

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Новиков Денис Владимирович  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 11.11.2024 11:16:01  
Уникальный программный ключ:  
3357c68ce48ec4f695c95289ac7a9678e502be60

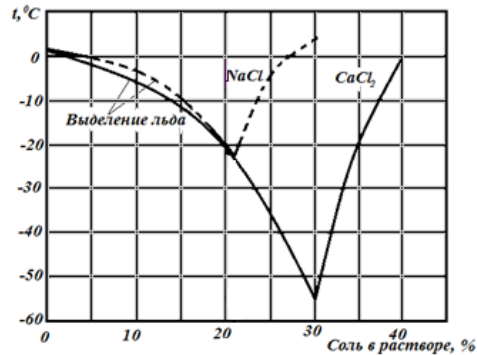
Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха

Тест 1

1. Рабочее вещество, с помощью которого в холодильной машине совершается обратный круговой процесс, или цикл называется .....

2. Хладоносители свое агрегатного состояния .....
- А). не изменяют,
  - Б). изменяют.

3. Температура замерзания  
рассола NaCl равна .....



4. Рассол, при pH 7-10 .....

- А). имеет низкую вязкость,
- Б). имеет наивысшую теплопроводность,
- В). наименее агрессивен,
- Г). имеет наивысшую теплоемкость.

5. Цикл, в котором работа сжатия превышает работу расширения называется .....

6. Энергетическую эффективность холодильных машин оценивают .....

7. Схема ПКХМ имеет вид

8. Цикл ПКХМ в t-s координатах имеет вид

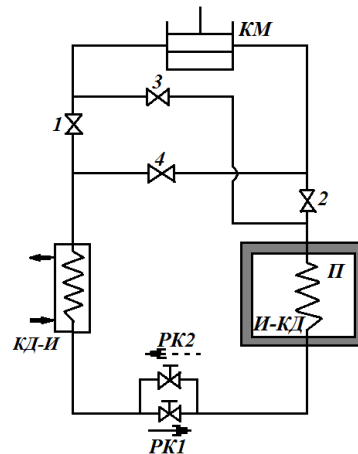
9. Удельная холодопроизводительность (кДж/кг) в испарителе определяется по формуле.....

10. Схема ПКХМ с регенеративным теплообменником имеет вид

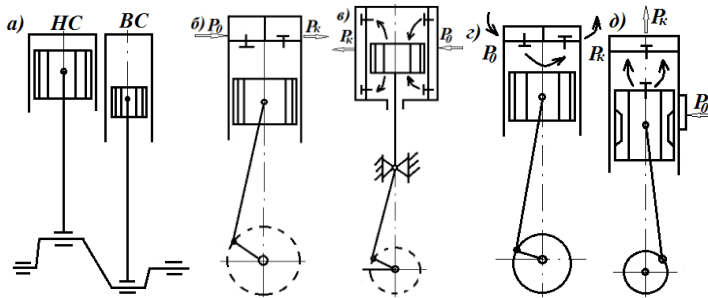
Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха

Тест 2

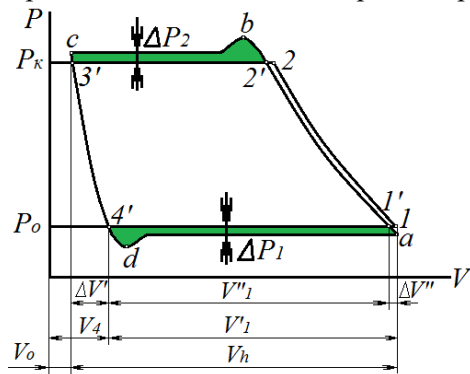
1. Порядок работы машины-теплового насоса в режиме отопления  
 КМ-.....



2. Машину, предназначенную для сжатия пара хладагента, а также для его всасывания из испарителя и нагнетания в конденсатор называют.....
3. Компрессор двойного действия показан на рис.....



4. Процесс нагнетания на диаграмме происходит по линии



5. При всасывании влажного пара хладагента потери от теплообмена.....  
 А). увеличиваются,  
 Б). остаются прежними,  
 В). уменьшаются.
6. Количество теплоты, отведенной от охлаждаемой среды хладагентом в единицу времени, называется.....

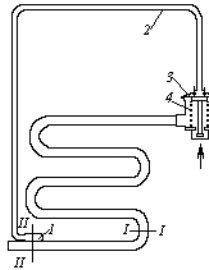
7. С понижением температуры  $t_0$  холодопроизводительность  $Q_0$ .....
8. Маслоотделитель устанавливают .....
- А). На нагнетательной линии компрессора,
  - Б). На приемной линии компрессора,
  - В). После конденсатора.
9. Отделение масла в маслоотделителе происходит благодаря .....
- А). Уменьшению скорости паров холодильного агента,
  - Б). Уменьшению скорости паров холодильного агента и изменению направления их движения,
  - В). Уменьшению скорости паров холодильного агента, изменению направления их движения и снижению давления,
  - Г). Уменьшению скорости паров холодильного агента, изменению направления их движения, снижению давления и снижению температуры.
10. На трубопроводе хладоносителя устанавливают термоматрон .....
- А). Камерный
  - Б). Рассольный
  - В). Испарительный

# Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха

## Тест 3

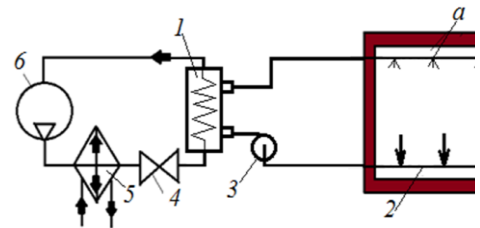
1. Для регулирования заполнения испарителя жидким холодильным агентом применяют.....

2. На рисунке показана схема установки терморегулирующих вентилей с.....  
А). внутренним уравниванием  
Б). с внешним уравниванием

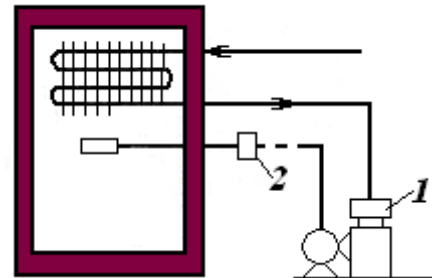


3. С уменьшением перегрева пара на выходе из испарителя подачу хладагента в испаритель через ТРВ будет .....  
А). Увеличиваться  
Б). Останется неизменной  
В). Уменьшаться

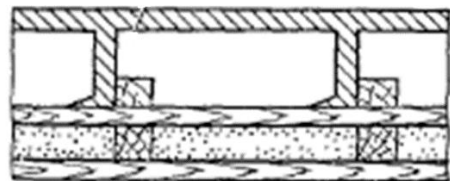
4. На рис. показана принципиальная схема системы .....  
А). Непосредственного охлаждения  
Б). С промежуточным хладоносителем  
В). Воздушного охлаждения



5. На рисунке показана схема регулирования температуры воздуха .....  
А). С реле температуры  
Б). Воздушная  
В). С использованием камерного термореле  
Г). С использованием реле испарителя  
Д). С использованием реле низкого давления



6. Судовые изоляционные конструкции .....  
А). Не содержащие металлических включений  
Б). С воздушной прослойкой  
В). Нормальная  
Г). С высадками или обходом набора

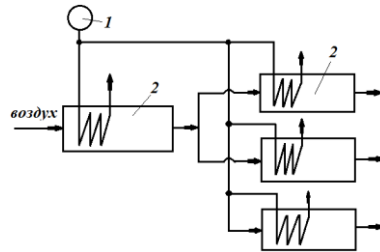


7. Кондиционирование воздуха состоящее в поддержании заданных технологических параметров воздуха в грузовых помещениях судна, необходимых для ведения технологических процессов, работы оборудования, приборов называется .....

