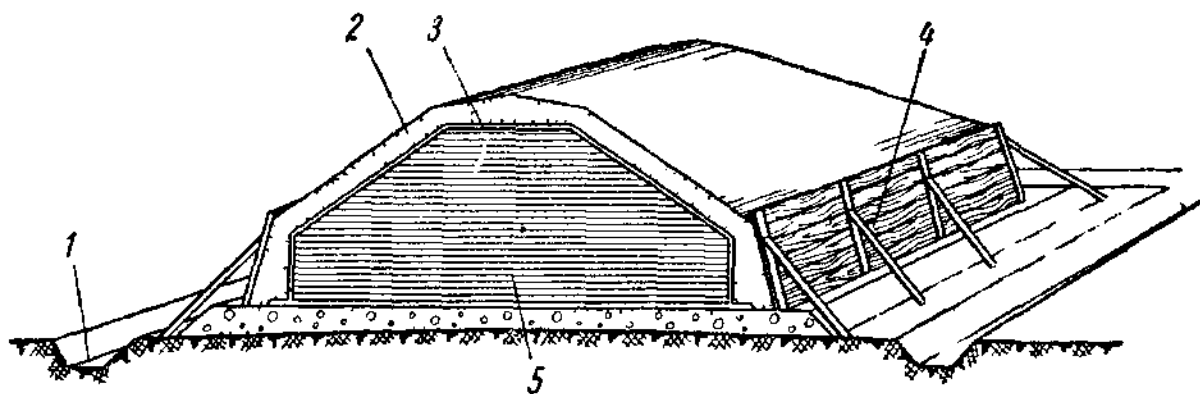


Рис. 143 Ледохранилище временного типа:

1 — канавы, 2 — опилки, 3 — соломенные маты, 4 — подпорные щиты, 5 — лед

Изоляционное укрытие из различных материалов (соломенные маты, древесные опилки, камыш, стружки) по мере расходования льда удаляют. Толщина укрытия зависит от его теплопроводности, климатических условий, срока хранения льда, а также стоимости укрытия и льда. При чрезмерно большой толщине изоляции стоимость ее превышает экономию от уменьшения таяния льда, однако недостаточная толщина укрытия бунта вызывает повышенное таяние льда. Согласно опытным данным оптимальная толщина укрытия из опилок составляет для северной полосы около 0,5, для средней — 0,75 и южной — 1 м.

Лучшие санитарные условия и меньшие потери льда обеспечивают постоянные ледохранилища. Обычно это деревянные здания с каркасными стенками из стоек, обшитых с обеих сторон досками в два слоя. Между досками прокладывают пароизоляторы (толь или рубероид), а пространство между обшивками

(около 60 см) заполняют опилками, стружками или торфом. Пол постоянного ледохранилища делают бетонным с уклоном и желобами. Под бетоном укладывают шлак слоем 40 см. Перекрытие здания изготовляют из деревянных балок, которые внизу обшивают досками в два слоя. Пространство между балками заполняют сухими опилками или торфом.

Постоянные ледохранилища из-за высоких первоначальных затрат широкого распространения не получили.

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ЛЬДОСНАБЖЕНИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ

В советской рыбной промышленности одним из основных потребителей льда является рыбоприемный и рыбодобывающий флот, поэтому базы льдоснабжения обычно располагают в местах, удобных для погрузки льда в трюмы судов. Такими базами являются льдокомбинаты с централизованной механизированной заготовкой льда, оснащенные льдодробильными машинами и современными средствами транспортировки и погрузки льда.

Механизированная линия льдоснабжения рыбопромысловых судов показана на рис. 144. Кроме транспортных средств для выемки, перемещения и погрузки льда, в линии предусмотрены промывка и дробление льда.

На рыбопромысловых судах лед используют для охлаждения и кратковременного хранения свежепойманной рыбы. Иногда лед

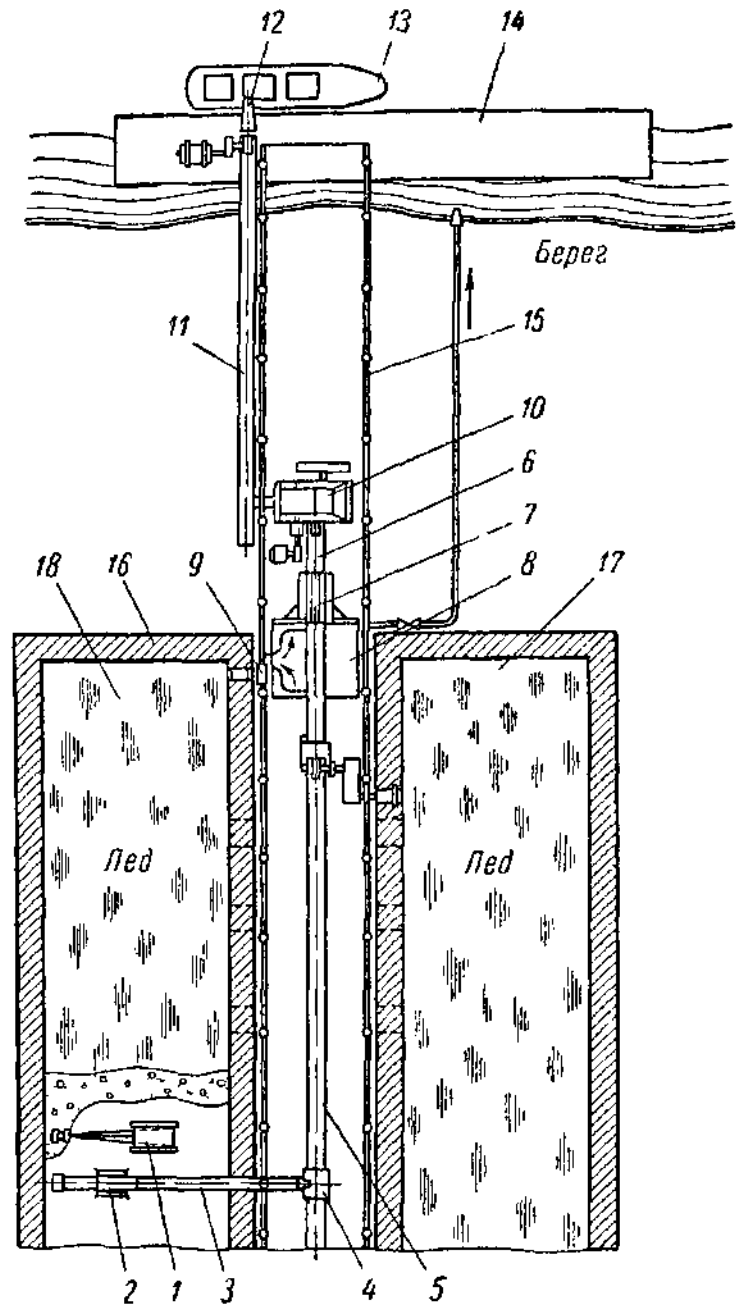


Рис. 144. Механизированная линия льдоснабжения рыбопромысловых судов:

1 — экскаватор для льда, 2 — бункер, 3 — поперечно секционный транспортер, 4 — открытый бункер, 5 — центральный отгрузочный транспортер, 6 — моечный транспортер, 7 — душевая мойка, 8 — бассейн холодной воды, 9 — центральный насос мойки, 10 — льдодробилка, 11 — береговой отгрузочный скребковый транспортер, 12 — желоб, 13 — судно, 14 — причал, 15 — эстакада для зимней льдозаготовки, 16 — термоизоляционные стены хранилища льда, 17, 18 — бунт для хранения льда

применяют для охлаждения трюмов рыболовных судов, но при этом температура воздуха в трюме не бывает ниже 4° .

ЛЕДНИКИ

Лед широко используется также в береговых условиях. Простейшими стационарными устройствами для ледяного охлаждения являются ледники. На рис. 145 показан наиболее совершенный в техническом отношении и удобный в эксплуатации ледник с боковым расположением льда. Он состоит из двух неравных частей — ледохранилища и рядом с ним расположенной камеры

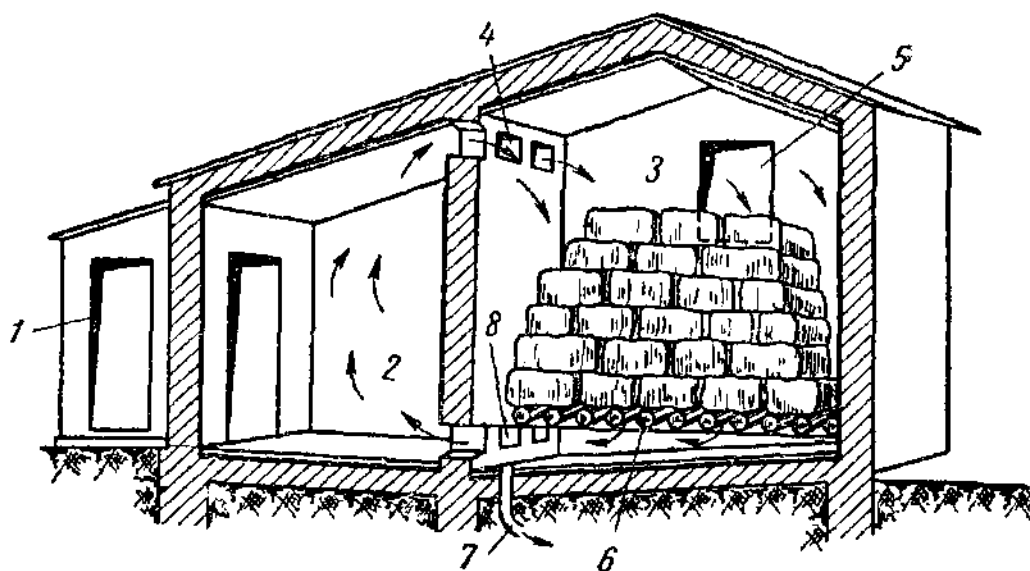


Рис. 145. Ледник с боковым расположением льда:

1 — тамбур, 2 — камера для продуктов, 3 — отделение со льдом, 4 — отверстия для возврата отеплившегося воздуха, 5 — люк для загрузки льда, 6 — накатник, 7 — отвод воды от тающего льда, 8 — отверстия для поступления в камеру охлажденного воздуха

хранения пищевых продуктов. Объем ледохранилища обычно в 4—5 раз больше камеры хранения продуктов.

В стене, разделяющей эти помещения, сверху и внизу устраивают отверстия для циркуляции воздуха. Более тяжелый холодный воздух через нижние отверстия переходит в камеру хранения продуктов. Соприкасаясь с продуктами и воспринимая тепло проникающее в камеру через ограждения извне, воздух нагревается, становится более легким и, поднимаясь вверх, возвращается через верхние отверстия для повторного охлаждения в ледохранилище. Вода, образующаяся вследствие таяния льда, отводится из ледохранилища через приямок с трубой, снабженной гидравлическим затвором.

Ледники с нижним и верхним расположением льда мало приемлемы, так как в первом из них создаются неблагоприятные условия хранения продуктов (застойный воздух), а во втором приходится сооружать прочное междуэтажное перекрытие для

ледохранилища и неудобно набивать его льдом. Единственным недостатком ледника с боковым расположением льда являются относительно высокие первоначальные затраты на его строительство. Такие ледники следует строить из местных строительных материалов и упрощенной конструкции, например, каркасного типа.

Расчет ледников сводится к определению необходимого количества льда на сезон и объема ледохранилища. Предварительно производят калорический расчет, определяют все теплопритоки за охлаждающий сезон, продолжительность которого в среднем принимается 180 дней (с апреля по октябрь). Исходными данными для калорического расчета являются: температура ледохранилища, $\pm 0^\circ$; температура камеры хранения продуктов $4-5^\circ$; расчетная температура наружного воздуха для северных районов $12-14^\circ$, для средних — $14-16^\circ$ и для южных $16-20^\circ$ и температура почвы соответственно $6-8$, $8-10$ и $10-12^\circ$. Рассчитывают расход холода на теплопередачу Q_1 и на охлаждение продуктов Q_2 . Расход холода на вентиляцию и возмещение прочих потерь берут равным $Q_3 = 0,25(Q_1 + Q_2)$.

Общий расход холода за сезон будет $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. Необходимое количество льда за сезон определяется по формуле

$$G_{\text{л}} = \frac{Q}{80 \cdot 1000} \tau,$$

где 80 — холодопроизводительность 1 кг льда, ккал.

Объем ледохранилища находят по формуле

$$V_{\text{л}} = \frac{1,2G_{\text{л}}}{0,9 \cdot 0,85} = 1,6G_{\text{л}} \text{ м}^3,$$

где 1,2 — коэффициент запаса льда для охлаждения продуктов в течение сезона,

0,9 — коэффициент заполнения помещения льдом с учетом неизбежных пустот между кусками льда и потолком.

0,85 — объемный вес льда при плотной укладке, т/м³.

Оригинальным холодным складом для хранения продовольственных продуктов (плодов, молочных продуктов, рыбы и рыбных продуктов) является ледяной склад системы М. М. Крылова (рис. 146). Его сооружают преимущественно в холодной климатической зоне, так как лед в этих складах служит не только средством охлаждения, но и основным строительным материалом. Небольшое количество лесоматериалов требуется лишь для входного тамбура и опалубки в период строительства. Зимой по временной опалубке намораживают ледяной массив, внутри которого по обе стороны продольного центрального коридора располагают

складские помещения для хранения продовольственных продуктов. Перегородками между камерами и перекрытиями являются массивные ледяные ограждения. Снаружи ледяной массив — склад укрывают теплоизоляционными материалами (торфом, опилками, шлаком с опилками и др.).

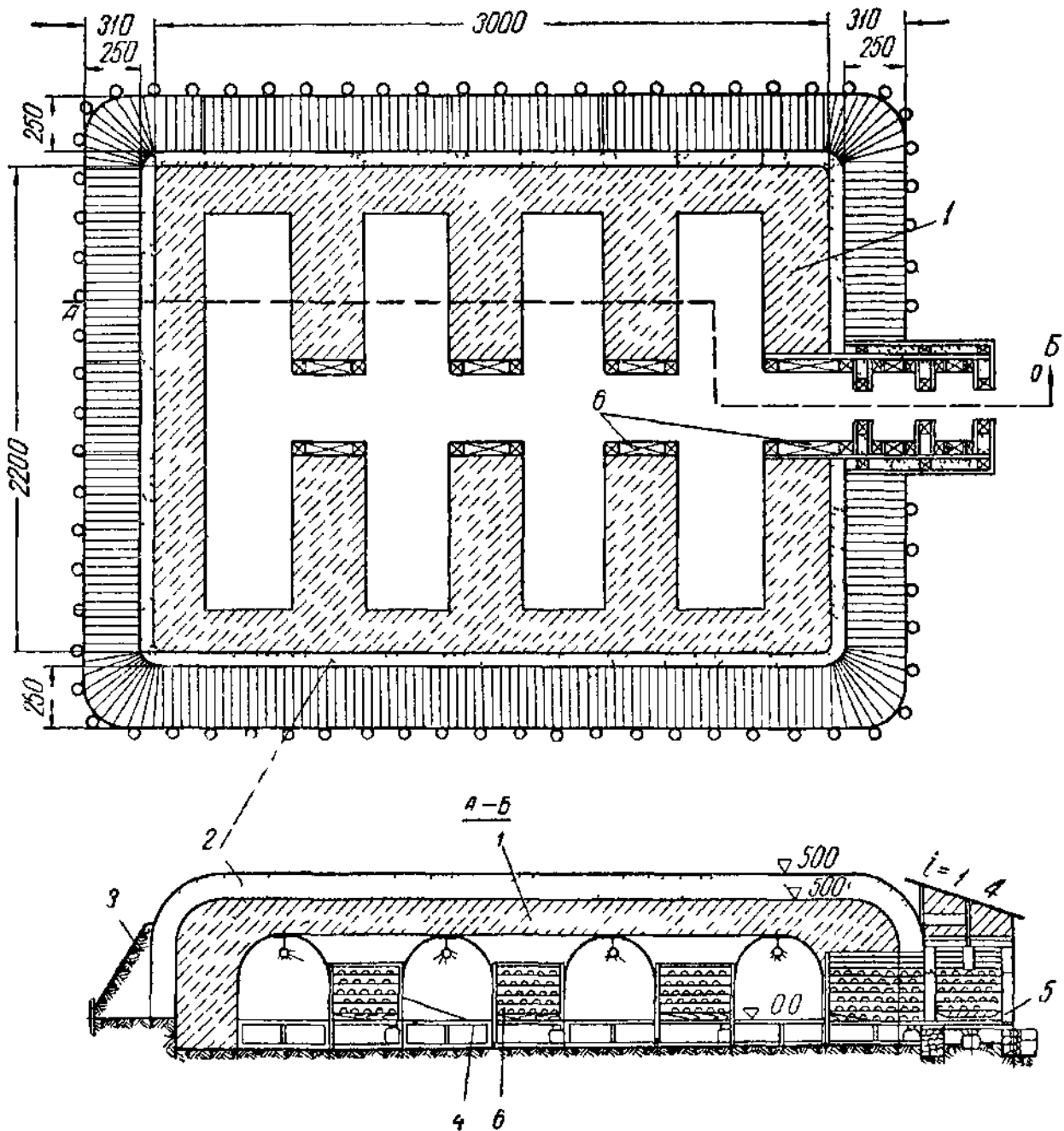


Рис. 146. Ледяной склад системы М. М. Крылова:

1 — лед, 2 — изоляция, 3 — земля, 4 — каркас под узкоколейку из подтоварника, 5 — тамбур, 6 — льдосоляные карманы

Размеры сводчатых камер обычно имеют длину 6—7 м, ширину 4—5 м и высоту 3—4 м. Емкость каждой камеры равна емкости одного — полутора вагонов. Ширина коридора 3 м. Склады отличаются постоянством режима по влажности воздуха (95—98%) и по температуре как в зимнее, так и в летнее время. Температура в камерах ледяного склада может поддерживаться до -6° посредством льдосоляного охлаждения. Для этого на ледя-

ной пол, имеющий толщину до 1 м, в два — три приема разбрасывают соль (2—3 кг соли на 1 м² пола) или в специальных нишах в толще ледяных стен — перегородок устанавливают карманы с льдосоляной смесью. В каждый карман вместе со льдом засыпают по 3—5 кг соли. Применение льдосоляных смесей защищает потолок и стены ледяного склада от таяния.