8. Отношение массы пара в  $1\text{ м}^3$  влажного воздуха к массе пара в  $1\text{ м}^3$  насыщенного воздуха при одинаковых давлениях и температурах называется .....

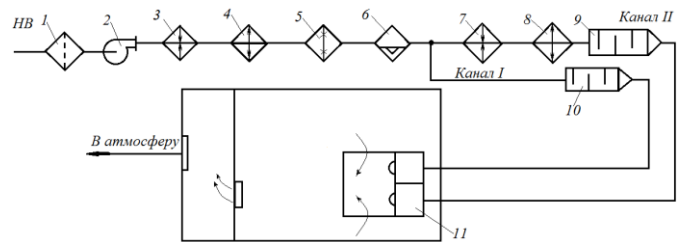
9. На рисунке представлена принципиальная схема системы .....

- А). центральной системы
- Б). местной системы
- В). центрально-местной
- Г). автономной



10. На принципиальной схеме двухканальной системы кондиционирования воздуха обозначены

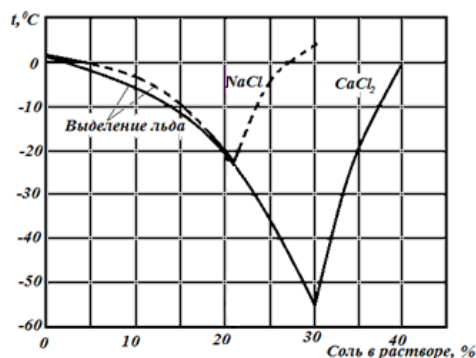
- 1-
- 2-
- 3-
- 4 и 8 -
- 5-
- 6-
- 7-
- 9 и 10-
- 11-



Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха

Тест 4

1. Вещества, отбирающие теплоту от охлаждаемой среды и передающие ее кипящему холодильному агенту называются .....
2. Хладогенты свое агрегатного состояния .....  
А) не изменяют,  
Б) изменяют.
3. Концентрация NaCl равна .....



4. Рассол, при pH 7-10 .....  
А). имеет низкую вязкость,  
Б). имеет наивысшую теплопроводность,  
В). наименее агрессивен,  
Г). имеет наивысшую теплоемкость.
5. Цикл, в котором теплота переносится от среды с низкой температурой к среде с более высокой температурой, называется .....
6. Холодильный коэффициент определяется по формуле.....
7. Схема ПКХМ имеет вид
8. Цикл ПКХМ в t-s координатах имеет вид
9. Удельное количество теплоты ( $kJ/kg$ ), отводимой от хладагента в конденсаторе определяется по формуле.....

10. Схема ПКХМ с регенеративным теплообменником имеет вид



Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок

# Проектирование холодильной установки рефрижераторного судна

Методические рекомендации  
к выполнению курсовой работы для студентов специальности  
26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок  
смешенного река-море плавания»

Составители – Ю.В. Варечкин, М.Ю. Храмов

Нижний Новгород  
Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ»  
2021

УДК 629.12-135  
В18

Проектирование холодильной установки рефрижераторного судна: метод. рекомендации к выполнению курсовой работы для студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок смешенного река-море плавания» / сост. – Ю.В. Варечкин, М.Ю Храмов. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021. –с.

Рассмотрены основы выбора, расчета, проектирования судовой холодильной установки рефрижераторного судна, необходимые при освоении дисциплины «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха».

*Для студентов очного и заочного обучения.*

Работа рекомендована к изданию кафедрой эксплуатации судовых энергетических установок (протокол № от г.).

© ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021

## Введение

Учебным планом и программой по курсу “Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха” предусмотрена курсовая работа по проектированию холодильной установки рефрижераторного судна, которую необходимо выполнить перед сдачей экзамена.

Цель работы – систематизировать и углубить знания студентов по основам теории и расчета СХУ.

Проектирование СХУ можно разбить на несколько этапов, и в работе соответственно должны быть представлены следующие разделы:

- а) расчет тепловой изоляции подволока трюма;
- б) расчет холодопроизводительности СХУ;
- в) обоснование системы охлаждения и способа холодоснабжения трюмов, разработка принципиальной схемы СХУ и расчет теоретического цикла холодильных машин;
- г) расчет и подбор основного оборудования СХУ;
- д) расчет энергоемкости и подбор электродвигателей СХУ.

Студенты очного обучения должны периодически предъявлять материалы проекта руководителю для проверки, согласования и оценки объема выполнения. Проект допускается к защите после утверждения руководителем.

При подготовке к защите необходимо выяснить возникшие при проектировании вопросы, изучить особенности и основные характеристики оборудования, его устройство, действие и эксплуатацию, методику проектирования и расчетов. На защите должно быть сделано краткое (5–7 мин) сообщение, после чего проектанту задаются вопросы, оценивается содержание и оформление проекта, доклад и ответы на вопросы.

## 1. Выбор исходных данных для выполнения курсовой работы.

Исходные данные для выполнения курсовой работы выбираются из приведенных ниже таблиц в зависимости от шифра студента.

Студенты выбирают вариант задания на расчетную работу по последней цифре своего шифра и в соответствии с номером группы, которая устанавливается в зависимости от начальной буквы фамилии студента:

- Р, Т, У, Ц, - I группа;
- Л, М, Н, - II группа;
- Е, Ж, З, И, - III группа;
- А, Г, Д, Щ, - IV группа;
- Б, Ч, Ш -V группа;
- В, П, Х -VI группа;
- К, О, Ю, Я -VII группа;
- С, Ф, Э -VIII группа.

Таблица 1. Выбор варианта

| Группа      | Последняя цифра шифра |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|             | <i>I</i>              | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>0</i> |
| <i>I</i>    | 1                     | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       |
| <i>II</i>   | 11                    | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       | 20       |
| <i>III</i>  | 21                    | 22       | 23       | 24       | 25       | 26       | 27       | 28       | 29       | 30       |
| <i>IV</i>   | 31                    | 32       | 33       | 34       | 35       | 36       | 37       | 38       | 39       | 40       |
| <i>V</i>    | 41                    | 42       | 43       | 44       | 45       | 46       | 47       | 48       | 49       | 50       |
| <i>VI</i>   | 51                    | 52       | 53       | 54       | 55       | 56       | 57       | 58       | 59       | 60       |
| <i>VII</i>  | 61                    | 62       | 63       | 6        | 65       | 66       | 67       | 68       | 69       | 70       |
| <i>VIII</i> | 71                    | 72       | 73       | 74       | 75       | 76       | 77       | 78       | 79       | 80       |

Тип судна, район плавания, груз, теплоизоляционный материал и хладагент выбираются из таблицы 2. Размеры расчетного узла изоляции подволока выбираются из таблицы 3. Расположение помещений на судне в зависимости от типа судна приведены на рис. 5. Размеры трюмов приведены в таблице 4.

Исходные данные:

Тип судна -

Район плавания -

Груз -

Теплоизоляционный материал -

Размер расчетного узла изоляции подволока, мм

Шпация  $S$  –

Высота набора  $h_n$  –

Ширина полки набора  $b_n$  –

Толщина изоляции под набором  $l$  –

Толщина зашивки  $\delta_3$  –

Хладагент –

Размеры трюмов, м:

|            | Трюм 1 | Трюм 2 | Трюм 3 |
|------------|--------|--------|--------|
| Длина $L$  |        |        |        |
| Ширина $B$ |        |        |        |
| Высота $h$ |        |        |        |

Плана судна (расположение помещений на судне):

## 2. Расчет осадки судна

Необходимая для дальнейших расчетов осадка судна вычисляется по формуле

$$T = \frac{2 \cdot V \cdot \rho}{F_n \cdot \rho_e}$$

где  $V$  – объем всех грузовых трюмов,  $m^3$ ;

$\rho$  – погрузочная плотность груза,  $t/m^3$ ;

$F_n$  – площадь палубы всех грузовых трюмов,  $m^2$ ;

$\rho_e$  – плотность воды,  $t/m^3$ .

$$\rho = \frac{1}{v}$$

где  $v$  – удельный погрузочный объем,  $m^3/t$ .

(Удельные погрузочные объемы различных грузов приведены в таблице 5).

Высота борта судна  $H(m)$  определяется по формуле

$$H=h+h_n+h_g$$

где  $h$  – высота трюма, м;

$h_n$  – толщина теплоизоляционной конструкции подволока трюма, м;

$h_g$  – толщина теплоизоляционной конструкции двойного днища судна (палубы трюма), можно принять  $h_g = 0,7$  м.

Величина  $h_n$  определяется по формуле

$$h_n=h_n+l+\delta_3$$

где  $h_n$  – высота набора, м;

$l$  – толщина изоляции под набором, м;

$\delta_3$  – толщина зашивки, м.

Эскиз поперечного сечения трюма приведен на рис. 1.

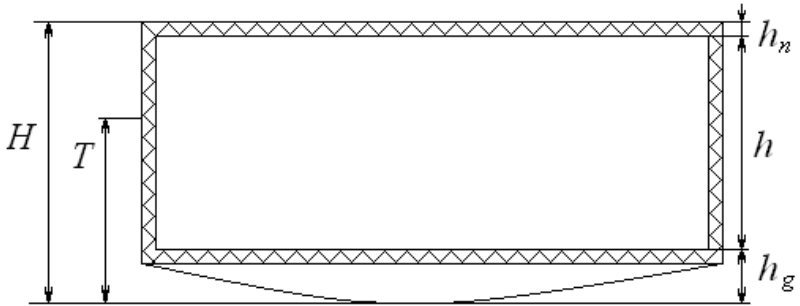


Рис. 1. Поперечное сечения трюма

Высота надводного борта  $h_{нб}=H-T$ .

Высота подводного борта  $h_{пб}=T$ .

### 3. Расчет тепловой изоляции подволока трюма

В качестве расчетного выберем узел прорезаемый набором (угольником рамного бимса) гладкой теплоизоляционной конструкции, эскиз которой приведен на рис.2. данная конструкция чаще других применяется для изоляции ограждений рефрижаторных судов. Рассматривая различные способы расположения брусков обрешетки, предпочтение следует отдать их поперечному (перпендикулярно набору) расположению, при котором техно-

логичность, малые масса и стоимость конструкции сочетаются с высокими теплоизоляционными качествами.

В качестве материала зашивки, тепловое сопротивление которого следует учитывать при расчете коэффициента теплопередачи  $K_n$ , в конструкции изоляции используются шпунтованные доски толщиной  $\delta_3$ .

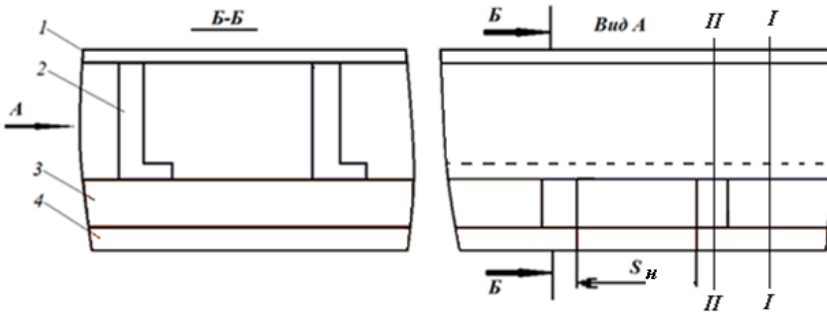


Рис. 2. Эскиз конструкции

1–борт, 2–судовой набор, 3–бруски обрешетки, 4–зашивка.

Коэффициент теплопроводности зашивки можно принять равным коэффициенту теплопроводности дерева  $\lambda_3 = \lambda_d$ . Коэффициент теплопроводности дерева (сосна и ель поперек волокон)  $\lambda_d = 0,14 \dots 0,16 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

Значение коэффициент теплопроводности различных теплоизоляционных материалов приведены в таблице 6.

Коэффициент теплопередачи подволока следует рассчитывать методом круговых потоков. Эскиз узла теплоизоляционной конструкции подволока, на котором указаны разбивка конструкции на зоны, обозначены круговые потоки и все величины используемые в расчете приведен на рис.3 и рис.4.

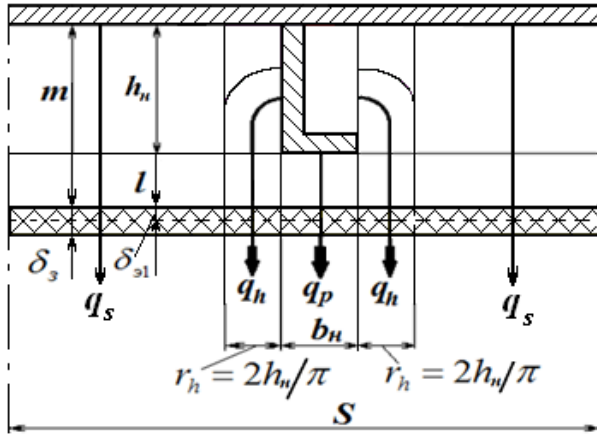


Рис. 3. Эскиз типового участка изоляции I-I

Для сечения I-I из равенства термических сопротивлений

$$\frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{\delta_{31}}{\lambda_u}$$

Эквивалентная толщина изоляции, м

$$\delta_{31} = \frac{\delta_3 \cdot \lambda_u}{\lambda_3}$$

Приведенная толщина изоляционного слоя над полкой профиля набора, м

$$l_{n1} = l + \delta_{31}$$

Толщина изоляции между бортом и зашивкой, м

$$m = h_n + l$$

Приведенная толщина изоляционных слоев, м

$$m_{n1} = m + l_{n1}$$

Тепловой поток зоны 1, выходящий из полки набора, Вт/м<sup>2</sup>

$$q_p = \frac{\lambda_u \cdot s_n \cdot b_n}{l_{n1}}$$

$s_n$  - расстояние между поперечными деревянными брусками (шаг обрешетки)  $s_n = (0,5 \dots 0,7) \text{ м}$ .

Радиусы дуг окружности в зонах 2 меняются от  $r=0$  до  $r=r_h$ . Поэтому тепловые потоки, поступающие от боковых поверхностей определяются интегрированием.