Технически возможно использовать ледяные склады для хранения не только охлажденных продуктов, но и мороженой рыбы, если в них поддерживать температуру —10°, например путем применения холодильной установки системы инженера И. А. Клейменова с самоциркуляцией рассола. Наиболее эффективными являются склады емкостью 500 т и выше, так как для больших складов расход материалов и стоимость строительства на единицу емкости в несколько раз меньше по сравнению с обычными складами-ледниками.

ЛЬДОСОЛЯНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

При использовании чистого льда, тающего при 0° С, в охлаждаемом помещении практически можно поддерживать температуру лишь не ниже 4°. Однако во многих случаях для глубокого охлаждения рыбных продуктов, их подмораживания и хранения необходима более низкая температура охлаждаемой среды. Это можно осуществить, применяя льдосоляное охлаждение.

Растворение твердой соли в жидкости, сопровождаемое изменением структуры соли, требует затраты (тепловой) энергии для преодоления сил сцепления между молекулами растворяющегося компонента. Если соль смешивается со льдом, то потребность тепла еще больше увеличивается для перевода льда из твердой фазы в жидкую (теплота плавления). Тепловая энергия заимствуется в первую очередь из окружающей среды, т. е. от жидкости, вследствие чего ее температура понижается. Таким образом, при смешивании соли со льдом получается охлаждающая смесь. На этом смешении и основана техника льдосоляного охлаждения.

При составлении смеси поваренной соли NaCl и льда для наиболее полного их взаимодействия имеют большое значение смешение компонентов с образованием максимальной поверхности их соприкосновения, т. е. полное, равномерное и однородное смешение льда и соли, количественное соотношение компонентов, так как лишь при известном соотношении и до известного предела прибавление соли ко льду дает максимальное понижение температуры. Например, температура —20° достигается при технической смеси с содержанием в ней 33% NaCl и дальнейшее прибавление соли эффекта не дает.

От количества соли, смешиваемой со льдом, зависит в известных пределах не только температура таяния смеси, но и ее холодопроизводительность. Эта зависимость приводится ниже

Количество соли к весу льда, %	5	10	15	20	25	30
Температура смеси льда и соли, °С	-3,1	-6,2	-9,9	-13,7	-17,8	-21,2
Холодопроизводительность смеси, ккал/кг	75	68	62	57	51	46

Для технического расчета основных величин по льдосоляному охлаждению можно пользоваться следующими приближенными опытными формулами:

при определении температуры смеси льда и соли

$$t_{см} = -0,7x,$$

где x — содержание соли, % к весу льда;

при расчете холодопроизводительности смеси

$$q = 80 + t_{см} \text{ ккал/кг};$$

при расчете объемного веса смеси дробленого льда и соли

$$\gamma = 500 + 5x \text{ кг/м}^3.$$

Основными системами льдосоляного охлаждения являются: непосредственное охлаждение льдосоляной смесью, рассольное охлаждение с побудительной или естественной циркуляцией рассола и воздуходувная.

Непосредственное охлаждение льдосоляной смесью

Приборами этой системы служат так называемые решетчатые карманы или металлические бачки-танки, размещаемые непосредственно в охлаждаемых помещениях.

Карман имеет деревянные жалюзные (из планок) стенки, решетчатое дно из деревянных брусков, закрепленное в нем на расстоянии 400 мм от пола, и лоток для отвода рассола. Ширина кармана 250—350 мм. Устанавливают их вдоль наружных стен камеры, с отступом от стены на 100—150 мм. Карман загружают льдом и солью через верхний люк.

Танки выполняют из гладкого или волнистого оцинкованного железа толщиной 1 мм; длина танка обычно 2—3 м. Их располагают под потолком камеры так, чтобы льдосоляная смесь в них загружалась через люки из чердачного помещения. Рассол из танка удаляют по сливной трубе.

Воздух камеры, соприкасаясь в первом случае со смесью, а во втором — с внешней поверхностью танка, охлаждается.

Рассольное охлаждение с побудительной и естественной циркуляцией рассола

Система рассольного охлаждения с побудительной циркуляцией рассола «Фригатор» состоит из генератора холода, насоса для циркуляции рассола и трубчатых охлаждающих батарей. Генератор холода — металлический или деревянный бак, имеющий внизу решетку и вверху оросительную трубчатую систему, в который загружают дробленый лед и соль.

Охлаждающие батареи монтируют в холодильных камерах также, как при машинном охлаждении. Рассол, проходя через батареи, нагревается на $2-3^{\circ}$. Затем возвращается в генератор холода, где, орошая льдосоляную смесь, снова охлаждается.

В системе рассольного охлаждения, предложенной И. А. Клейменовым, осуществляется естественная циркуляция рассола вследствие разности удельных весов, обусловленной изменением его концентрации.

Установка состоит из генератора холода, концентратора рассола и трубчатых охлаждающих батарей (рис. 147). В замкнутой цепи рассол последовательно проходит через них, изменяя свой удельный вес. В генераторе холода (баке со льдом) он охлаждается и одновременно разжижается водой, получаемой от таяния льда. От охлаждения рассола удельный вес его увеличивается, а при разжижении — уменьшается. Так как охлаждение влияет на изменение удельного веса рассола меньше, а происходят эти процессы одновременно, то по выходе из генератора холода рассол имеет удельный вес меньше, чем при входе в него. Так, например, удельный вес рассола с температурой 10° , насыщенного солью до 25% — 1,204, а рассола, охлажденного до -20° , но разжиженного до 23% соли — 1,188. Холодный, но более легкий рассол поднимается вверх, в трубчатые батареи. Здесь, отепляясь, он становится еще легче и поднимается к солекон-

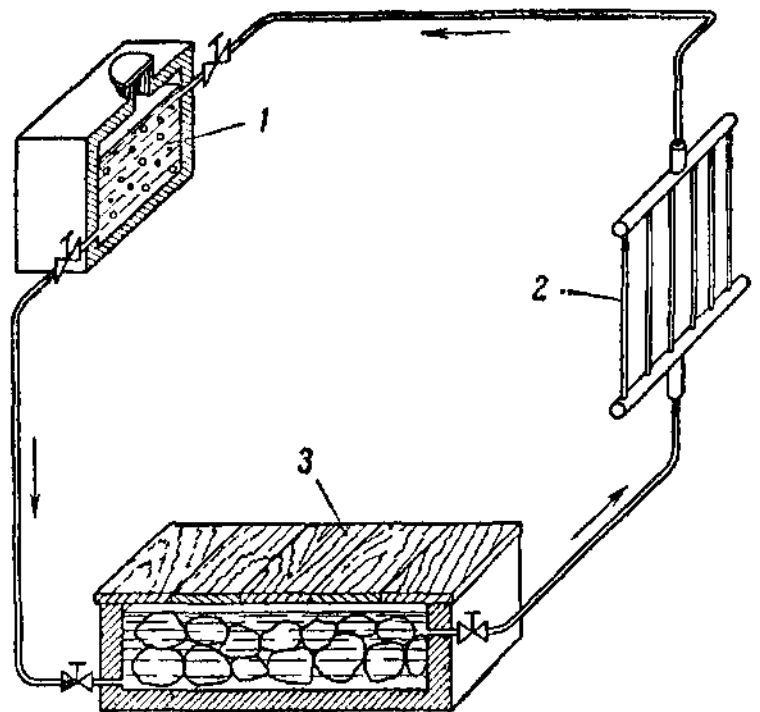


Рис. 147. Рассольное охлаждение системы И. А. Клейменова:

1 — концентратор рассола, 2 — охлаждающая батарея, 3 — генератор холода

центратору, где концентрация рассола восстанавливается, а удельный вес увеличивается. Более тяжелый рассол поступает в генератор холода. В герметически закрытом центраторе при вытекании рассола создается некоторое разрежение, которое обеспечивает самоциркуляцию рассола.

Воздуходувная система

Воздуходувная система льдосолевого охлаждения состоит из генератора холода, вентилятора и воздушных каналов (рис. 148). Воздух продувается вентилятором через смесь льда

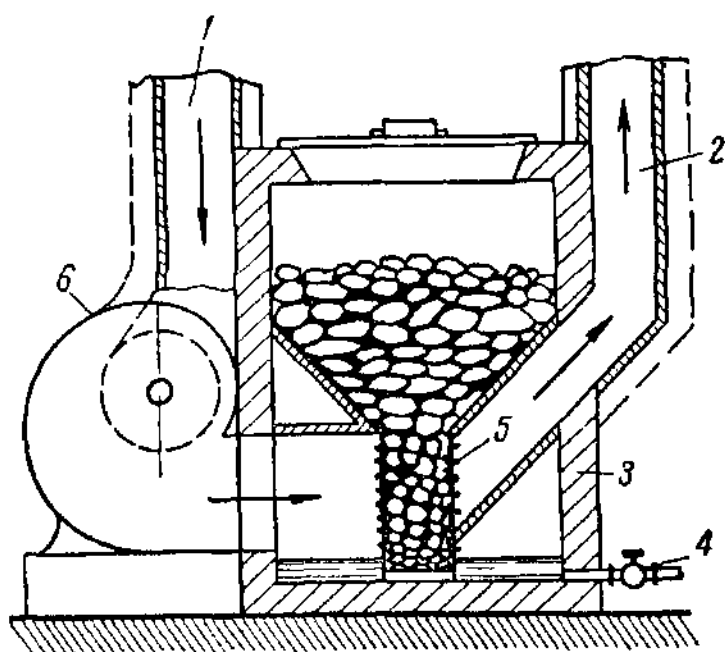


Рис. 148 Генератор холода для воздушного охлаждения

1 — всасывающий канал, 2 — нагнетательный канал, 3 — бак с изоляцией, 4 — труба для спуска рассола, 5 — решетки, 6 — вентилятор

и соли, загруженную в бак воронкообразной формы. Холодный воздух по каналу нагнетается непосредственно в холодильную камеру.

При всех системах льдосолевого охлаждения практически можно достигнуты температур до -15° . Эти системы охлаждения могут применяться для холодильной обработки пищевых продуктов (глубокого охлаждения и замораживания) и охлаждения камер хранения. Пользоваться льдосолевым охлаждением целесообразно при небольших объемах производства и наличии достаточного количества дешевого естественного льда.

ПРОИЗВОДСТВО ИСКУССТВЕННОГО ЛЬДА

Искусственным льдом называется лед, полученный замораживанием воды в льдогенераторах — теплообменных аппаратах, принцип действия которых изложен в главе IV. Не следует считать, что искусственный лед должен полностью заменить естественный. Применение последнего неразрывно связано с использованием природных богатств, особенно в нашей стране с громадными запасами натурального льда. Однако нельзя не считаться с важными преимуществами искусственного льда по сравнению с естественным. Искусственный лед можно получить во всех районах, независимо от климатических условий; вырабатывать его можно нужной формы и определенного физико-химического состава.

При охлаждении рыбы и рыбопродуктов и их транспортировке непосредственно во льду естественный лед не может конкурировать со льдом искусственным. В рыбной промышленности применяют лед из морской воды и лед с добавками — антисептический и антибиотический, т. е. виды искусственного льда, применение которых поднимает культуру рыбообрабатывающего производства. Лед из морской воды позволяет осуществить более глубокое охлаждение рыбы, так как таяние его протекает при температуре более низкой по сравнению с пресным льдом.

Наиболее распространенными аппаратами для производства искусственного льда являются льдогенераторы блочного льда. В настоящее время появилось много усовершенствований в производстве блочного льда и созданы льдогенераторы новых его видов, представляющие большой интерес для рыбной промышленности. Рассмотрим устройство и действие некоторых из них.

На рыбных комбинатах в Ростоке и в Заснице (ГДР) эксплуатируются льдогенераторы, вырабатывающие лед в виде блоков весом 4—5 т (длина блока 6 м, высота 3 м и толщина 25—32 см). Такой льдогенератор — бетонный бак значительной емкости, в котором имеется шесть металлических полых плит, разделяющих его на семь отделений и образующих 12 плоскостей для намораживания льда. Внутри каждой полый плиты установлено шесть испарительных труб, соединенных с холодильной машиной. Над баком льдогенератора расположен мостовой кран. Льдогенератор снабжен центробежным насосом и льдодробильной машиной.

В испарительных трубчатых системах жидкий аммиак кипит при -15° , в результате чего на металлических плоскостях полых плит образуются ледяные пластины. В начале процесса льдообразования по обе стороны каждой полый плиты устанавливают захватные приспособления, стержни которых проходят через центральную часть образовавшегося блока. Когда толщина блока достигнет 25—32 см полые металлические плиты переключают на оттаивание. Продолжительность замораживания шесть—семь суток, оттаивания — несколько часов. После того как блок льда отделится от плиты, его вынимают из бака краном и захватными приспособлениями и передается на гидравлически действующий опрокидывающийся стол, где их устанавливают в горизонтальном положении, разбивают на части-глыбы и подают в льдодробильную машину. Дробленый лед поступает на рыбообрабатывающие предприятия или непосредственно с льдозавода по гибким трубопроводам в трюмы рыболовных судов и изотермические вагоны (рис. 149).

Интересное усовершенствование в производство искусственного блочного льда внесла фирма «Барбьери». Льдогенератор нового типа имеет следующие основные части: батарею из набора полых металлических форм, двойные трубки внутри форм, спусковой гидравлический механизм, водонаполнительное устройство, ресивер и другие части, относящиеся к холодильной машине. Батареи из форм монтируются в верхней части поме-

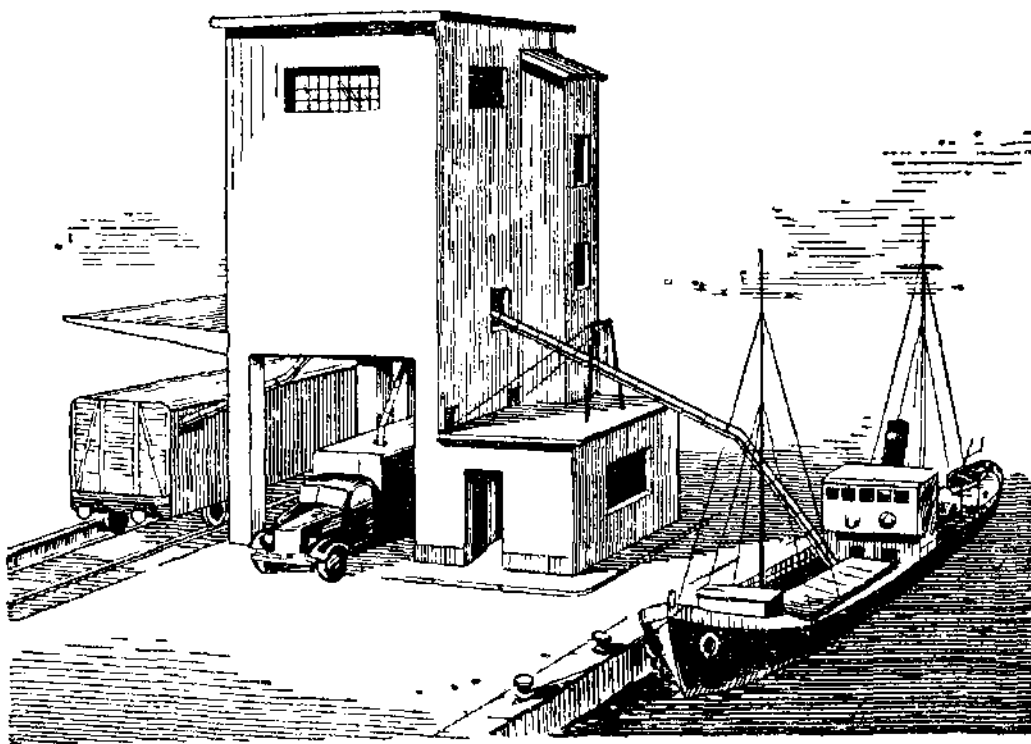


Рис 149 Погрузка дробленого льда в вагоны, авто-рефрижераторы и рыболовные суда

щения льдогенератора. Основным элементом генератора является форма особой конструкции размерами, соответствующими весу блока льда, — 12,5, 25 и 35 кг. Формы выполнены с двойными стенками из листовой антикоррозийной стали толщиной 6 мм, поэтому лед может изготавливаться также из морской воды. Внутри формы расположены пять двойных трубок, проходящих по всей ее высоте. Полые части форм и двойные трубки предназначены для кипения жидкого холодильного агента и оттаивания формы при освобождении ее от льда. Форма внизу закрывается шарнирно прикрепленной крышкой, имеющей пружину. Над батареей смонтировано водонаполнительное устройство, а под батареей — приемно-спусковой гидравлический механизм, предназначенный для блоков льда, выходящих из форм после оттайки.