Полный круговой поток одной зоны 2 шириной  $r_h = \frac{2h_n}{\pi}$



определяется по формуле,  $Bm/m^2$

$$q_h = \frac{2 \cdot \lambda_u \cdot s_u \cdot \ln\left(\frac{h_u + l_{n1}}{l_{n1}}\right)}{\pi}$$

Прямолинейный поток двух зон 3 общей шириной

$$s_u - \left(b_u + \frac{4 \cdot h_u}{\pi}\right)$$

выходящий из обшивки корпуса между профилями набора определяется по формуле,  $Bm/m^2$

$$q_s = \lambda_u \cdot s_u \cdot \frac{\left(s - \left(b_u + \frac{4 \cdot h_u}{\pi}\right)\right)}{m_{n1}}$$

Средний коэффициент теплопередачи  $K_1 \left[ \frac{Bm}{M^2 \cdot K} \right]$  для первого

типового участка, расположенного между поперечными профилями набора определяется по формуле

$$K_1 = \frac{q_p + 2 \cdot q_h + q_s}{S \cdot s_u}$$

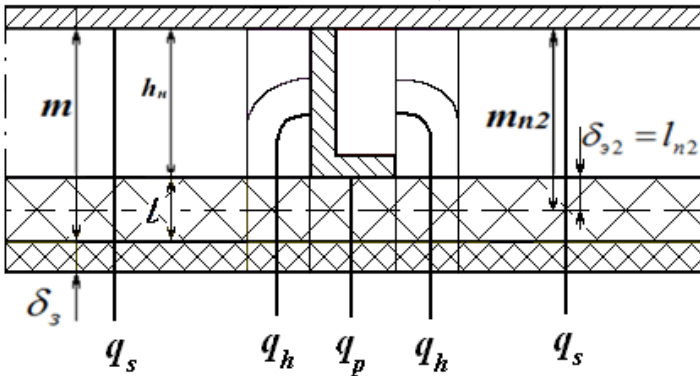


Рис. 4. Эскиз типового участка изоляции II-II

Средний коэффициент теплопередачи для второго типового участка, который выделяется сечением II-II и содержит поперечный брусок обрешетки определяется по тем же зависимостям.

Для сечения II-II из равенства термических сопротивлений

$$\frac{l}{\lambda_0} + \frac{\delta_3}{\lambda_0} = \frac{\delta_{\vartheta 2}}{\lambda_u}.$$

Эквивалентная толщина изоляции,  $m$

$$\delta_{\vartheta 2} = l_{n2} = l \frac{\lambda_u}{\lambda_0} + \delta_3 \frac{\lambda_u}{\lambda_3}.$$

Приведенная толщина основной изоляции,  $m$

$$m_{n2} = h_u + l_{n2}.$$

Тепловой поток зоны 1, выходящий из полки набора,  $Bm/m^2$

$$q_p = \frac{\lambda_u \cdot s_d \cdot b_u}{l_{n2}}.$$

где  $s_d = 0,05m$  - ширина бруска.

Полный круговой поток одной зоны 2,  $Bm/m^2$

$$q_h = \frac{2 \cdot \lambda_u \cdot s_d \cdot \ln \left( \frac{h_u + l_{n2}}{l_{n2}} \right)}{\pi}.$$

Прямолинейный поток двух зон 3,  $Bm/m^2$

$$q_s = \lambda_u \cdot s_d \cdot \frac{\left( s - \left( b_u + \frac{4 \cdot h_u}{\pi} \right) \right)}{m_{n2}}.$$

Средний коэффициент теплопередачи для второго типового участка,  $\left[ \frac{Bm}{M^2 \cdot K} \right]$

$$K_2 = \frac{q_p + 2 \cdot q_h + q_s}{S \cdot s_d}.$$

Полный коэффициент теплопередачи,  $\left[ \frac{Bm}{M^2 \cdot K} \right]$

$$K_n = \frac{K_1 \cdot s_u + K_2 \cdot s_d}{10 s_u + s_d}.$$

#### 4. Расчет холодопроизводительности СХУ

Холодопроизводительность трюмных охлаждающих приборов  $Q_0$  является исходной величиной для их расчета. Поэтому рекомендуется определять  $Q^{mp}_i$  отдельно по каждому трюму.

Для проектирования СХУ принимают наибольший из теплопритоков по трем трюмам.

$$Q_0 = Q^{mp}_{i \max}.$$

Режим перевозки груза будет поддерживаться на требуемом уровне, если при достижении заданных параметров воздуха в охлаждаемом помещении все теплопритоки в трюм будут уравновешены соответствующим количеством холода, вырабатываемого трюмными охлаждающими приборами. Поэтому холодопроизводительность трюма рассчитывается как сумма отдельных теплопритоков.

Теплоприток в трюм складывается из суммы теплопритоков:

$$Q_i^{mp} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

где  $Q_1$  – теплоприток через внешние ограждения,  $Bm$ ;

$Q_2$  – теплоприток с вентиляционным воздухом,  $Bm$ ;

$Q_3$  – теплоприток от работающих механизмов,  $Bm$ ;

$Q_4$  – теплоприток с грузом, поступившим на судно,  $Bm$ .

##### 4.1. Теплоприток через внешние ограждения

Количество теплоты  $Q_l$  в единицу времени, проникающее в трюм через его внешние ограждения, складываются из теплопритоков через палубу  $Q_{п.м}$ , борта (подводный  $Q_{п.б}$  и надводный  $Q_{п.б}$ ) и переборки  $Q_{пер}$ . Сюда же можно отнести теплопритоки через крышку люка  $Q_l$ . Расчет теплопритоков ведется по уравнению  $Q = K \cdot F \cdot \Delta t$ .

где  $K$  – коэффициент теплопередачи данного ограждения,  $Bm/m^2K$ ; (Значения коэффициентов теплопередачи приведены в таблице 6).

$F$  – площадь поверхности,  $m^2$ ;

$\Delta t$  - разность температур между воздухом трюма и окружающей средой за соответствующим ограждением,  $^{\circ}\text{C}$ .

Коэффициент теплопередачи палубы трюма  $K_{n.m.}$  принять равным коэффициенту теплопередачи подволока  $K_{n.m.}=K_n$

Остальные коэффициенты теплопередачи ( $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ) выбрать из таблицы 7:

Борта  $K_{\delta}$  –

Переборки:

с МКО  $K_{МКО}$  –

с помещением судовых систем  $K_{cc}$  –

с форпиком и ахтерпиком  $K_{\phi}$  –

с коффердамом  $K_{\kappa}$  –

При этом коэффициент теплопередачи  $K_{\delta}$  для обеих частей бортов можно принять одинаковыми.

При расчете теплопритока через борта следует обратить внимание, что одна часть бортов омывается забортной водой, а другая наружным воздухом. Температурные напоры  $\Delta t$  для них будут разными. Значения для надводной  $Q_{n.\delta}$  и подводной  $Q_{n.\delta}$  частей бортов вычисляются отдельно.

Значение температурных напоров зависят от района плавания судна (таблица 8) и рода перевозимого груза. Во всех трюмах рефрижератора предполагается транспортирование одного и того же заданного груза, режим перевозки которого может быть принят по данным таблицы 9.

Температура воздуха в машинном отделении судна может быть принята на  $5...12^{\circ}\text{C}$  выше температуры  $t_n$ , а температура в форпике, ахтерпике и коффердаме, расположенном между первым и вторым или вторым и третьим трюмами, - как средняя арифметическая между значениями  $t_n$  (температура наружного воздуха) и  $t_e$  (температура воды).

Так как  $t_e < t_n$ , то из-за высокой теплопроводности стали температура наружной обшивки надводного борта  $t_{обш.\delta}$  устанавливается ниже  $t_n$ . Значение средней температуры  $t_{обш.\delta}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) без учета влияния солнечной радиации можно рассчитать по формуле

$$t_{обш.\delta} = \frac{F_{n.\delta} \cdot t_n + F_{n.\delta} \cdot t_e}{F_{n.\delta} + F_{n.\delta}}$$

где  $F_{н.б.}$  и  $F_{п.б.}$  – соответственно площади теплопередающих поверхностей надводного и подводного борта,  $m^2$ .