Благоприятные условия теплоотвода в льдогенераторе обеспечивают продолжительность замораживания льда 1—2 часа,

в зависимости от размеров блоков. Производительность льдогенератора зависит от числа батарей и может быть 9, 18, 28 т в сутки.

На рис. 150 показаны схемы соединений льдогенератора и батарея из 12 форм в плане. Получение льда осуществляется следующим образом:

перед заполнением каждой формы водой крышка прижимается к ней пружиной и примораживается тонкой пленкой воды, смазывающей соприкасающиеся поверхности. После заполнения форм водой при одновременном закрытии клапана 16 и открытии клапана 5 жидкий холодильный агент (аммиак) поступает в камеру 6 и далее по трубе 7 циркулирует в полости двойной трубки 8. Часть еще не выкипевшего холодильного агента стекает по соединительной трубке 9 в полость формы 10, где затем кипит так же, как и в полости 8. Пары аммиака проходят через клапан 12 в трубку 11 и через отделитель 13 всасываются по трубке 15 холодильным компрессором. После окончания замораживания воды клапаны 5 и 12 закрываются и одновременно

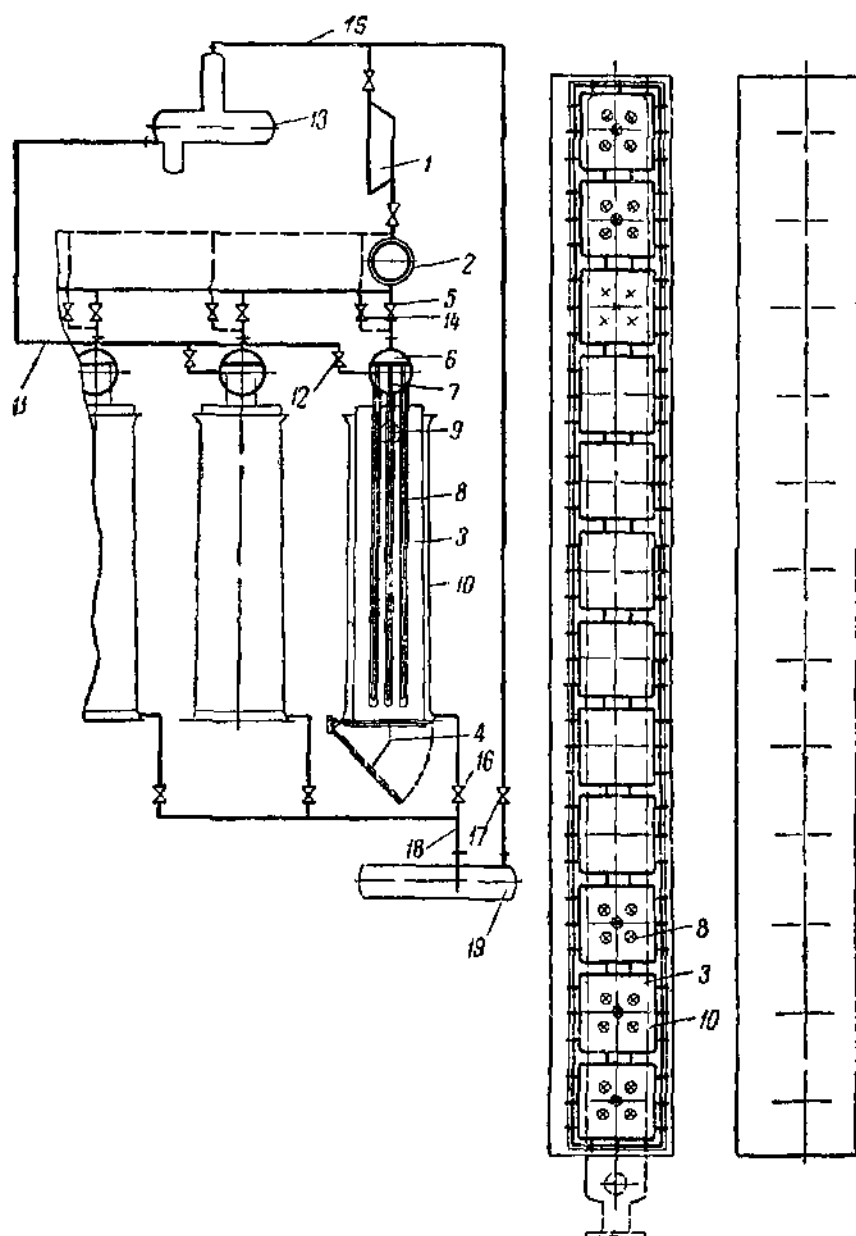


Рис 150 Схема соединений льдогенератора и батарея из 12 форм:

1 — холодильный компрессор, 2 — конденсатор, 3 — четырехугольная форма для замораживания блоков льда, 4 — крышка, закрывающая форму, 5 — клапан, 6 — распределительная камера, 7, 15, 18 — трубы, 8 — полость двойной трубки, 9 — соединительная трубка, 10 — полость формы, 11 — трубопровод, 12, 14, 16, 17 — клапаны, 13 — сепаратор, 19 — ресивер

открываются клапаны 14 и 16. При этом горячие пары аммиака компрессором нагнетаются в полости 8 и 10 и вытесняют жидкий аммиак в ресивер 19. Блок льда под действием горячего аммиака отходит от формы 3, собственным весом полностью

открывает крышку 4 и плавно опускается на приемно-спусковой гидравлический механизм.

Еще до этого, в связи с удлинением блока льда при замораживании, крышка 4 несколько отходит от формы, благодаря шарнирам оставаясь в горизонтальном положении. После того как блок льда вышел из формы одновременно клапан 14 закрывается, а клапан 12 открывается и жидкий холодильный агент из ресивера 19 быстро возвращается в полость 10. Затем процесс повторяется, причем все операции по открыванию и закрыванию клапанов осуществляются автоматически. Льдогенератор обслуживает один человек. Он занимает площадь в пять раз меньше, чем льдогенератор с рассольным баком (обычный льдогенератор производительностью 28,8 т/сутки занимает площадь 89 м², новый генератор такой производительности — 18 м²). Расход электроэнергии на 100 кг льда в сравниваемых льдогенераторах составляет соответственно 6 и 4 квт · ч.

На рис. 151 показан льдогенератор блочного льда «Фриблок». Он представляет собой устройство, состоящее из двух баков: в нижнем — размещена испарительная система и формы для льда, в верхнем — вода, из которой изготавливается блочный лед. Формы, выполненные из листовой оцинкованной стали, верхней открытой частью вделываются в дно водяного бака, что облегчает их наполнение водой. Уровень воды в верхнем баке поддерживается автоматическим поплавковым клапаном. Благодаря системе непосредственного испарения аммиака в нижнем баке вода в формах замерзает. Готовый блок при оттаивании выходит из формы и всплывает на поверхность воды в верхнем баке. Далее он автоматически подается к разгрузочному отверстию и по желобу поступает в камеру хранения. Образование блоков льда, отделение их от стенок форм при оттаивании и выход из разгрузочного отверстия осуществляются последовательно. Льдогенераторы «Фриблок» изготавливают производительностью от 2,4 до 120 т/сутки.

Они отличаются компактностью, что объясняется значительным температурным перепадом между водой и кипящим холодильным агентом, высоким значением коэффициента теплопередачи при непосредственном испарении агента, а также дополнительными теплоотводящими поверхностями.

За последние годы получили распространение льдогенераторы по производству чешуйчатого и снежного льда. Эти льдогенераторы в рыбной промышленности используют для установки на стационарных холодильниках и рыбопромышленных судах.

К льдогенераторам судового типа предъявляют требования, отвечающие особым условиям работы на судах: они должны бесперебойно работать при качке с дна, быть компактными

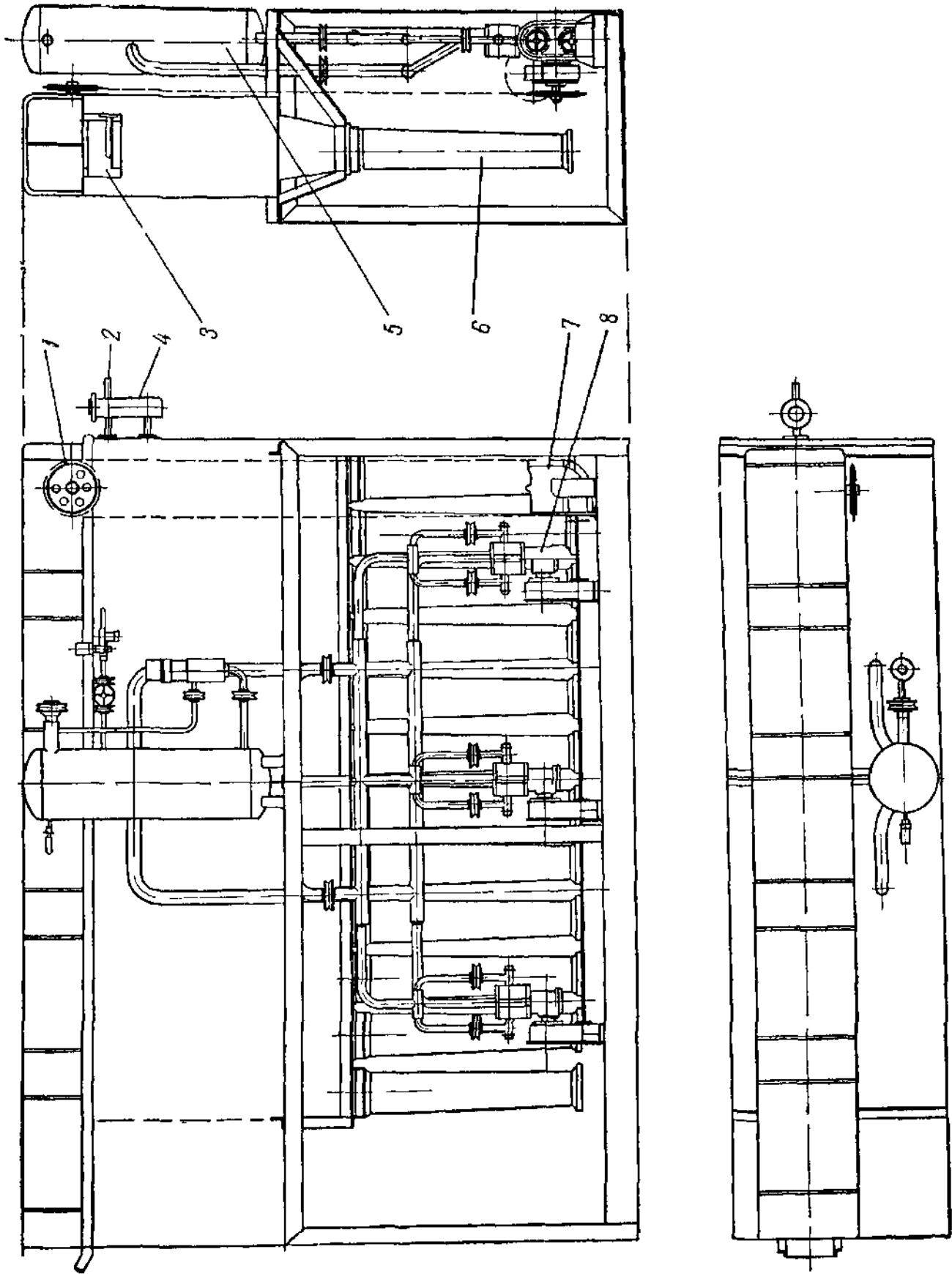


Рис 151. Схема льдогенератора «Фриблок»:

1 — устройство для удаления блоков льда, 2 — патрубок для входа воды, 3 — отверстие для выхода блоков льда, 4 — поллачковый регулятор, 5 — отделитель жидкого агента, 6 — форма для льда, 7 — редуктор, 8 — автоматический размораживатель

(высокопроизводительными при малых размерах и весе), отличаться повышенной прочностью и надежностью в работе. Этим требованиям в большой степени отвечают льдогенераторы чешуйчатого льда Л-250, серийно изготавливаемые Бийским заводом «Молмашстрой» (рис. 152). Основные узлы льдогенератора: испаритель, распылительное устройство, ножевой вал с ножами, водосборник и привод.

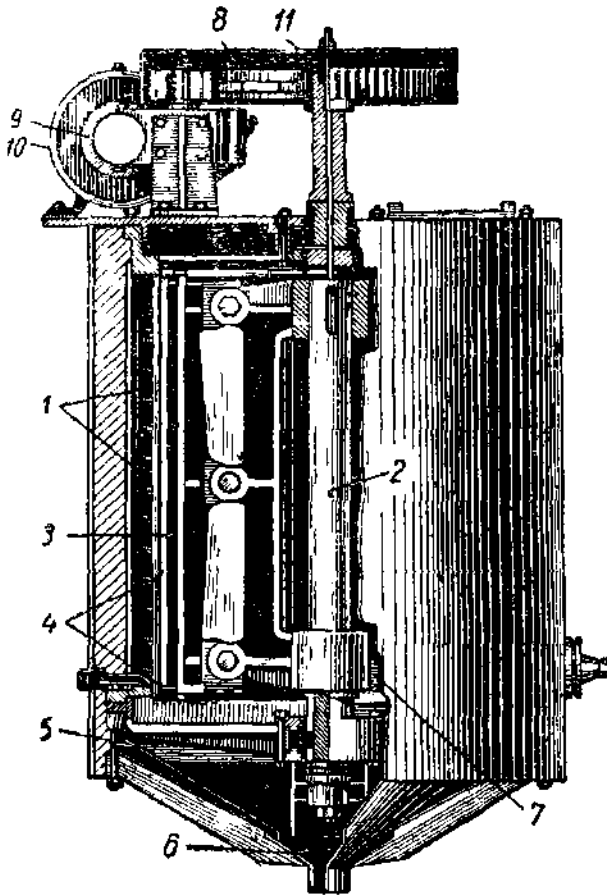


Рис. 152. Льдогенератор Л-250 завода «Молмашстрой»:

1 — испаритель, 2 — вал, 3 — нож, 4 — трубка для подачи воды, 5 — водосборник, 6 — поддон, 7 — торцовый нож, 8 — зубчатое колесо ($M=6$, $z=22$), 9 — редуктор ($i=40$), 10 — электромотор, 11 — ограждение упорной муфты

Испаритель представляет собой пустотелый цилиндр с ребрами на внутренней стенке, в полость которого подается холодильный агент (аммиак или фреон-12). При кипении агента стенки испарителя охлаждаются. На наружную поверхность внутренней стенки цилиндра из водяного распылителя подается вода.

Попадая на охлажденную поверхность, вода замерзает в виде тонкой пленки льда. Нож, который установлен на кронштейне, закрепленном на вращающемся валу, снимает тонкие чешуйки льда с внутренней поверхности испарителя.

В нижней части льдогенератора расположен водосборник для удаления избыточной воды, стекающей с внутренней стенки цилиндра.

Наружная поверхность испарителя защищена теплоизоляцией.

Привод льдогенератора состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, эластичной муфты и червячного редуктора с передаточным числом 1:40.

Льдогенератор рассчитан на приготовление льда из морской воды.

Техническая характеристика

Производительность при $t_0 = -22^\circ$, кг/час	250
Поверхность льдообразования, m^2	1,96
Температура льда, $^\circ C$	-4, -5
Расход холода при $t_0 = -22^\circ$, тыс ккал/час	35
Число оборотов ножевого вала в минуту	10

Мощность электродвигателя, кВт	3
Габариты, м.	
длина	1,22
ширина	1,23
высота	1,75
Вес, кг	1135

Большой интерес представляют дисковые льдогенераторы чешуйчатого льда (чехословацкого производства), также получившие распространение в рыбной промышленности. Они со-

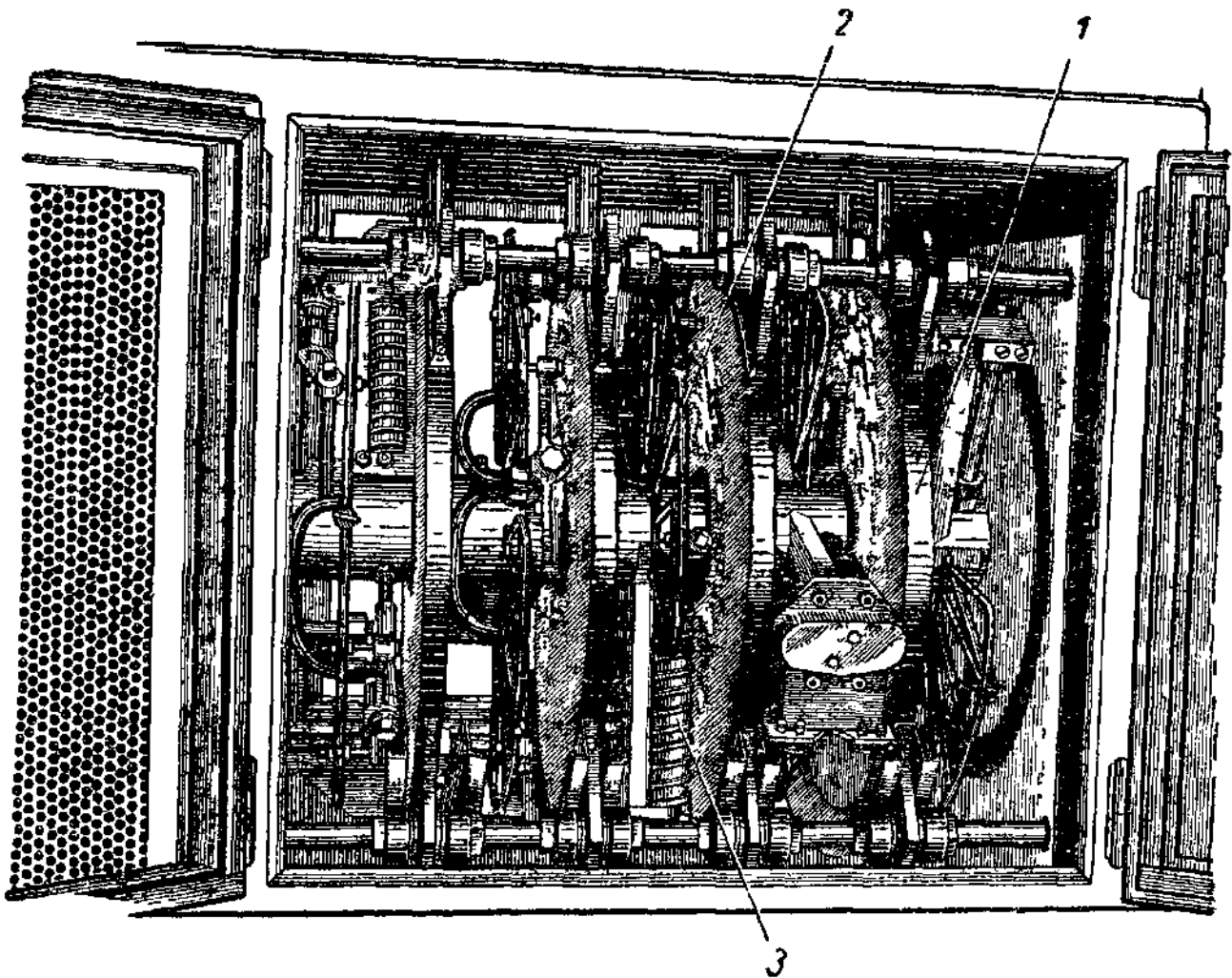


Рис. 153. Устройство дискового льдогенератора чешуйчатого льда:
1 — испарительный диск, 2 — орошающее устройство, 3 — ножи

стоят из следующих основных частей: рамы, испарительных дисков, полого вала, оросительных трубчатых сегментов, скребковых ножей, сетчатого транспортера, центробежного насоса, ванны и электродвигателя. Пустотелые испарительные диски (от одного до восьми в зависимости от производительности агрегата) неподвижно закреплены в вертикальном положении на раме. В центре дисков имеются отверстия, через которые проходит полый вал, который приводится в движение от электродвигателя.

На валу, через который подается вода, укреплены оросительные трубчатые сегменты, а также скребковые ножи. В ванне,

расположенной под аппаратом, поддерживается постоянный уровень воды, служащей для производства льда. Вода центробежным насосом через полый вал подается к оросительным сегментам и разбрызгивается по наружным поверхностям дисков. В полые диски подается и кипит в них жидкий холодильный агент. Образующийся на дисках слой льда снимается скребковыми ножами и падает на сетчатый транспортер, расположенный в нижней части агрегата. Сетчатым транспортером лед подается в бункер.

Производительность льдогенератора зависит от числа испарительных дисков, на каждый диск приходится выработка льда 1,6 т/сутки. Устройство льдогенератора показано на рис. 153. Занимаемый льдогенератором объем на 1 т суточной производительности 0,59 м³, что меньше, чем у других типов.

Расход холода на охлаждение и замораживание воды, а также переохлаждение льда подсчитывают по формуле

$$Q_{зв} = G \cdot 1000 [(t_{в} - 0) + 80 + 0,5 (0 - t_{л})] \text{ ккал/сутки},$$

где G — производительность льдогенератора, т/сутки,

$t_{в}$ — температура воды, °С,

$t_{л}$ — температура переохлажденного льда (примерно на 2° выше рассола в рассольных льдогенераторах), °С.

В общем расходе холода по льдозаводу средней мощности с блочным рассольным льдогенератором $Q_{зв}$ составляет около 82%, на охлаждение льдоформ 1%, работу мешалок 3%, потери при оттаивании льдоблоков 4%, теплопередачу в ограждении льдогенератора 3% и теплопередачу в ограждении ледохранилища 7%.

ЭВТЕКТИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

При автомобильных перевозках пищевых продуктов в торговой сети и в других случаях иногда применяют эвтектическое охлаждение.

Эвтектические растворы (водные растворы некоторых солей при содержании их, соответствующем криогидратной точке) искусственно замороженные образуют эвтектический лед, т. е. однородную смесь льда и соли (табл. 42).

Эвтектический раствор для замораживания наливают в металлические формы в виде трехгранной призмы (так называемые зероторы) цилиндра или плоского бачка емкостью 5—10 л. Их заполняют раствором на 90% их объема, так как при замерзании растворы увеличиваются в объеме, и запаивают. Замора-

Таблица 42

Физические свойства некоторых эвтектических растворов

Соли эвтектического раствора	Содержание соли в растворе, %	Удельный вес раствора, кг/л	Температура плавления эвтектического льда, °С	Теплота плавления эвтектического льда, ккал/кг
Азотнокислый аммоний (аммиачная селитра)	41,2	1,19	-17,4	68,4
Хлористый аммоний (нашатырь)	18,7	1,06	-15,8	75,0
Хлористый калий	19,3	1,15	-11,1	71,2
» кальций	29,9	1,28	-55	50,8
» магний	20,6	1,18	-33,6	—
Азотнокислый натрий (чилийская селитра)	37,0	1,29	-18,5	57,5
Серноватистокислый натрий (гипосульфит)	30,0	1,31	-11	44,5
Хлористый натрий	23,1	1,17	-21,2	56,4

живают формы на стеллажах или погружением в холодный рассол, продолжительность замораживания соответственно 18 и 3 часа. Зероторы размещают внутри помещения, которое охлаждается за счет плавления эвтектика.

Таяние эвтектического льда происходит при криогидратной температуре, т. е. наименьшей среди всех водных растворов той же соли. При использовании эвтектиков формы с оттаявшим раствором отправляются на холодильник для повторного замораживания. Зероторы по своей портативности очень удобны в эксплуатации. В некоторых случаях зероторы оказываются весьма полезными, как аккумуляторы холода на холодильнике; при временном избытке холодопроизводительности холод расходуется на замораживание эвтектических растворов, при временном же недостатке холодопроизводительности эвтектики поддерживают заданный режим в камерах холодильника.

СУХОЙ ЛЕД

Кроме водного льда и эвтектика, как охлаждающее вещество, применяется сухой лед или твердая углекислота. Сухой лед обладает свойством при атмосферном давлении переходить в газообразное состояние, минуя жидкую фазу. Этот процесс называется сублимацией.

Сухой лед химически инертен и безвреден; он обладает следующими физическими свойствами: удельный вес 1,56 кг/л,

температура сублимации при атмосферном давлении — $79,9^{\circ}$, теплота сублимации при атмосферном давлении 137 ккал/кг, холодопроизводительность с учетом охлаждающего действия газообразной углекислоты при нагревании ее от температуры сублимации до 0° —152 ккал/кг, теплопроводность 0,33 ккал/м²час $^{\circ}$ С. По сравнению с водным льдом холодопроизводительность сухого льда выше на единицу веса в 1,9 раза, на единицу объема — в 2,9 раза. Широкое применение сухой лед нашел как охлаждающее средство при хранении и продаже мороженого, вырабатывают его на специальных заводах.

Глава IX

ХОЛОДИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Транспортные средства, оборудованные устройствами поддержания пониженной температуры, благоприятной для сохранения пищевых продуктов при их транспортировке, называются холодильным транспортом.

Холодильный транспорт — важное звено непрерывной холодильной цепи, неременное условие планомерного снабжения населения страны высококачественными пищевыми продуктами. Значение холодильного транспорта в СССР особенно важно, оно определяется не только весьма разнообразными климатическими условиями районов заготовок и потребления пищевых продуктов, но и дальностью их перевозок. Средняя дальность перевозок составляет: рыбы — 3, мяса и мясных продуктов — 1,3, фруктов и ягод — 2,1 и свежих овощей 1,2 тыс. км. Ни в одной другой стране эти продукты не перевозятся на такие большие расстояния.

С Дальнего Востока рыбу и рыбопродукты транспортируют в центральные районы Европейской части страны на расстояние 10 тыс. км и более; рыба экспедиционного промысла из экваториальной части Атлантического океана должна выдержать транспортировку водным путем на расстояние более 9 тыс. км; продукция Антарктического китобойного промысла доставляется в советские порты океаническими рефрижераторными судами на расстоянии около 17 тыс. км.

Продолжительность перевозки рыбной продукции и продукции китобойного промысла во много раз превышает срок их обычного хранения и поэтому доставка ее транспортом, не оборудованным холодильными установками, невозможна.

Рыбу и рыбные продукты перевозят всеми видами транспорта: железнодорожным — мороженую, малосоленую, филе, консервы, копченую рыбу из Мурманска и портов Прибалтики в центральные районы страны, продукцию лососевого промысла с Дальнего Востока, охлажденную рыбу с Азовского моря; автомобильным транспортом доставляют рыбную продукцию

из распределительных холодильников, рыбообрабатывающих комбинатов и баз в магазины; водным — продукцию рыбного и китового экспедиционного промысла из отдаленных районов мирового океана, рыбную продукцию Каспия, Азовского моря и водоемов Сибири по речным магистралям и каналам и т. п.; воздушным транспортом перевозят особо ценную рыбную продукцию (рыбы лечебного значения, осетровая икра).

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Это основной вид транспорта для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов на дальние расстояния. Он состоит из вагонов-ледников и вагонов с машинным охлаждением.

Большая часть изотермических вагонов оборудована устройствами для льдосоляного охлаждения; вагоны-ледники с пристенными карманами и вагоны-ледники с потолочными танками. В первых наблюдается большая неравномерность температур в разных частях вагона, что неблагоприятно сказывается на сохранности перевозимых мороженных грузов. Технически более совершенными являются вагоны с потолочными приборами охлаждения — танками (рис. 154). Эти четырехосные вагоны имеют металлический остов, внутреннюю и наружную деревянную обшивку и изолированы мипорой. Они оборудованы шестью потолочными двойными металлическими баками-танками для льда общим объемом $10,4 \text{ м}^3$ и поверхностью охлаждения $74,5 \text{ м}^2$. В танки одновременно загружают через люки в крыше вагона $5,5 \text{ т}$ льда. В вагонах, оборудованных танками, поддерживается более низкая и равномерная температура. Если вагоны с пристенными карманами должны пополняться льдом через 24—36 час., то вагоны с танками — через трое суток. Размещение приборов охлаждения под крышей улучшило использование площади грузового помещения вагона; полезная площадь увеличилась на 25% по сравнению с вагонами, оборудованными карманами.

Вагоны с машинным охлаждением бывают с индивидуальной холодильной установкой и обслуживаемые общим машинным отделением. В последнем случае они формируются в секции (3,5 и 12 вагонов) или поезда (20 вагонов), в составе которых имеется специальный вагон, в котором размещается машинное отделение.

Вагоны с машинным охлаждением обеспечивают при перевозке продуктов их лучшую сохранность путем поддержания регулируемого оптимального температурного режима.

Вагон с индивидуальной холодильной установкой предназначен для перевозки грузов при температуре до -20° . Он обо-

рудуется двумя фреоновыми холодильными установками производительностью 5600 ккал/час каждая при температуре кипения -30° и температуре конденсации 40° . Холодильные машины приводятся в действие от двух дизель-генераторов мощностью по 20 л с. Вагон оборудован потолочными каналами воздушной системы охлаждения. Воздух охлаждается в возду-

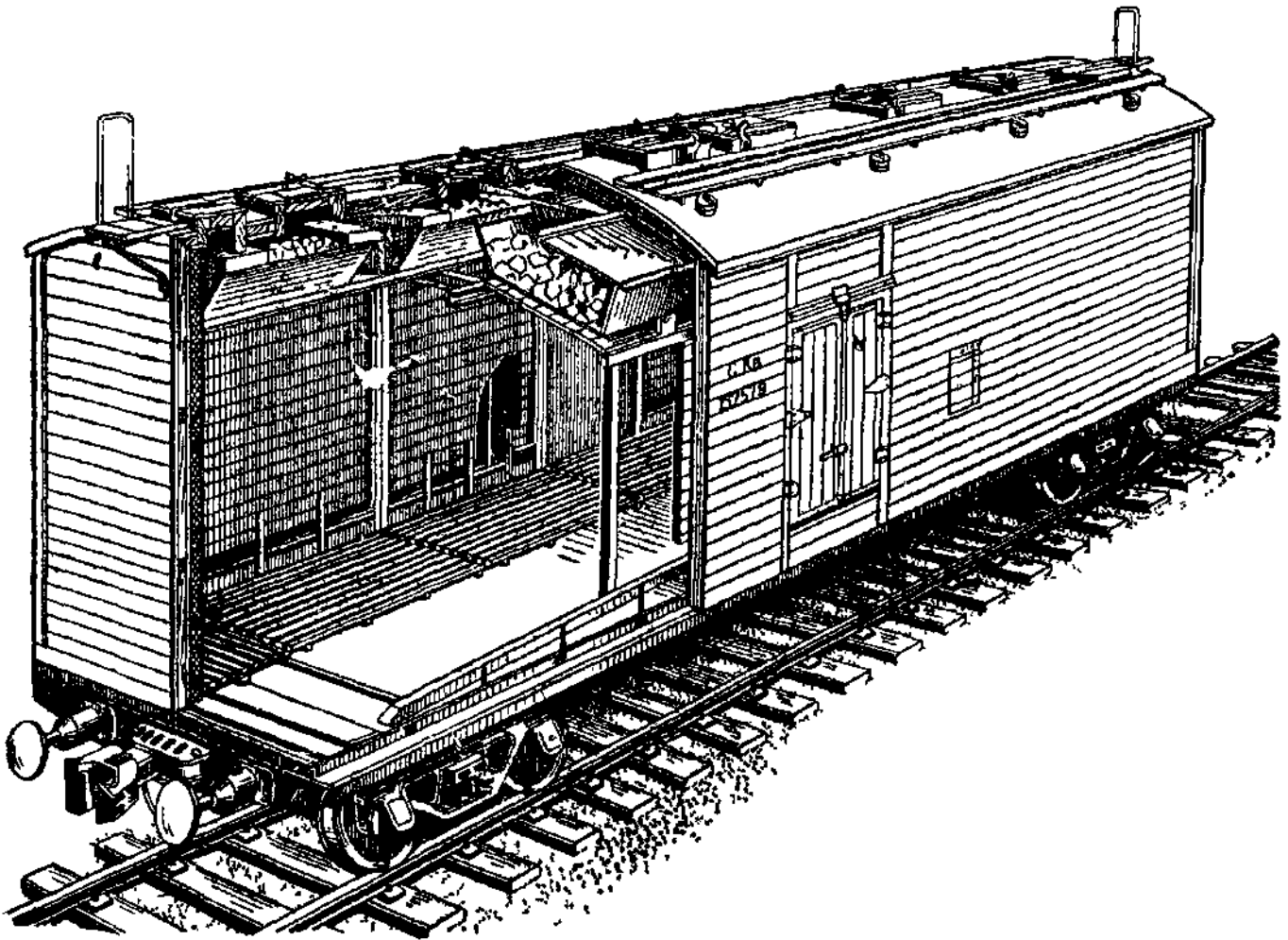


Рис 154 Вагон с потолочными приборами охлаждения — танками

хоохладителе, который расположен рядом с машинным компрессионным отделением, в торцевой части вагона. Общее расположение помещений и оборудования вагона показано на рис 155.

Поезд с машинным охлаждением — это состав из 23 вагонов: 20 четырехосных вагонов-холодильников, вагона-машинного отделения, вагона-дизельэлектростанции и вагона для обслуживающего персонала. Вагон-дизельэлектростанция размещается в центре состава, по одну сторону его — вагон-машинное отделение и десять вагонов-холодильников, по другую — вагон обслуживающего персонала и десять вагонов-холодильников.

В вагоне-электростанции установлены три дизеля общей мощностью 260 л с, приборы для дистанционного измерения температур и баки для горючего и смазочного масла.