При определении теплопритоков через главную палубу  $Q_{п.м.}$  и один из бортов следует учитывать влияние солнечной радиации на температуру обшивки облучаемых поверхностей (оба борта одновременно облучаться не могут). С этой целью в формуле температурных напоров через ограждения вместо температуры  $t_n$  для палубы судна и температуры облученной обшивки борта  $t_{обш.б.}$  для надводной части следует подставлять соответствующую температуру обшивки облученной поверхности главной палубы  $t_{обш.п.}$  и среднюю температуру обшивки облученного борта  $t_{обш.обл.}$ .

Значение температуры  $t_{обш.обл.}$  ( $^{\circ}C$ ) с учетом влияния теплового потока вычисляется по формуле

$$t_{обш.обл.} = \frac{F_{н.б.} \cdot t_{обл} + F_{п.б.} \cdot t_{в.}}{F_{н.б.} + F_{п.б.}}$$

где  $t_{обл.}$ - температура облученной поверхности борта,  $^{\circ}C$ .

где  $\Delta t_{р.б.}$ - дополнительный температурный напор для борта, обусловленный солнечной радиацией,  $^{\circ}C$ .

$$t_{обл} = t_n + \Delta t_{р.б.}$$

Значения температуры обшивки облученной поверхности главной палубы

$$t_{обш.п.} = t_n + \Delta t_{р.п.}$$

где  $\Delta t_{р.п.}$ - дополнительный температурный напор для палубы, обусловленный солнечной радиацией,  $^{\circ}C$ .

Температурный напор для борта и для палубы, обусловленный солнечной радиацией

$$\Delta t_p = \frac{\varepsilon_n \cdot I}{\alpha_n}$$

где  $\varepsilon_n$ - коэффициент поглощения лучистой энергии (для белой краски 0,12...0,3, для черной 0,97...0,99);

$I$  - суммарная интенсивность солнечной радиации;

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи со стороны наружного воздуха, ( $\alpha_n = 29 \text{ Вт}/m^2 \cdot K$ ).

Для вертикальной поверхности -  $I_z=198Bm/m^2$ , для - горизонтальной поверхности  $I_6=337Bm/m^2$ .

Дополнительный теплоприток через изолированную крышку люка определяется по формуле:

$$Q_l = 0,17 \cdot Q_{\text{пилл.}}$$

где  $Q_{\text{пилл.}}$  - тепловой поток через пиллерс.

$$Q_{\text{пилл.}} = 10^{-3} \cdot n_n \cdot q_n \cdot (\Delta t_z + \Delta t_n),$$

где  $n_n$  - число пиллерсов;

$q_n$  - удельный тепловой поток,  $Bm/c$ ;

$\Delta t_z$  - температурный напор со стороны головки пиллерса,  $^{\circ}C$ ;

$\Delta t_n$  - температурный напор со стороны ножки пиллерса,  $^{\circ}C$ .

Считая, что трюм снабжен одним люком, число пиллерсов в нем можно принять  $n_n=4$ .

Удельный тепловой поток примем  $q_n=0,9Bm/m^2$ .

$$\Delta t_z = t_n - \theta.$$

$$\Delta t_n = t_6 - \theta.$$

Общий теплоприток для каждого трюма через внешние ограждения

$$Q_1^i = Q_{n.m.} + Q_{n.б.} + Q_{n.б.}^{обл} + 2 \cdot Q_{n.б.} + Q_{\text{неп}1} + Q_{\text{неп}2} + Q_l$$

#### 4.2. Теплоприток с вентиляционным воздухом

При вентиляции трюма загрязненный охлажденный воздух заменяется свежим наружным, который приносит с собой теплоту и влагу. Теплоприток с вентиляционным воздухом определяется по формуле

$$Q_2 = V_1 \cdot \rho_0 \frac{(h_n - h_0) \cdot n}{24 \cdot 3600}.$$

где  $V_1$  - вместимость рефрижераторного трюма,  $m^3$ ;

$\rho_0$  - плотность воздуха в трюме,  $кж/м^3$ ; (Таблица 10).

$h_n, h_0$  – энтальпия наружного и охлажденного воздуха в трюме,  $кДж/кг$ ; Определяются по  $h-d$  диаграмме влажного воздуха (приложение 2) по заданным температурам и влажности воздуха.

$n$  – суточная кратность вентиляционного воздухообмена в трюме, определяемая режимом перевозки заданного груза (принимается по таблице 9).

### 4.3 Теплоприток от работающих механизмов

Этот теплоприток эквивалентен мощности механизмов, передаваемой ими в процессе работы воздуху. Он определяется по формуле

$$Q_3 = \frac{z \cdot \psi \cdot N}{24}.$$

где  $z$  – время работы вентиляторов воздухоохладителей в сутки,  $z=(18...20)ч$ ;

$\psi$  – коэффициент одновременности работы механизмов ( $\psi=1$ );

$N$  – суммарная мощность вентиляторов воздухоохладителей.

$$N=(N_{yв}+N_{yn}) \cdot G_z.$$

где  $N_{yв}$  – удельная мощность вентиляторов (Таблица 11),  $Вт$ ;

$N_{yn}$  – удельная мощность рассольного насоса (Таблица 11),  $Вт$ ;

$G_z$  – грузовместимость трюма, т.

$$G_z = \frac{V}{v_z}.$$

где  $V$  – объем трюма,  $м^3$ ;

$v_z$  – удельный погрузочный объем,  $м^3/м$ .

### 4.4 Теплоприток с грузом, поступившим на судно

Теплоприток с грузом, поступившим на судно определяется по формуле

$$Q_4 = \frac{G_{om} \cdot (h_{om} - h_{z.o}) + G_m \cdot c_m \cdot (t_{om} - \theta)}{24 \cdot z_n}.$$

где  $G_{om}$  – масса отепленного груза, кг;  
 $h_{om}, h_{z.o}$  – удельные энтальпии отепленного груза и груза при температуре  $\theta$  (принимаются по таблице 12);  
 $G_m$  – масса тары, кг;  
 $c_m$  – теплоемкость тары,  $c_m = 2600$  (кДж/(кг·К));  
 $t_{om}$  – температура отепленного груза, °С;  
 $z_n$  – время домораживания или доохлаждения груза,  
 $z_n = (24 \dots 48)$  ч.

$$G_{om} = 1000 \cdot (G_z - G_m).$$

$$G_m = 0,10 \cdot G_z \cdot 1000$$

$$t_{om} = \theta + 2.$$

При расчете холодопроизводительности СХУ пренебрегаем значением теплопритоков от освещения и от работающих в охлажденном помещении людей.

### 5.5 Потребная холодопроизводительность охлаждающих приборов и компрессоров.

Полная холодопроизводительность судовой холодильной машины, представляющей собой тепловую нагрузку на ее компрессор, с учетом требований Правил Российского Речного Регистра по определяется по формуле

$$Q_{ок} = 24 \cdot b_x \cdot \frac{Q_0}{z_k}$$

где  $b_x$  – коэффициент запаса холодопроизводительности,  
 $b_x = 1,1$ ;

$z_k$  – время работы холодильных компрессоров в течении суток,  $z_k = 24$ .



## 5. Система охлаждения и способ холодоснабжения трюмов, принципиальная блок-схема СХУ, расчет теоретического цикла холодильной машины.

### 5.1 Система охлаждения и способ холодоснабжения трюмов.

В данном разделе рекомендуется рассмотреть существующие системы охлаждения рефрижераторных судов, их преимуществ и недостатки, а также обосновать применяемую систему охлаждения трюмов (1, 2).