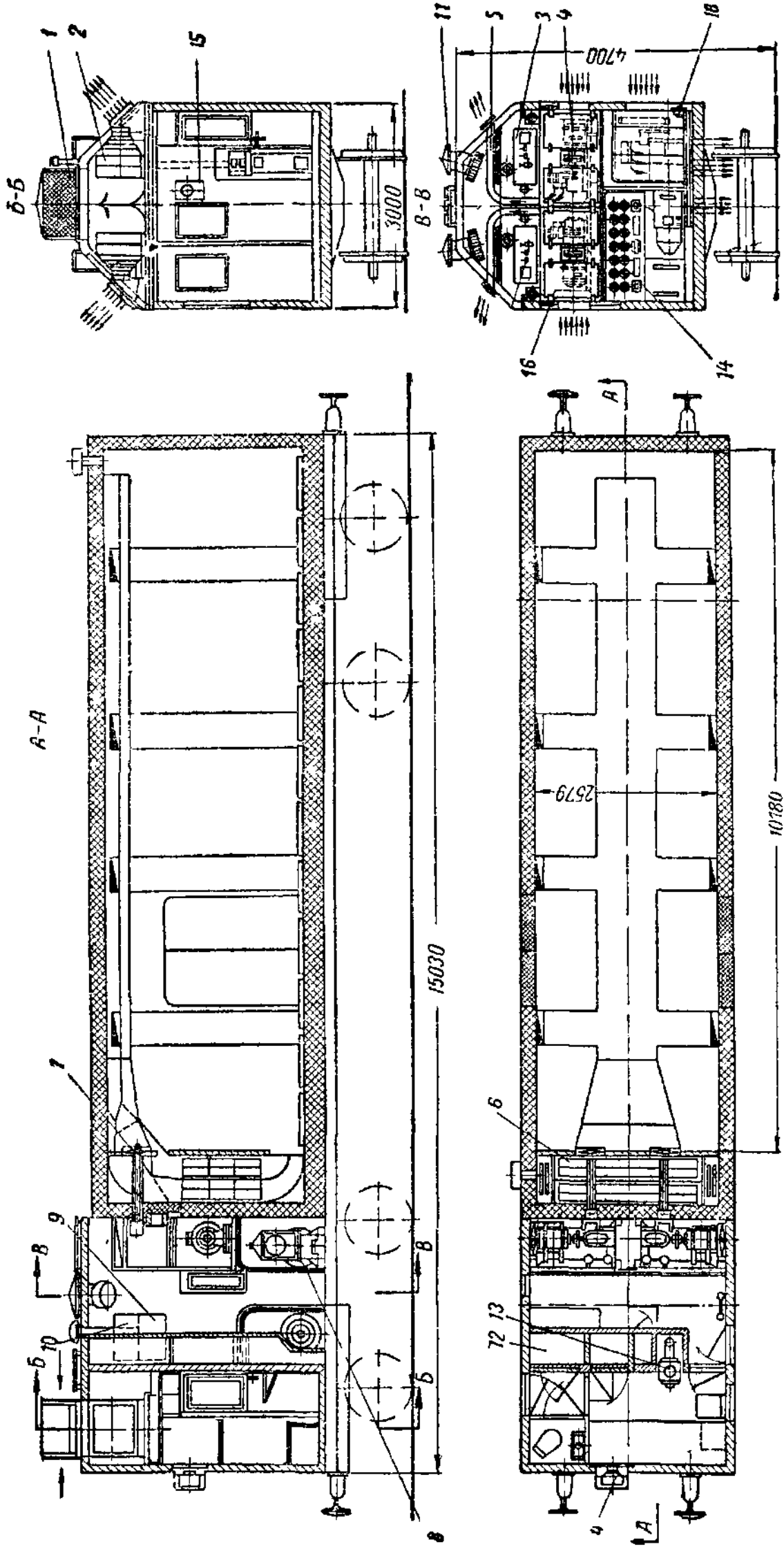
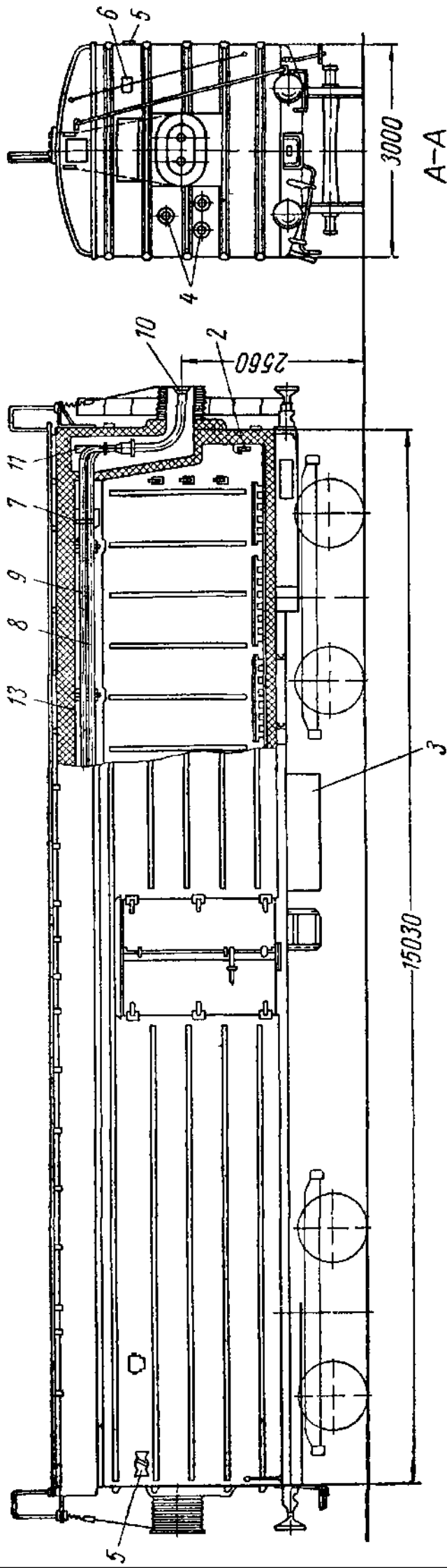


Рис. 155. Вагон с индивидуальной холодильной установкой:

1 — воздухоулавливающий колпак конденсатора, 2 — конденсатор, 3 — регулирующая станция, 4 — компрессор-ресивер, 5 — воздушный канал, 6 — испаритель, 7 — вентилятор воздухоохладителя, 8 — дизель-генератор, 9 — бак для воды, 10 — топливный бак, 11 — потолочный вентилятор, 12 — приборы автоматики, 13 — котел водяного отопления, 14, 15 — щит контроля температуры, 16 — вентилятор двигателя

Вид А



А-А

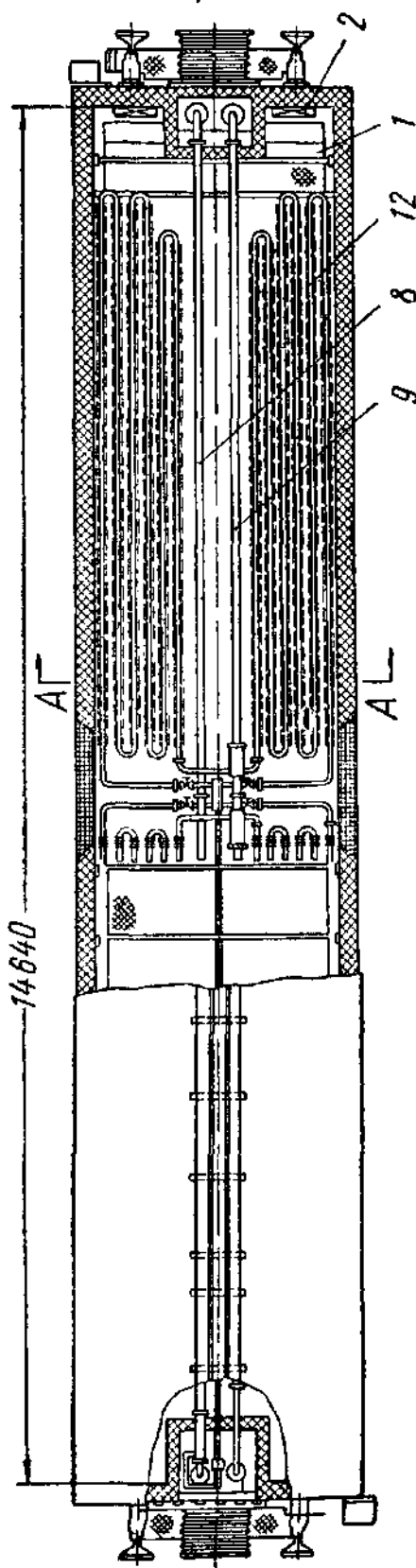
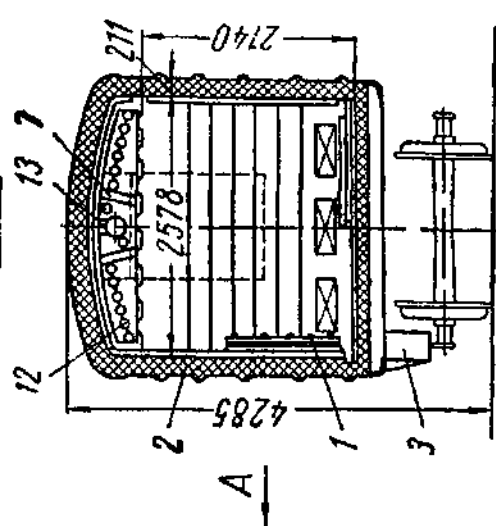


Рис 156. Вагон-холодильник, входящий в состав поезда с машинным охлаждением:

1 — напольные решетки, 2 — обшивка кузова, 3 — ящик для автоматов и реле, 4 — розетки для межвагонных соединительных кабелей, 5 — воздушопринимаемая вентиляционная решетка, 6 — рукоятка трехходового вентиляционного крана, 7 — электровентилятор, 8 — прямой магистральный рассолопровод, 9 — обратный магистральный рассолопровод, 10 — шланговое межвагонное пространство магистральных рассолопроводов, 11 — кран для выпуска воздуха, 12 — охлаждающая батарея из ребристых труб, 13 — воздушный канал

В вагоне-машинном отделении размещены два вертикальных четырехцилиндровых аммиачных компрессора холодопроизводительностью по 88 тыс. ккал/час (при $t_0 = -15^\circ$, $t = 30^\circ$ и $t_n = 25^\circ$ С) с электродвигателями мощностью 40 квт и 955 об/мин., конденсаторы воздушного охлаждения поверхностью по 800 м² и кожухотрубные испарители по 35 м². Рассольные трубопроводы вагонов-холодильников соединены между собой гибкими рукавами.

Вагоны-холодильники оборудованы потолочными оребренными четырехсекционными батареями площадью 220 м² и электронагревателями. Работу батарей регулируют электромагнитным вентилем, который включают и выключают из вагона-электростанции. На рис. 156 показан чертеж вагона-холодильника, входящего в состав поезда с машинным охлаждением.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Этот вид транспорта в настоящее время используется не только для внутригородских перевозок и перевозок продукции на короткие расстояния, но и на расстояния 2—3 тыс. км. Авто-

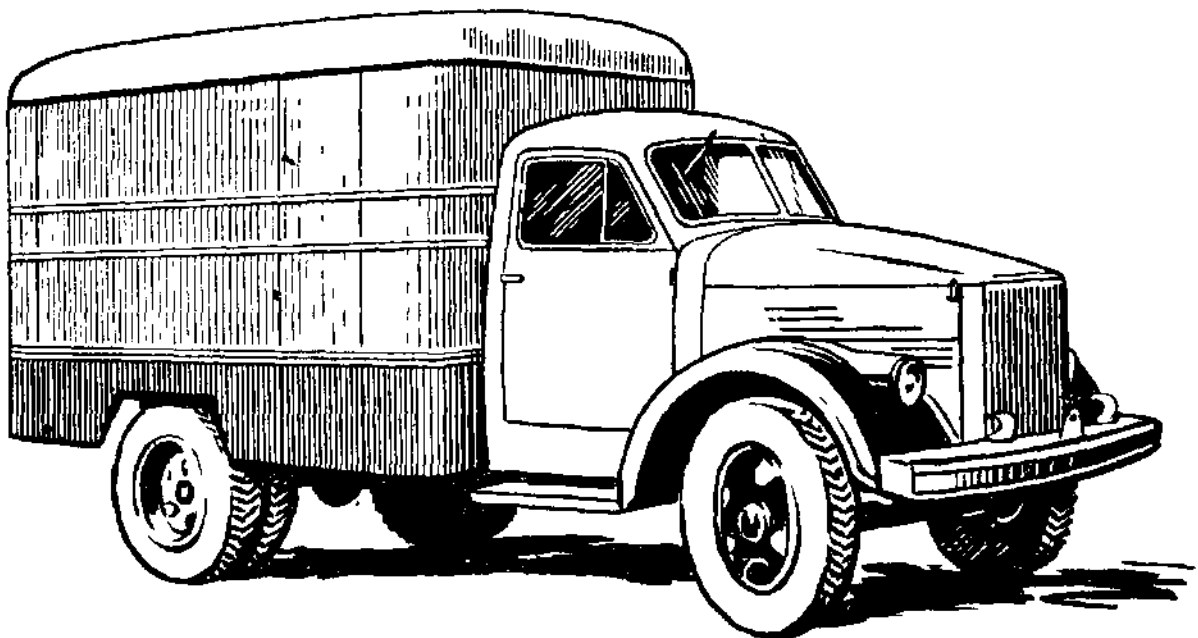


Рис. 157. Авторефрижератор

мобильный холодильный транспорт, обеспечивающий высокую скорость доставки, будет все более широко применяться для снабжения населения приморских и более отдаленных от рыболовных портов городов свежей и охлажденной рыбой. Эта рыба отличается более высокими качествами по сравнению с мороженой, но не выдерживает длительного срока хранения, и поэтому должна быть быстро доставлена потребителям.

Автомобильный холодильный транспорт состоит из авторефрижераторов, полуприцепов-холодильников и прицепов-холодильников.

У авторефрижераторов кузов установлен непосредственно на шасси автомобиля, у полуприцепов-холодильников и прицепов-холодильников он закреплен на шасси полуприцепа и прицепа.

На рис. 157 показан авторефрижератор П-378, предназначенный для перевозки охлажденных и мороженых продуктов.

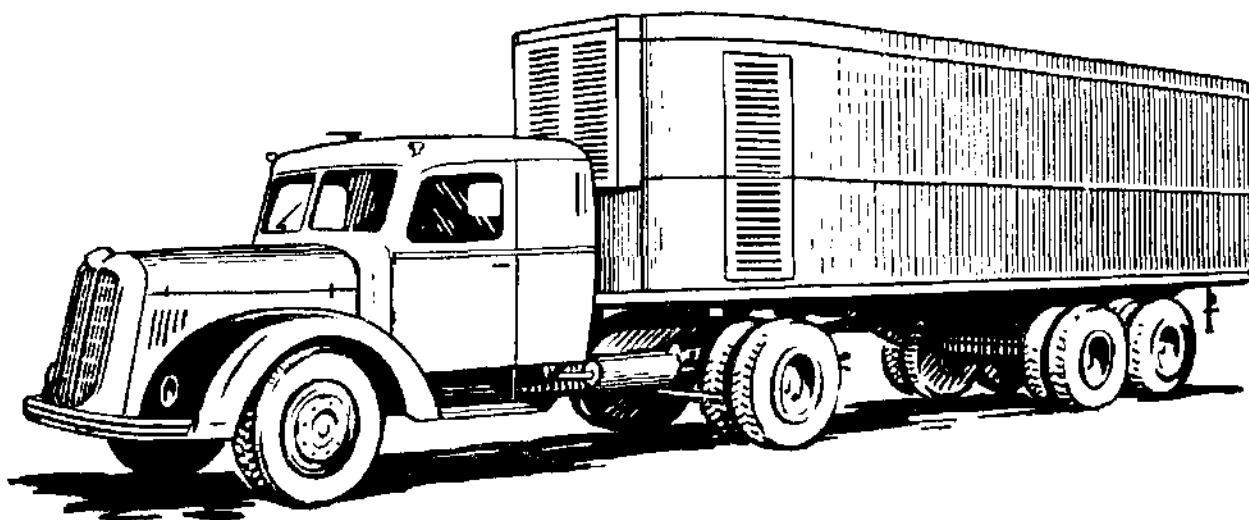


Рис. 158. Полуприцеп-холодильник с машинным охлаждением

Соответственно этому назначению в изолированном альфолем кузове может поддерживаться температура воздуха от 4 до -12° . Поверхности кузова обшиты внутри листовой оцинкованной, а снаружи — листовой декапированной сталью. В кузове может быть осуществлено льдосоляное, зероторное и аккумуляционное (от центральной зарядной станции) охлаждение. Дверь кузова находится в задней его стенке.

Применяются авторефрижераторы также с автономными компрессионными холодильными машинами, которые размещают в неизолируемой части кузова или под изолированным кузовом.

На рис. 158 показан полуприцеп-холодильник с машинным охлаждением. Полуприцеп обслуживается тягачом с двигателем мощностью 130 л. с.

Охлаждаемый кузов имеет внутреннюю обшивку из листового цинка и внешнюю — из листового шлифованного алюминия. Полифоровая изоляция уложена между обшивками. В передней части кузова расположена холодильная машина — четырехцилиндровый фреоновый компрессор холодопроизводительностью 3000 ст. ккал/час. Компрессор приводится в действие бензиновым двухтактным двигателем внутреннего сгорания

мощностью 9 л. с. В грузовом помещении для продуктов может поддерживаться температура от 4 до -20° .

Полуприцеп-холодильник грузоподъемностью 12 т успешно используется для дальних перевозок пищевых продуктов.

ВОДНЫЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Водный холодильный транспорт представлен большой флотилией речных, озерных и морских рефрижераторных судов. Большое хозяйственное значение рефрижераторного флота, осуществляющего перевозки рыбы, икры и других продуктов, определяется громадной протяженностью водных путей сообщения Советского Союза. Границы СССР на расстоянии 47 тыс. км омываются морями и океанами, а суммарная протяженность всех рек нашей страны составляет около 2,5 млн. км.

Развитие морского и океанического рыболовства органически связано с ростом крупнотоннажного рефрижераторного флота, без которого невозможно рыбохозяйственное освоение районов мирового океана, отдаленных от отечественных портов.