### 5.2 Принципиальная блок-схема СХУ.

В данном разделе необходимо изобразить применяемую схему охлаждения трюмов и описать принцип ее работы (1, 2).

### 5.3 Расчет теоретического цикла холодильной машины.

Перед построением теоретического цикла необходимо найти значения определяющих его температур хладагента: кипения  $t_0$ , конденсации  $t_k$ , переохлаждения жидкости  $t_{нож}$  перед дросселирующим клапаном и всасываемых паров  $t_{вс}$  перед компрессором. При этом надо руководствоваться следующими рекомендациями.

Значение  $t_0$  зависит от температуры  $\theta$  и типа системы охлаждения:  $t_0 = \theta - \Delta t_0$ ,

где  $\Delta t_0$  – температурный напор между кипящим в испарителе хладагентом и воздухом трюма.

Для воздушной системы охлаждения с непосредственным воздухоохладителем  $\Delta t_0 = (8...12) ^\circ C$ , для воздушной системы охлаждения с рассольным воздухоохладителем  $\Delta t_0 = (15...17) ^\circ C$ , для батарейной рассольной системы охлаждения  $\Delta t_0 = (13...16) ^\circ C$ , для батарейной непосредственной системы охлаждения  $\Delta t_0 = (10...15) ^\circ C$ . Здесь большие значения соответствуют установке меньшей холо-

допроизводительности и высоким температурам охлаждаемых помещений ( $\theta \geq 0^\circ C$ ).

В холодильных машинах, обслуживающих трюмы рефрижераторных судов, конденсатор охлаждается забортной водой. В этом случае температура конденсации  $t_k = t_e + (6 \dots 8)^\circ C$ .

Температура паров хладагента во всасывающей трубке компрессора определяется по формуле  $t_{ec} = t_0 + \Delta t_{n.n.}$

где  $\Delta t_{n.n.}$  – перегрев паров, всасываемых компрессором.

Пренебрегая изменением состояния хладагента во всасывающем трубопроводе, можно считать, что этот перегрев в цикле без регенерации теплоты осуществляется только в испарителе ( $\Delta t_{n.n.} = \Delta t_{n.n.}^u$ ), а в цикле с регенерацией в общем случае в испарителе и регенеративном теплообменнике  $\Delta t_{n.n.} = (\Delta t_{n.n.}^u + \Delta t_{n.n.}^m) = (10 \dots 30)^\circ C$ . Причем более высокие температуры перегрева в регенеративном теплообменнике соответствуют большей разнице температур  $t_k - t_0$ .

Перегрев паров в испарителях трюмных воздухоохладителей можно принять  $\Delta t_{n.n.}^u = (1 \dots 3)^\circ C$ , в испарительных батареях непосредственного охлаждения  $\Delta t_{n.n.}^m = (2 \dots 5)^\circ C$ .

При  $t_0 > 0^\circ C$  можно принять  $\Delta t_{n.n.}^m \leq 15^\circ C$ , при  $t_0 \leq 0^\circ C$  -  $\Delta t_{n.n.}^m \leq (15 \dots 30)^\circ C$ .

В современных СХУ переохлаждение жидкого хладагента осуществляется забортной водой в конденсаторе и холодильными парами хладагента за счет их перегрева в регенеративном теплообменнике.

Температура переохлаждения в конденсаторе определяется как

$$t_{пж}^k = t_k - \Delta t_{пж},$$

где  $\Delta t_{пж}$  – переохлаждение жидкого хладагента, значение которого зависит от того, чем и в каком аппарате оно осуществляется.

Для переохлаждения водой в конденсаторе

$$t_{пж}^k = t_e + (4 \dots 5)^\circ C.$$

Состояние переохлажденного жидкого хладагента перед дроссельным клапаном  $t_{пж}^T$  определяется из уравнения теплового баланса регенеративного теплообменника. Этот баланс, если пренебречь теплообменом с наружным воздухом, выражает условие регенерации в регенеративном теплообменнике – равенство количества теп-

лоты, отданной теплой жидкостью в процессе переохлаждения и полученной холодными парами в процессе перегрева. Поскольку теплоемкость жидкости больше теплоемкости пара, то

$$t_{пж}^к - t_{пж}^т < t_{пп}^т - t_{пп}^и$$

В работе необходимо привести рисунок с изображением в осях  $T-s$  и  $h-lgP$  расчетного теоретического цикла холодильной машины, где следует обозначить все точки, характеризующие состояние хладагента на входе в компрессор, теплообменные аппараты, дроссельный клапан, и на выходе из них, все изотермы, изобары  $p_0$  и  $p_k$ .

Для последующих расчетов целесообразно, пользуясь диаграммой, в которой построен теоретический цикл, составить таблицу основных параметров хладагента в характерных точках цикла.

Параметры состояния холодильного агента в характерных точках теоретического цикла.

| Точки цикла | Параметры       |               |                   |                       |
|-------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------------|
|             | Температура, °C | Давление, МПа | Энтальпия, кДж/кг | Удельный объем, м³/кг |
|             |                 |               |                   |                       |
|             |                 |               |                   |                       |
|             |                 |               |                   |                       |

Параметры состояния хладагента в характерных точках теоретического цикла определяют по  $T-s$  или  $p-h$  диаграммам заданного хладагента (приложение 2).

Пример построения такой таблицы и изображение цикла с регенерацией теплоты в  $T-s$  и  $p-h$  координатах, при работе на хладагенте  $R22$ , при температурах  $t_0=0^{\circ}C$  и  $t_k=40^{\circ}C$ , приведен ниже. Точками обозначены следующие состояния хладагента:

1' – на выходе паров из испарителя – входе в регенеративный теплообменник ( $p_0, t_{пп}^и$ );

1 – на выходе паров из регенеративного теплообменника – входе в компрессор ( $p_0, t_{вс}$ );

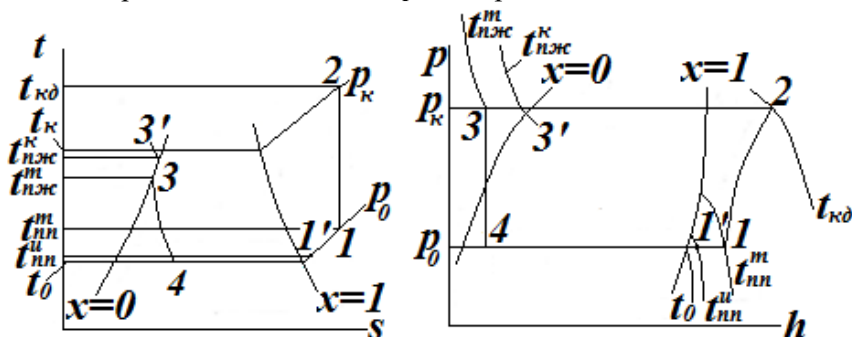
2 – на выходе паров из конденсатора – входе в конденсатор ( $p_k, t_{кд}$ );

3' – на выходе жидкого хладагента из конденсатора – входе в регенеративный теплообменник ( $p_k, t_{пж}^k$ );

3 – на выходе жидкости из регенеративного теплообменника – входе в дроссельный клапан ( $p_k, t_{пж}^T$ );

4 – на выходе из дроссельного клапана – входе в испаритель ( $p_0, t_0$ ).

Изображение цикла в  $T-s$  и  $p-h$  координатах



Параметры состояния хладагента в характерных точках теоретического цикла

| Точки цикла | Параметры       |               |                   |                       |
|-------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------------|
|             | Температура, °C | Давление, МПа | Энтальпия, кДж/кг | Удельный объем, м³/кг |
| 1'          | 1               | 0,495         | 605               | 0,05                  |
| 1           | 15              | 0,495         | 617               | 0,055                 |
| 2           | 73              | 1,5           | 647               | 0,019                 |
| 3'          | 38              | 1,5           | 448               | -                     |
| 3           | 28              | 1,5           | 436               | -                     |
| 4           | 0               | 0,495         | 436               | 0,016                 |

Расчет теоретического цикла холодильной машины предполагает определение:

1. Удельной массовой холодопроизводительности, (кДж/кг)

$$q_0 = h_1 - h_4,$$

где  $h_1$  – энтальпия хладагента на входе в компрессор (кДж/кг),

$h_4$  – энтальпия хладагента на входе в испаритель (кДж/кг).

2. Удельной работы компрессора, (кДж/кг)

$$l_k = h_2 - h_1,$$

где  $h_2$  – энтальпия хладагента на выходе из компрессора (кДж/кг).

3. Теоретического холодильного коэффициента

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l_k}.$$

4. Массового расхода циркулирующего в машине хладагента, (кг/с)

$$G_0 = \frac{Q_{ок}}{q_0}.$$

5. Теоретической мощности холодильного компрессора, (Вт).

$$N_T = G_0 \cdot l_k.$$

6. Объемной подачи, ( $M^3/с$ )

$$V_0 = v_1 \cdot G_0,$$

где  $v_1$  – удельный объем хладагента на входе в компрессор ( $M^3/кг$ ).

## 6. Основное оборудование СХУ

Состав оборудования СХУ определяется требованиями “Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания. т.2”. В курсовой работе можно ограничиться подбором главных элементов основного оборудования: компрессора, конденсатора, рассольного испарителя, охлаждающей батареи и насоса обслуживающих СХУ при рассольной системе охлаждения;

### 6.1 Холодильные компрессоры

По диапазону значений холодопроизводительности и режимам работы в СХУ речных судов целесообразно использовать поршневые и винтовые компрессоры. Для выбора компрессора можно использовать таблицу 13. В таблице 14 приведены основные характе-

ристики компрессоров. На рис.б...14 представлены зависимости подачи и мощность потребляемые компрессорами.

Холодильный компрессор выбирается по рабочему объему или по табличному значению номинальной холодопроизводительности для стандартизированного температурного режима.

Рабочий объему рассчитывается по уравнению

$$V_p = \frac{V_0}{\lambda_p}.$$

где  $V_0$  - объемная подача ( $\mathcal{M}^3/c$ ),

$\lambda_p$  – коэффициент подачи.

Коэффициент подачи учитывает все притоки и определяется по формуле

$$\lambda_p = \lambda_0 \cdot \lambda_{dp} \cdot \lambda_n \cdot \lambda_{nl},$$

где  $\lambda_0$  – коэффициент объемных потерь,

$\lambda_{dp}$  – коэффициент дросселирования,

$\lambda_n$  – коэффициент подогрева,

$\lambda_{nl}$  - коэффициент неплотности.

Коэффициент объемных потерь определяется по уравнению

$$\lambda_0 = 1 - c \left[ \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right].$$

где  $c$  – относительный объем вредного пространства (пространство между клапанной плитой и поршнем при его крайнем верхнем положении) ( $c=0,025...0,03$ ),

$n$  – показатель политропы расширения пара из вредного пространства. Для паровых компрессоров  $n=1$ .

Коэффициент дросселирования для хладоновых компрессоров  $\lambda_{dp}=0,93...0,99$ .

Потери, возникающие из-за теплообмена при всасывании учитываются коэффициентом подогрева, который определяется по формуле

$$\lambda_n = \frac{t_0 + 273}{t_k + 273}.$$

Объемные потери, вызываемые протечками через неплотности клапанов, поршней, сальника компрессора учитывается коэффициентом неплотности, находящимся в пределах  $\lambda_{nl}=0,96...0,98$ .

Номинальная холодопроизводительность компрессора в стандартном режиме (кВт) и мощность, потребляемую электродвигателем, в зависимости от температурного режима работы холодильной машины (значений температур  $t_0$  и  $t_k$ ), можно определить по рис. 6...16.

## 6.2 Теплообменные аппараты

К теплообменным аппаратам основного оборудования холодильных установок рефрижераторных судов относятся конденсаторы, рассольные испарители, трюмные охлаждающие приборы – воздухоохладители или охлаждающие батареи. Их подбирают по наибольшей площади теплообменной поверхности, которая в общем случае рассчитывается по формуле

$$F_{m.a} = \frac{10^3 \cdot Q_{m.a} \cdot \eta_{m.a}}{q_{Fm.a}}$$

где  $F_{m.a}$  – площадь теплообменной поверхности соответствующего аппарата, для ребристых аппаратов с учетом площади ребер,  $m^2$ ;

$Q_{m.a}$  – тепловой поток в аппарате (его тепловая нагрузка),  $kW$ ;

$q_{Fm.a}$  – поверхностная плотность теплового потока в аппарате (тепловая нагрузка  $1m^2$  площади теплообменной поверхности),  $W/m^2$ ;

$\eta_{m.a}$  – коэффициент запаса теплообменной поверхности на заглушение (отключение) части теплообменных трубок из-за их повреждения. Для конденсаторов  $\eta_{m.a}=1,05...1,1$ . Для рассольного испарителя  $\eta_{m.a}=1,05...1,15$ . Для воздухоохладителя  $\eta_{m.a}=1,1...1,21$ . Для охлаждающей батареи воздухоохладителя  $\eta_{m.a}=1,15...1,25$ .

## 6.2.1 Конденсаторы

В СХУ обычно применяются горизонтальные кожухотрубные конденсаторы, охлаждаемые заборной водой.

Тепловой поток, отводимый в конденсаторе, определяется по выражению  $Q_k = Q_{m.a} = Q_{ок} + N_i$ .

где  $Q_{ок}$  – холодопроизводительность компрессора, работающего на рассчитываемый конденсатор, кВт;

$N_i$  – индикаторная мощность компрессора с внешним приводом, кВт.

$$N_i = \frac{N_t}{\eta_i}$$

где  $\eta_i$  – индикаторный к.п.д.,  $\eta_i = 0,81 \dots 0,85$ .

Поверхностная плотность теплового потока в конденсаторе может быть принята  $q_{Fm.a} = 3500 \dots 4000 \text{ Вт/м}^2$ .

Основные технические данные горизонтальных кожухотрубных конденсаторов представлены в таблице 15.

## 6.2.2 Рассольные испарители

В формуле для расчета площади  $F_{ma}$  теплообменной поверхности испарителя тепловой поток в нем принимается равным

$$Q_u = Q_{m.a} = (1,05 \dots 1,15) \cdot Q_{ок}$$

где  $Q_{ок}$  – холодопроизводительность рассольных батарей, работающего обслуживаемых данным испарителем, кВт;

1,05...1,15 – коэффициент, учитывающий теплопритоки в рассольную систему от наружного воздуха.

Поверхностная плотность теплового потока в испарителе может быть принята  $q_{Fm.a} = 1100 \dots 1300 \text{ Вт/м}^2$ .

Основные технические данные испарителей представлены в таблице 16.

## 6.2.3 Воздухоохладители

Тепловой поток, необходимый для расчета площади теплообменной поверхности, определяется по формуле



$$Q_{\text{го}} = Q_{\text{ма}} = \frac{Q^{\text{мп}}}{h_{\text{го}}}.$$

где  $Q^{\text{мп}}$  – холодопроизводительность обслуживаемого трюма, кВт,

$h_{\text{го}}$  – число воздухоохлаждателей, устанавливаемых в трюме,  
 $h_{\text{го}}=1...4$ .