Рефрижераторные суда — речные и морские, служащие для перевозки пищевых продуктов из одного пункта в другой, называются транспортными. Речные суда-рефрижераторы обычно имеют грузоподъемность до 1000 т; они оборудуются холодильными машинами холодопроизводительностью до 150 тыс. ккал/час и системами рассольного охлаждения трюмов. Морские рефрижераторные суда рыбной промышленности выполняют более сложные функции; наряду с рефрижераторными судами, служащими лишь для перевозки рыбы и рыбных продуктов между портами или с рыбообрабатывающих баз, находящихся в районе промысла, имеются рефрижераторные суда, предназначенные для добычи, холодильной обработки рыбы и транспортировки готовой продукции из районов лова в порт приписки судна. В рефрижераторном флоте рыбной промышленности именно последние суда имеют доминирующее значение и в связи с освоением новых объектов и районов океанического промысла число их непрерывно возрастает. В настоящее время серийно сооружаются большие морозильные рыболовные траулеры типа «Маяковский», рыбоморозильные дизель-электроходы типа «Севастополь» и типа «Таврия», средние морозильные рыболовные траулеры и другие суда. По своему назначению и устройству эти суда являются наиболее сложными сооружениями.

Основными элементами любого судна являются: силовые установки, судовые устройства (рулевое, якорное, швартовое, грузоподъемное и т. п.) и судовые системы (водоотливная,

балластная, вентиляционная, отопительная, система кондиционирования воздуха и др.). На промысловых рефрижераторных судах, кроме того, имеются специальные промысловые устройства, холодильное и технологическое оборудование. Корпус трюмов рефрижераторных судов изнутри покрыт тепловой изоляцией. Из множества типов рефрижераторных судов рассмотрим устройство речного транспортного рефрижератора и океанического рыбоморозильного рефрижераторного судна.

На рис. 159 показано устройство грузового рефрижераторного теплохода, предназначенного для перевозок различных пищевых продуктов (мяса, рыбы, плодов, овощей и молочных продуктов) по рекам и озерам. Длина судна 65,5 м, грузоподъемность при осадке 1,51 м — 200 т, скорость хода — 18,8 км/час.

Судно однопалубное, с двухъярусной жилой надстройкой в кормовой части. В машинном отделении судна — два двигателя внутреннего сгорания ЗД12, мощностью 300 л. с. каждый. Рядом с машинным отделением находится компрессорно-аппаратное отделение, в котором установлены три компрессорно-конденсаторных фреоновых агрегата общей холодопроизводительностью 75 тыс. ккал/час при $t_0 = -15^\circ$ и $t = 30^\circ$, и холодильная установка автоматического действия. Судно имеет три изолированных трюма, в которых смонтированы трубчатые батареи рассольного охлаждения. Трюм № 3, примыкающий к компрессорно-аппаратному отделению, оборудован смешанной рассольно-воздушной системой охлаждения. В трюме № 1 (носовом) установлено 11 батарей, в трюме № 2 — 12 батарей, а в трюме № 3 — 10 батарей и четыре воздухоохладителя.

Рефрижераторная установка обслуживает две самостоятельные системы: низких температур, с помощью которой в трюмах № 1 и 2 устанавливается температура -8° (трюм № 1 предназначен для перевозки мороженого мяса, а трюм № 2 — мороженой рыбы), и высоких температур, поддерживающий в трюме № 3 температуру 2° , причем оборудование этого трюма рассчитано на охлаждение плодов, овощей и молочных продуктов с 25 до 2° .

Каждая из этих систем обслуживается отдельными компрессорно-конденсаторными агрегатами; на трюмы № 1 и 2 — два агрегата, на трюм № 3 — один агрегат.

На рис. 160 показано рефрижераторное рыбоморозильное судно океанического плавания дизель-электроход «Таврия». Суда этой серии, построенные отечественной судостроительной промышленностью, успешно эксплуатируются в рыбной промышленности. Назначение их — прием рыбы с промысловых судов в районах океанического промысла, замораживание ее и доставка мороженой продукции в порт назначения.

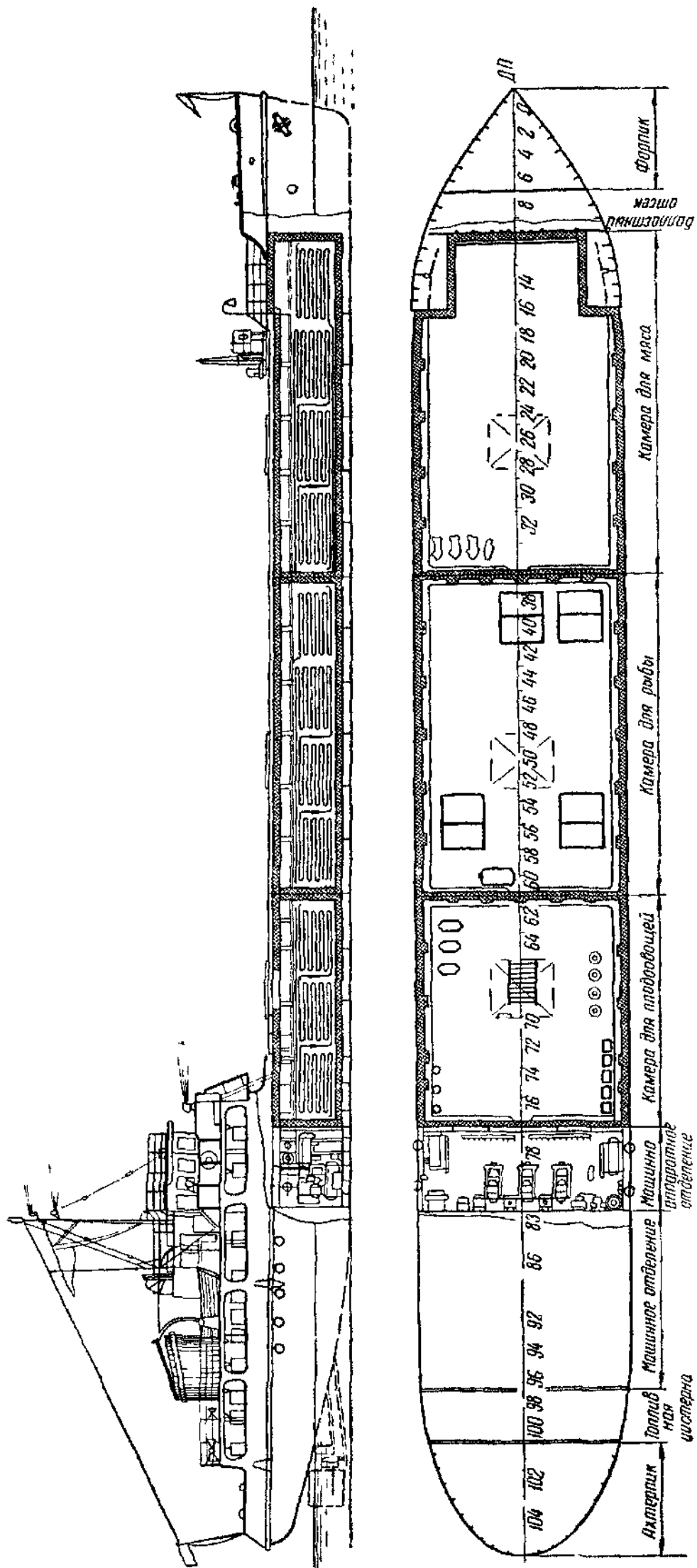


Рис 159. Грузовой рефрижераторный теплоход

Судно с тремя рефрижераторными трюмами, с машинным отделением в кормовой части, имеет свободный борт, достаточный для швартовки рыболовных и транспортных судов, верхнюю рабочую палубу, рефрижераторную установку, рыбоморозильное отделение и другие помещения производственного, хозяйственного и служебно-бытового назначения.

Судно приводится в движение дизель-электрической установкой, состоящей из четырех дизель-генераторов общей мощностью 4 тыс. л. с. и гребным электродвигателем мощностью 2800 квт.

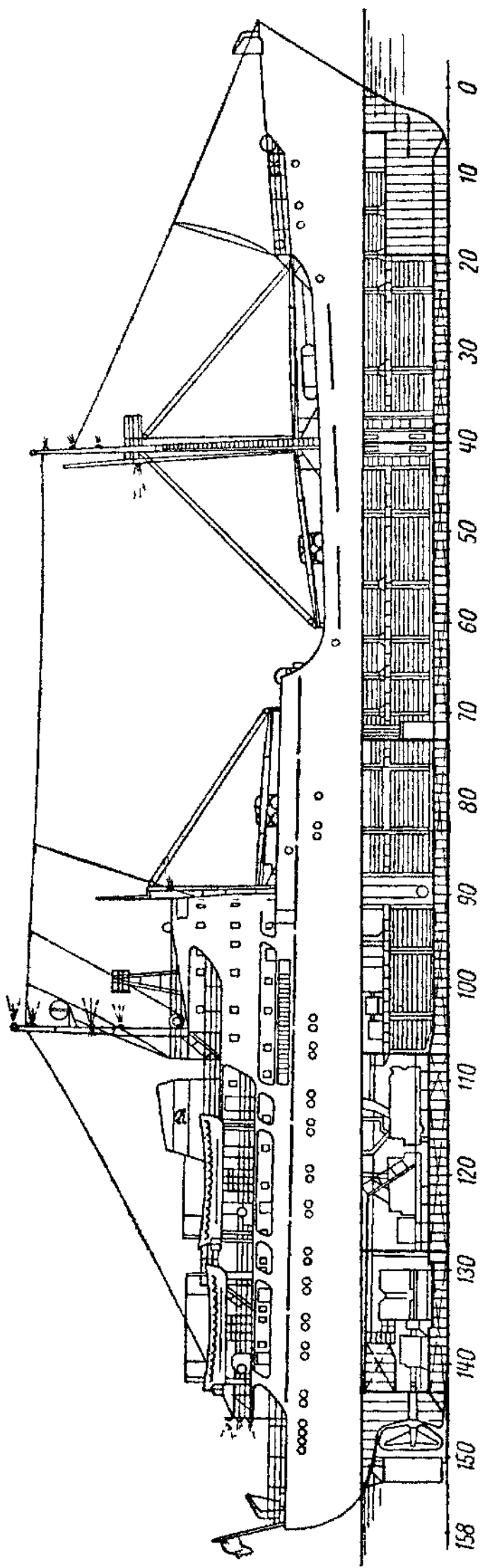
Вспомогательные дизель-генераторы (два мощностью по 200 квт) обеспечивают электроэнергией холодильную установку и судовые механизмы. Судно снабжено также котельной и опреснительной установками и системой кондиционирования воздуха, действующей во всех жилых, общественных и служебных помещениях.

Рефрижераторная установка состоит из пяти холодильных машин компрессионного типа (двухступенчатые компрессоры ДАУ-80 холодопроизводительностью по 80 тыс. ккал/час при $t_0 = -40$ и $t = 30^\circ$), обслуживающих морозильные аппараты, систему охлаждения трюмов и льдогенератор. Холодильным агентом служит аммиак, а холодоносителем — раствор хлористого кальция. Рефрижераторная установка оснащена приборами автоматического регулирования работы и предупреждения аварий машин. В двух тунельных воздушных морозильных аппаратах, в потоке воздуха с температурой -30° замораживается рыба. Производительность каждого морозильного аппарата 25 т/сутки.

Рефрижераторные трюмы оборудованы охлаждающими гладкотрубными рассольными батареями. Полный объем грузовых трюмов — 3200 м³; их вместимость по мороженой рыбе: в картонной таре (при удельно-погрузочной кубатуре 2,2 м³/т) — 1574 т и в деревянной таре (при удельно-погрузочной кубатуре 3 м³/т) — 1430 т.

В носовой части морозильного отделения по обоим бортам расположены бункера — аккумуляторы, предназначенные для хранения запаса — сырца. Общая вместимость аккумуляторов 25—30 т. Предусмотрена установка двух льдогенераторов, вырабатывающих из морской воды по 250 кг/час чешуйчатого льда, необходимого для охлаждения рыбы.

Рыба с промысловых судов принимается на рефрижератор при помощи грузовых стрел. После взвешивания она поступает в палубные бункера, оттуда в мочные машины. Затем рыба расфасовывается в противни, которые собираются в тележки и транспортируются в морозильные аппараты. Блоки мороженой



Шлюпочная палуба

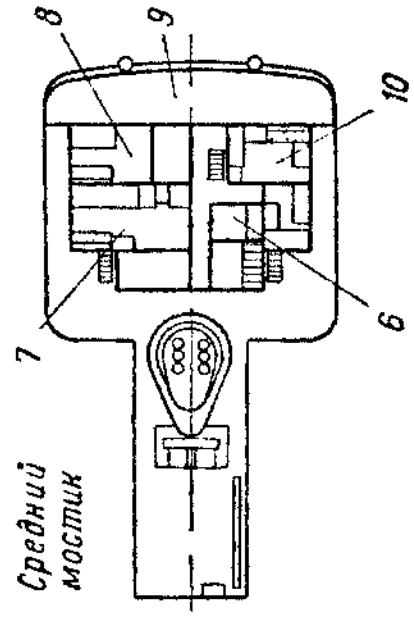
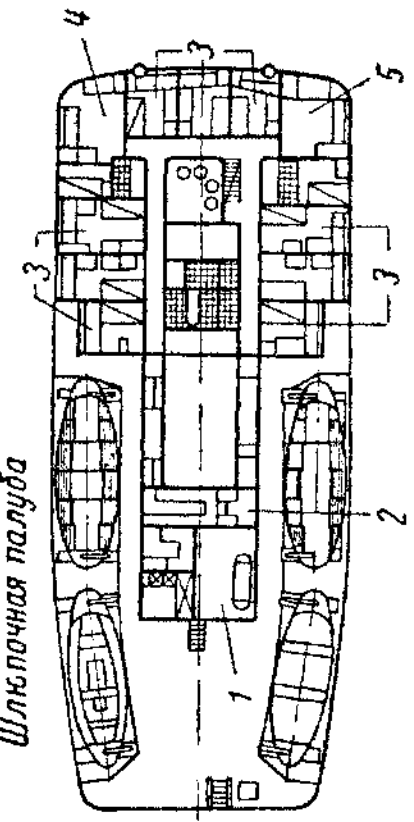
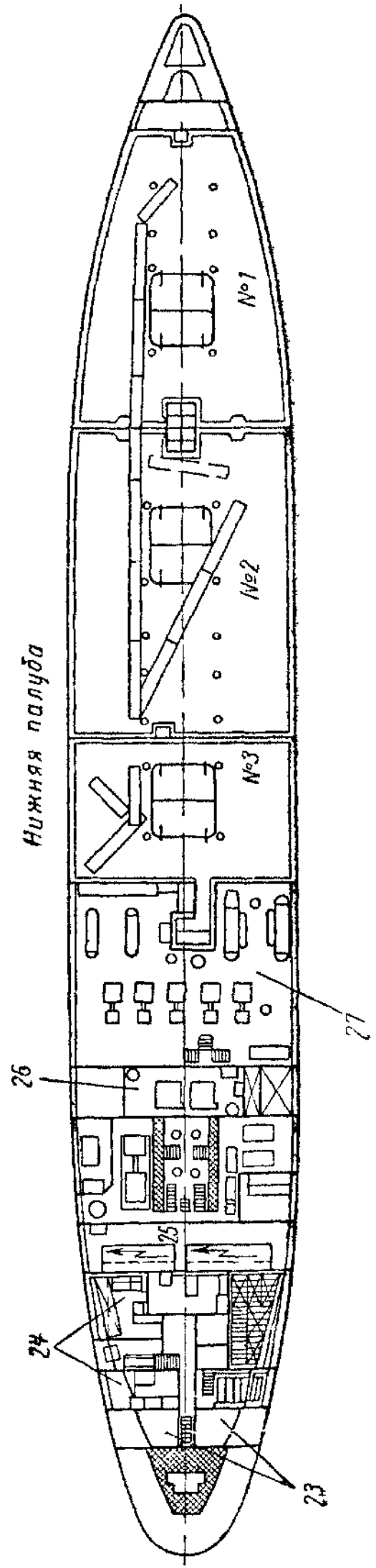
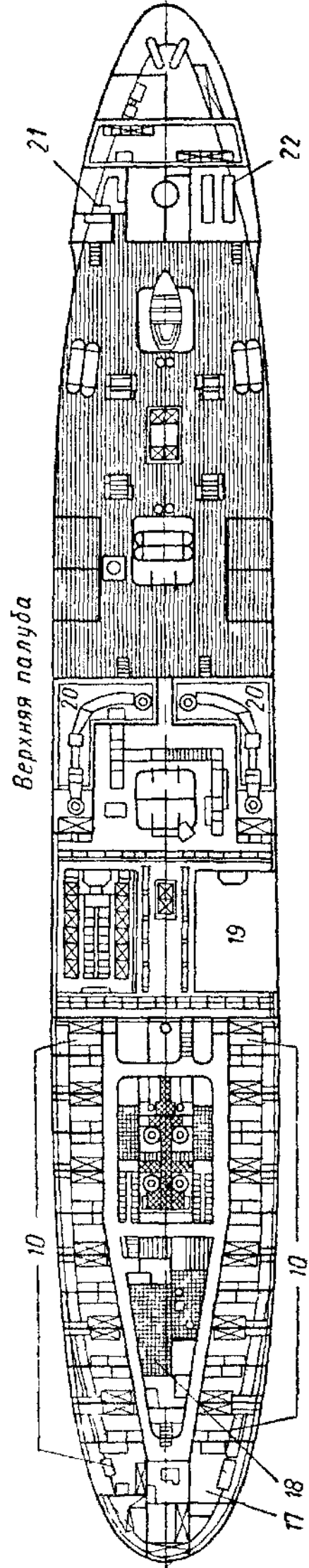
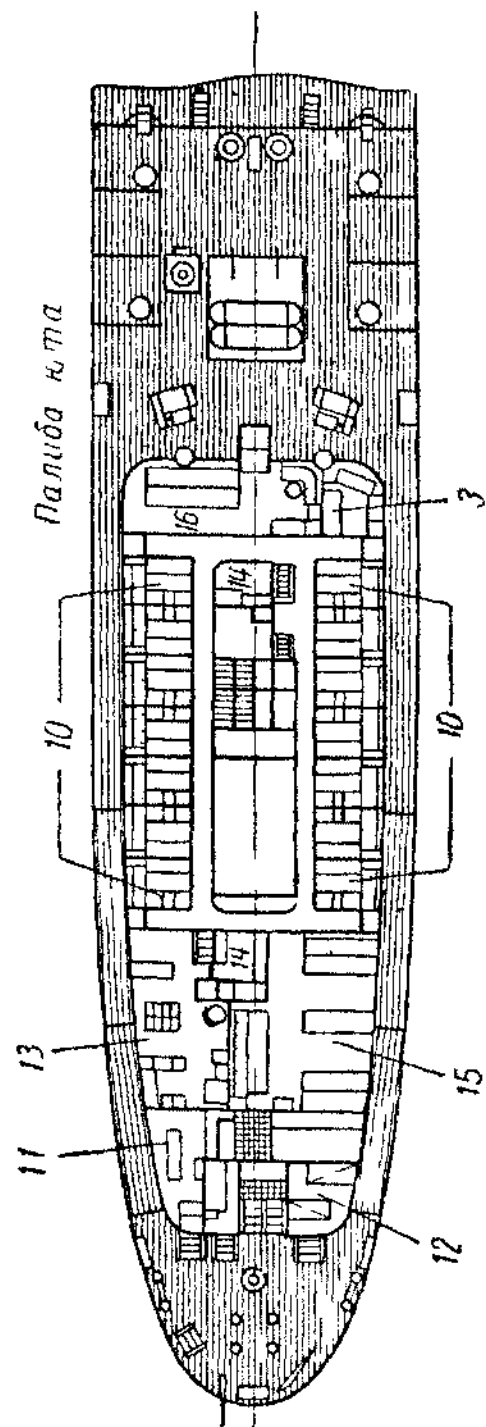


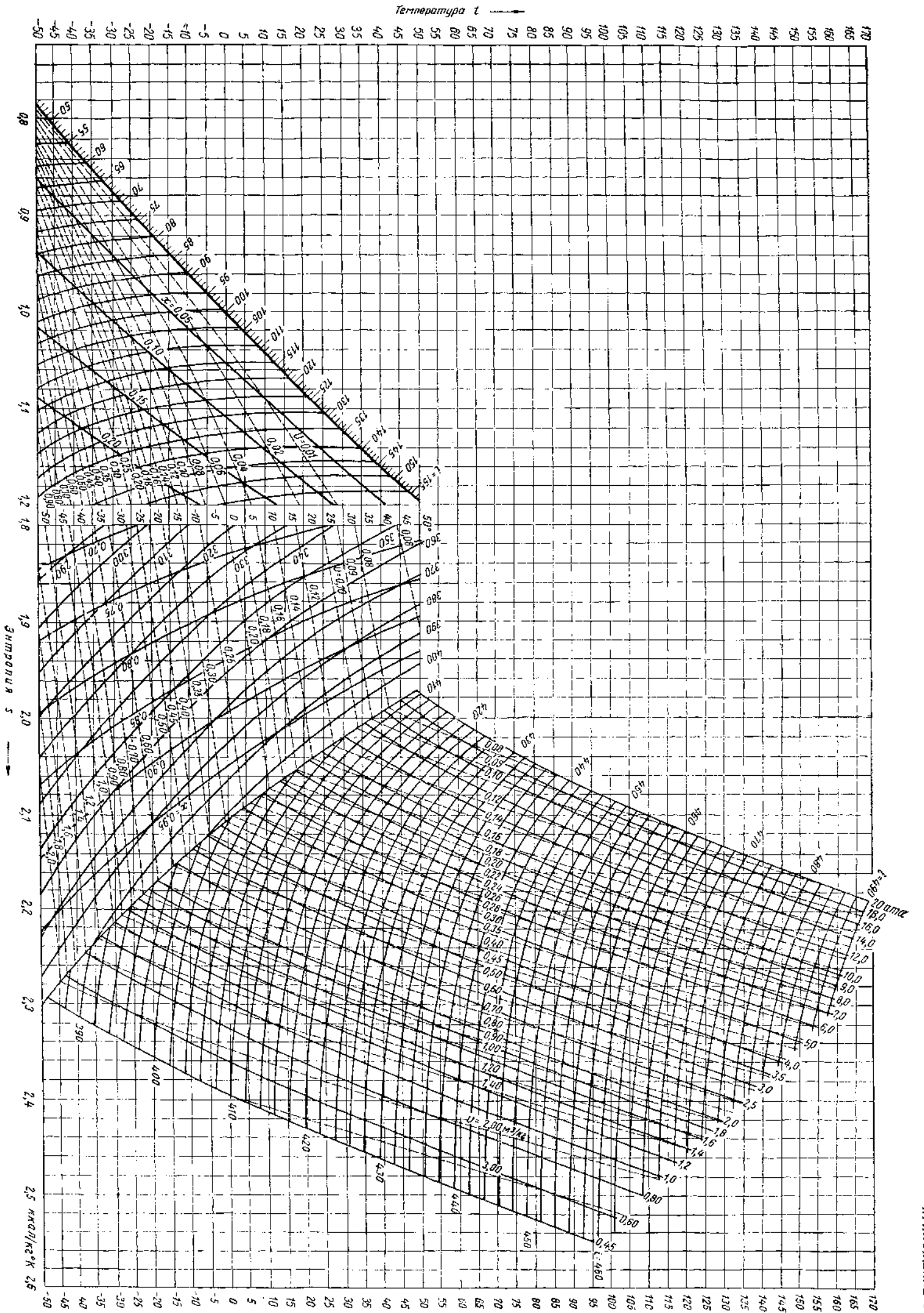
Рис 160 Океаническое рыбоморозильное рефрижераторное судно типа «Таврия».

1 — установка для кондиционирования воздуха, 2 — судовая АТС, 3 — отдельные каюты комсостава, 4 — каюта старшего механика, 5 — каюта капитана, 6 — трансляционная рубка, 7 — радиорубка, 8 — штурманская рубка, 9 — рулевая рубка, 10 — каюта команды, 11 — авиарейный дизель генератор, 12 — лазарет, 13 — камбуз, 14 — буфет, 15 — столовая команды, 16 — кают компания, 17 — красный уголок, 18 — санитарно бытовые помещения, 19 — морозильный аппарат, 20 — аккумулятор рыбы, 21 — кладовая аммиака, 22 — углекислотная, 23 — питьевая вода, 24 — провизионные кладовые, 25 — центральный пункт управления, 26 — котельное отделение, 27 — отделение рефрижераторных машин

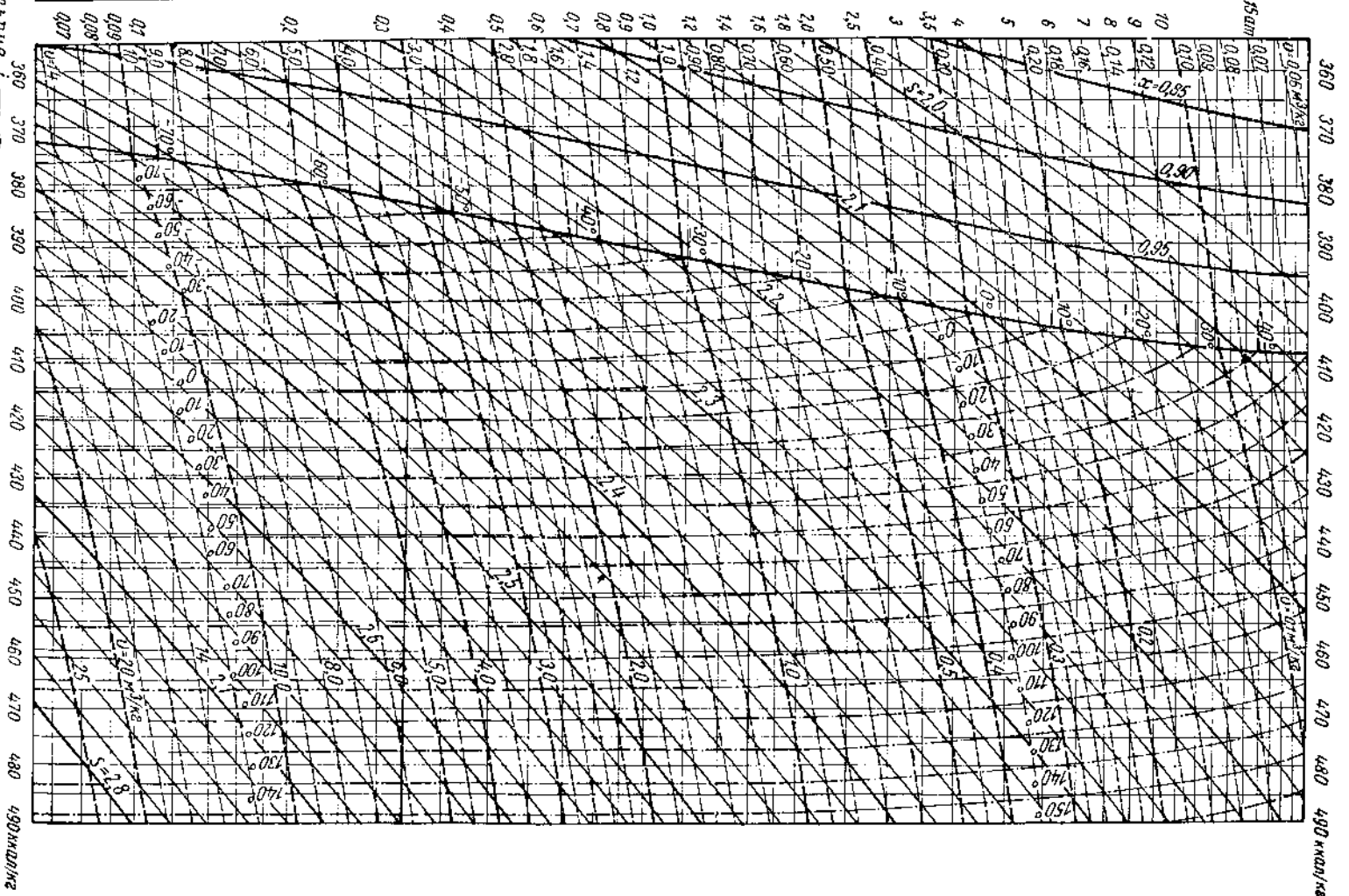
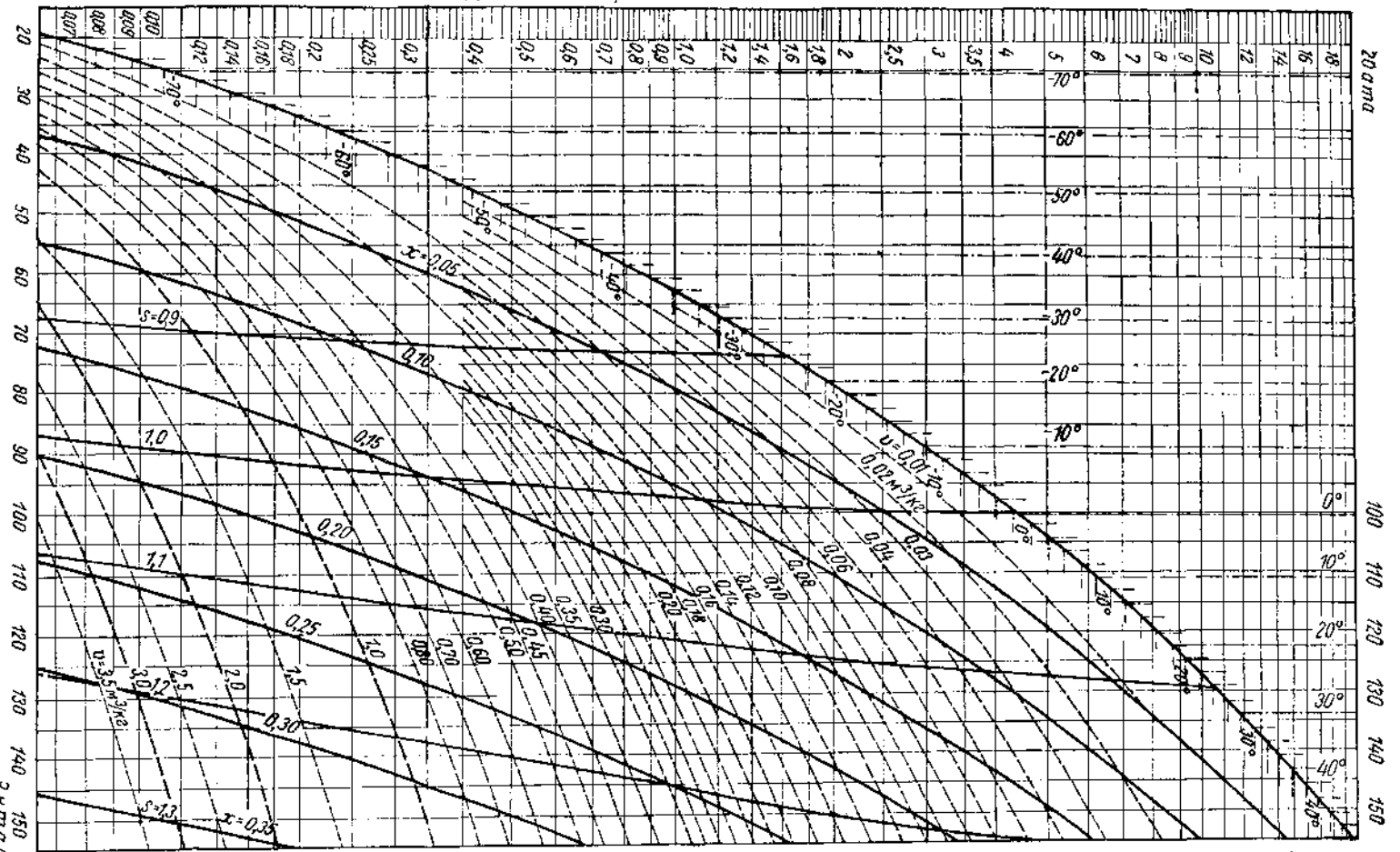


рыбы глазируются, упаковываются и направляются в трюмы для хранения и транспортировки. Для загрузки и выгрузки мороженой продукции, кроме обычного палубного грузового устройства, установлены три элеватора и внутритрюмные транспортеры. В трюмах поддерживается температура -18° .

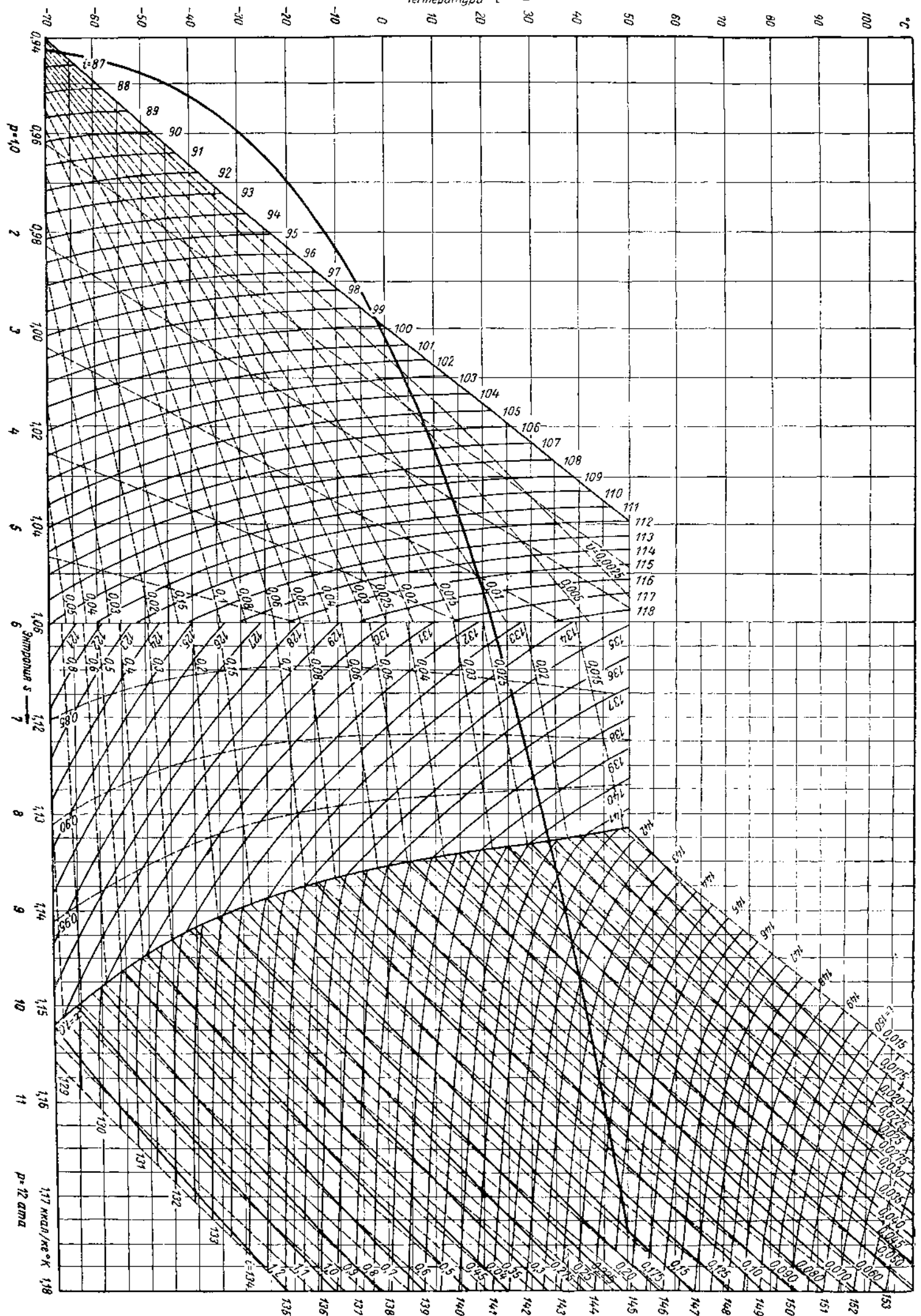
Рефрижераторное судно типа «Таврия» имеет наибольшую длину 99,35 м, ширину 14 м, высоту борта 7,2 м. Водоизмещение в грузу 5 215 т осадка порожнем 3 м и в грузу 5,5 м. Скорость хода 13,6 узлов, автономность 60 суток, район плавания — неограниченный.



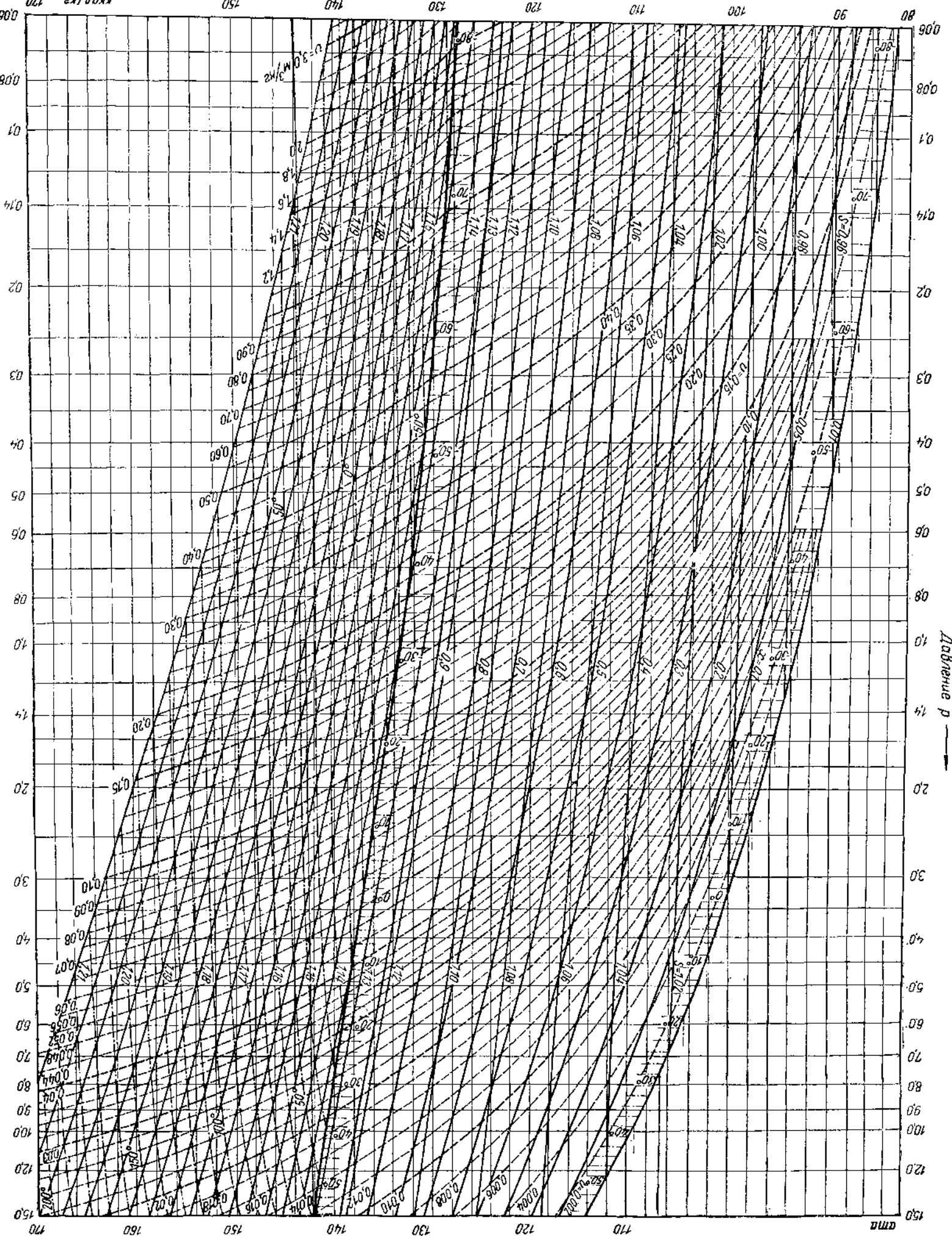
Давление p →



Температура t →



ЭНТАЛПИЯ l ккал/кг



Давление p

ЛИТЕРАТУРА

Аксенов А. Г. Судовые холодильные установки. М., «Речной транспорт», 1959.

Бадылькес И. С. Рабочие вещества холодильных машин. М., Пищепромиздат, 1952.

Бадылькес И. С., Сафонов В. И., Ткачев Н. Ф. Автоматизированный холодильник с теплозащитной воздушной рубашкой. «Холодильная техника», 1954, № 4.

Бадылькес И. С., Данилов Р. Л. Автоматизированная безнасосная абсорбционная установка производительностью 10 тыс. кал/час. «Холодильная техника», 1955, № 1.

Бадылькес И. С., Данилов Р. Л. Холодильный цикл с применением струйных приборов в качестве бустеркомпрессоров, «Холодильная техника», 1958, № 4

Бобков В. А. Производство и применение водного льда. М., Госторгиздат, 1961.

Вейнберг Б. С. Поршневые компрессоры холодильных машин. М., Госторгиздат, 1960.

Вышелесский А. Н. и др. Технологическое оборудование предприятий общественного питания. М., Госторгиздат, 1956.

Головкин Н. А., Чижев Г. Б., Школьников Е. Ф. Холодильная технология пищевых продуктов. М., Госторгиздат, 1955.

Зайцев В. П., Павлов Е. Г. Замораживание рыбы на морских судах в СССР. Доклады от СССР научной конференции комиссии 3, 4 и 5 Международного института холода. Сборник. М., 1958.

Зайцев В. П. Искусственный холод в рыбной промышленности некоторых зарубежных стран. Научно-технический и производственный сборник № 1 (3). Вильнюс, 1961.

Зайцев В. П., Павлов Е. Г. Использование холода в зарубежной рыбной промышленности. «Рыбное хозяйство», 1956, № 1.

Зайцев В. П., Павлов Е. Г. Новая конструкция быстрозамораживающего льдогенератора. «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.

Зайцев В. П., Ниточкин А. Е., Сурвилло В. Л. Рыбопромышленные рефрижераторные суда. М., Судпромгиз, 1957.

Зайцев В. П. Холодильное консервирование рыбных продуктов. М., Пищепромиздат, 1956.

Зайцев В. П. Усовершенствования в технике производства льда. «Холодильная техника», 1958, № 5.

Зайцев В. П., Березин Н. Т. Рыбопромышленный холодильник в Бергене. «Рыбное хозяйство», 1956, № 11.

Зайцев В. П., Павлов Е. Г., Покровский В. Л. Холодильное оборудование, выпускаемое в Италии и Дании. М., Изд-во Министерства рыбной промышленности, 1957.

Зайцев В. П. Холодильные устройства и аппараты, применяемые в рыбной промышленности Канады «Рыбное хозяйство», 1956, № 6

- Ильин Е. В., Мальгина Е. В. Холодильные машины и установки. М., Госторгиздат, 1960.
- Инструкция по проектированию холодильных установок. М., Госторгиздат, 1956.
- Кобулашвили Ш. Н. Автоматизация аммиачных холодильных установок. М., Госторгиздат, 1955.
- Кобулашвили Ш. Автоматизированные аммиачные схемы непосредственного испарения. «Холодильная техника», 1954, № 2.
- Кобулашвили Ш. Н., Романов М., Розенберг А., Хачатуров А. Больше внимания быстрому замораживанию пищевых продуктов. «Холодильная техника», 1958, № 6.
- Комаров Н. С., Холод. М., Гизлегпищепром, 1958.
- Кочетков Н. Д., Холодильная техника в предприятиях торговли и общественного питания. М., Госторгиздат, 1955.
- Кутателадзе С. С. Боришанский В. М. Справочник по теплопередаче. М., Госэнергоиздат, 1959.
- Левенсон С. Д., Мартыновский В. С. Судовые холодильные установки. М., «Морской транспорт», 1948.
- Мартынов М. С., Ниточкин А. Е., Гимпелевич С. Л. Холодильный транспорт. М., Госторгиздат, 1960.
- Мартыновский В. С. Холодильные машины (Термодинамические процессы). М., Пищепромиздат, 1950.
- Мещеряков Ф. Е. Основы холодильной техники. М., Госторгиздат, 1960.
- Михеев М. А. Основы теплопередачи. М., Госэнергоиздат, 1953.
- Павлов Е. Г. Холод на судах рыбной промышленности. М., Пищепромиздат, 1956.
- Покровский Н. К. Холодильные машины и установки. М., Пищепромиздат, 1960.
- Правила техники безопасности на аммиачных холодильных установках компрессионной и абсорбционной систем. М., Госторгиздат, 1960 (ВНИХИ).
- Розенфельд Л. М., Ткачев А. Г., Гуревич Е. С. Примеры и расчеты холодильных машин и аппаратов. М., Госторгиздат, 1960.
- Розенфельд Л. М., Ткачев А. Г. Холодильные машины и аппараты. М., Госторгиздат, 1960.
- Рудометкин Ф. И., Чупахин Н. М. Монтаж и ремонт холодильных установок. М., Госторгиздат, 1960.
- Сурвилло В. Л. Судовые холодильные установки. М., «Речной транспорт», 1955.
- Холодильная техника. Энциклопедический справочник. Кн. 1, 2. М., Госторгиздат, 1960 — 1961.
- Штаерман М. Я. Изоляция холодильников. М., Пищепромиздат, 1954.
- Чуклин С. Г., Мартыновский В. С., Мельцер Л. З. Холодильные установки. М., Госторгиздат, 1961.
- Якобсон В. Б. Автоматизация холодильных установок. М., Госторгиздат, 1962.
- Matts Bäckström «Kältetechnik», 1953.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Термодинамические основы производства искусственного холода	10
Обратный цикл Карно	13
Принцип действия холодильных машин	19
Абсорбционная холодильная машина	19
Пароводяная эжекторная холодильная машина	23
Воздушная (газовая) компрессионная холодильная машина	25
Паровая компрессионная холодильная машина	28
Действительный процесс паровой компрессионной холодильной машины и его расчет	31
Холодильные агенты	33
Энтальпийная и энтальпийная диаграммы	49
Расширительный цилиндр и регулирующий вентиль	51
Переохлаждение жидкого холодильного агента	53
Влажный и сухой процессы в компрессоре	55
Расчет цикла паровой компрессионной машины	58
Низкотемпературные циклы паровых компрессионных машин	63
Циклы холодильной машины с двухступенчатым сжатием	64
Цикл с применением струйного прибора	70
Каскадный цикл	72
Глава II. Компрессоры	74
Процесс работы поршневого компрессора	74
Коэффициенты, учитывающие объемные потери в компрессоре	76
Холодопроизводительность холодильных машин	79
Коэффициенты, учитывающие потери энергетического характера	81
Классификация поршневых холодильных компрессоров	82
Компрессоры горизонтальные двойного действия	84
Компрессоры вертикальные и с угловым расположением цилиндров	91
Некоторые особенности фреоновых компрессоров	101
Компрессоры двухступенчатого сжатия	104
Расчет основных размеров компрессоров и мощности двигателя	109
Ротационные и турбокомпрессоры	112
Глава III. Теплообменные аппараты холодильных машин	117
Теплопередача и свойства сред, участвующих в теплообмене	117
Теплопередача через плоскую стенку	118
Теплопередача через гладкостенные и ребристые трубы	120
Свойства сред, участвующих в процессе теплопередачи и разделяющих их перегородок	124
Конденсаторы	136
Погружной конденсатор	138
Противоточный конденсатор	139
Элементный конденсатор	141

Горизонтальный кожухотрубный конденсатор	142
Вертикальный кожухотрубный конденсатор	144
Оросительный конденсатор	146
Испарительный конденсатор	149
Расчет конденсатора	150
Испарители	153
Погружной или змеевиковый испаритель	154
Вертикалотрубный испаритель	156
Листотрубный испаритель	158
Кожухотрубный испаритель	160
Расчет испарителя	164
Воздухоохладители	165
Расчет воздухоохладителя	171
Глава IV. Холодильные установки	174
Приборы камерного охлаждения	175
Аппараты для замораживания рыбы и пищевых продуктов	182
Скороморозильный аппарат с интенсивным движением воздуха системы ВНИХИ	182
Скороморозильная установка больших рефрижераторных траулеров	184
Роторный морозильный агрегат	186
Новые механизированные установки для замораживания продуктов в блоках	189
Льдогенераторы	192
Вспомогательные аппараты и приборы	193
Воздухоотделители	193
Маслоотделители	195
Грязеуловители, фильтры и осушители	195
Отделители жидкого холодильного агента	197
Ресиверы	198
Промежуточные сосуды	199
Контрольно-измерительные приборы	200
Указатели уровня жидкости, термометры и манометры	200
Приборы автоматического контроля и регулирования	203
Реле давления	204
Поплавковые регулирующие вентили	206
Терморегулирующие вентили	208
Водорегулирующие вентили или регуляторы давления конденсации	210
Соленоидные или электромагнитные вентили	211
Схемы холодильных установок	215
Глава V. Абсорбционные холодильные машины	222
Область применения и устройство абсорбционных холодильных машин	222
Аппараты абсорбционной холодильной машины	225
Генератор-кипятильник	225
Абсорбер	227
Насос для водоаммиачного раствора	227
Ректификатор	227
Теплообменник	228
Применение абсорбционных машин в рыбной промышленности и основные показатели их работы	228
Глава VI. Основы технической эксплуатации холодильных установок	233
Пуск в ход и остановка холодильной машины	234
Регулирование работы холодильной установки	235
Правильная работа и отклонения от нее	237
Обслуживание компрессоров	238
Обслуживание теплообменных аппаратов	241

Добавление в систему холодильного агента	244
Правила техники безопасности на холодильных установках	245
Обслуживание автоматически действующих холодильных установок	246
Испытание холодильных установок	247
Учет работы, осмотр и ремонт холодильных установок	248
Глава VII. Основы проектирования холодильных установок	250
Классификация холодильников	250
Проектное задание и технический проект	252
Расчет производительности и емкости холодильника	253
Расчет площадей основных производственных помещений	255
Планировка рыбопромышленных холодильников	257
Характерные проекты рыбопромышленных холодильников	261
Основные показатели типовых одноэтажных холодильников	264
Многоэтажный рыбопромышленный холодильник	268
Определение площади машинного отделения	273
Тепловая изоляция и защита ее от увлажнения	275
Изоляционные материалы	276
Изоляционные конструкции	280
Расчет изоляции	285
Калорический расчет	287
Способ охлаждения камер холодильника	293
Охлаждение непосредственным испарением холодильного агента	294
Рассольное охлаждение	295
Воздушное охлаждение	295
Внекамерное охлаждение	296
Смешанное охлаждение	297
Расчет и подбор холодильного оборудования	298
Глава VIII. Ледяное и льдосоляное охлаждение	301
Физические свойства льда	301
Основные способы заготовки и использование естественного льда	302
Послойное намораживание	302
Заготовка льда намораживанием сталактитов	304
Заготовка льда из водоемов	304
Ледохранилища	306
Механизированная линия ледоснабжения рыбопромысловых судов	307
Ледники	308
Льдосоляное охлаждение	311
Непосредственное охлаждение льдосоляной смесью	312
Рассольное охлаждение с побудительной и естественной циркуляцией рассола	313
Воздуходувная система	314
Производство искусственного льда	314
Эвтектическое охлаждение	322
Сухой лед	323
Глава IX. Холодильный транспорт	325
Железнодорожный холодильный транспорт	326
Автомобильный холодильный транспорт	330
Водный холодильный транспорт	332
Литература	339
Приложения (вклейки)	

Викентий Петрович Зайцев
ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

* * *

Редактор *Е Ф Маслова*
Техн редактор *Э М Элькина*
Корректоры *Р Я Беркович* и *О В Молькова*
Переплет художника *П Г Митюшина*

Т 07443 Подписано в печать 10/VII 1962 г
Формат бумаги 60×90^{1/16} Печ л 215+2 вкл
Уч изд л 20 97 Тираж 12 000 экз Заказ 449
Цена 74 коп

Типография № 4 УПП Ленсовнархоза
Ленинград Социалистическая 14