Поверхностная плотность теплового потока в воздухоохладителе непосредственного охлаждения с ребристыми трубками равна  $q_{F_{\text{м.а}}}=2300...460 \text{ Вт/м}^2$ .

Основные технические данные низкотемпературных воздухоохлаждателей представлены в таблицах 17...19.

#### 6.2.4 Охлаждающие батареи

Охлаждающие батареи изготавливаются одно или двухрядными сварными змеевиковыми секциями из гладких или оребренных стальных труб с наружным диаметром  $d=57\text{мм}$  и толщиной стенки  $3,5\text{мм}$ .

Тепловой поток в охлаждающих батареях (их холодопроизводительность) входящая в формулу для расчета  $F_{\text{м.а}}$  равен холодопроизводительности обслуживаемого ими трюма  $Q_{\text{об}}=Q_{\text{ма}}=Q^{\text{мп}}$ .

По площади  $F_{\text{м.а}}$  ( $\text{м}^2$ ) определяется суммарная длина труб ( $\text{м}$ ) рассольных батарей

$$L_{\text{б}} = \frac{F_{\text{ма}}}{f}.$$

где  $f$ – площадь трубы (гладкой или оребренной) длиной  $1\text{м}$ ,  $\text{м}^2/\text{п.м}$ .  $f=\pi \cdot d$ .

Задаваясь длиной тру в одной батарее  $l_{\text{б}}$  (обычно не более  $200...250\text{м}$ ), рассчитывают число батарей в трюме

$$n_{\text{б}} = \frac{L_{\text{б}}}{l_{\text{б}}}.$$

### 6.3 Насос забортной воды

Насосы в составе холодильных установок, обслуживающих трюмы рефрижераторных судов, обеспечивают циркуляцию забортной воды через конденсаторы и рассола по системе хладоносителя. Независимо от принятого способа охлаждения трюмов водяные насосы целесообразно подбирать так, чтобы они централизованно обеспечивали подачу забортной воды для всех холодильных машин судна.

Подача насоса рассчитывается по формуле

$$Q_u = \frac{3600 \cdot Q_k}{\rho_w \cdot c_w \cdot \Delta t_w} \left( \frac{M^3}{ч} \right).$$

где  $\rho_w$  – плотность воды,  $\rho_w = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$c_w$  – теплоемкость воды,  $c_w = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ ;

$\Delta t_w$  – изменение температуры воды в теплообменном аппарате,  $\Delta t_w = 3 \dots 5^\circ\text{C}$ .

Основные технические данные насосов приведены в таблице 20.

### 6.4 Насос для рассола

Подача насоса рассчитывается по формуле

$$Q_u = \frac{3600 \cdot Q_u}{\rho_r \cdot c_r \cdot \Delta t_r} \left( \frac{M^3}{ч} \right).$$

где  $\rho_r$  – плотность рассола;

$c_r$  – теплоемкость рассола;

$\Delta t_r$  – изменение температуры рассола в рассольном испарителе,  $\Delta t_r = 2 \dots 3^\circ\text{C}$ .

По допустимой температуре застывания рассола ( $^\circ\text{C}$ )  $t_3 = \theta - 8$  выбрать содержание соли в рассоле, температуру замерзания, плотность и теплоемкость рассола.

Основные технические данные насосов приведены в таблице 20.

## 6.5 Вентилятор

Вентиляторы СХУ в воздушных системах охлаждения обеспечивают циркуляцию воздуха в контуре воздухоохладитель-трюм.

Подача вентиляторов воздухоохладителей рассчитывается по формуле

$$V_n = \frac{3600 \cdot Q_{\text{во}}}{\rho_0 \cdot (h_{\text{вх}} - h_{\text{вых}})} \left( \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right).$$

где  $\rho_0$  – плотность воздуха в трюме; ; (Таблица 10).

$h_{\text{вх}}$  – энтальпия воздуха поступающего в воздухоохладитель;

$h_{\text{вых}}$  – энтальпия воздуха выходящего из воздухоохладителя.

Температуру воздуха поступающего в воздухоохладитель принять равной температуре в трюме, а выходящей из воздухоохладителя на 2...5<sup>0</sup>С меньше. Изменением влажности воздуха при этом пренебречь.

Энтальпии воздуха принять по  $h-d$  диаграмме влажного воздуха (приложение 2).

## 6.6 Энергоемкость и электродвигатели СХУ

Основными потребителями электроэнергии в СХУ является компрессор, насосы и вентиляторы. Мощность потребляемая из сети электродвигателями этих механизмов, в общем случае определяется как

$$N_{\text{э}} = \frac{N_e}{\eta_n \cdot \eta_{\text{эд}}} (\text{кВт}).$$

где  $N_e$  – эффективная мощность механизма, кВт;

$\eta_n$  – к.п.д. передачи;

$\eta_{\text{эд}}$  – к.п.д. электродвигателя.

Для компрессоров  $\eta_n = 0,96...0,99$ . В СХУ насосы и вентиляторы, как правило, приводятся непосредственно от электродвигателей.

Поэтому для них можно принять  $\eta_n = 1$ .

Номинальный к.п.д. электродвигателей компрессоров может быть принят равным 0,78...0,84, электродвигателей насосов и вентиляторов 0,8...0,9.

Эффективная мощность компрессора может быть подсчитана по формуле

$$N_e = \frac{N_t}{\eta_e} (\text{кВт}).$$

где  $N_t$  – теоретическая мощность компрессора, которая определяется в расчете теоретического цикла, кВт;

$\eta_e$  – эффективный к.п.д.,  $\eta_e=0,8...0,95$ .

В заключении следует определить электрический холодильный коэффициент, который характеризует ее энергетическую эффективность

$$\varepsilon_{\text{хх}} = \frac{\sum Q_i^{mp}}{\sum N_э} (\text{кВт}).$$

где  $\sum Q_i^{mp}$  – суммарная расчетная холодопроизводительность, кВт;

$\sum N_э$  – суммарная мощность, потребляемая из сети электродвигателями ее основных механизмов, кВт.

### Библиографический список

1. Варечкин, Ю.В. Судовые холодильные установки Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2021. – 115 с.
2. Нестеров, Ю.Ф. Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха М.: Транспорт, 1991. – 229с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 2. Исходные данные для расчета холодильной установки

| Вариант | Тип судна | Район плавания           | Груз                 | Теплоизоляционный материал | Хладагент |
|---------|-----------|--------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|
| 1       | 2         | 3                        | 4                    | 5                          | 6         |
| 1       | 0         | Центральный бассейн      | Баранина охлажденная | ПХВ-1                      | R12       |
| 2       | I         | Южный бассейн            | Говядина охлажденная | ФС-7                       | аммиак    |
| 3       | II        | Северный бассейн         | Свинина охлажденная  | ППУ-3                      | R410A     |
| 4       | III       | Северо-Западный бассейн  | Птица охлажденная    | ФК-20                      | R407A     |
| 5       | IV        | Бассейн реки Обь         | Баранина мороженная  | ФРП-2                      | R404A     |
| 6       | V         | Бассейн реки Иртыш       | Говядина мороженная  | ПС-4                       | R134A     |
| 7       | VI        | Бассейн реки Енисей      | Свинина мороженная   | ПСБС                       | R12       |
| 8       | VII       | Бассейн реки Ангара      | Птица мороженная     | ПСБС                       | аммиак    |
| 9       | VIII      | Бассейн Байкала          | Рыба охлажденная     | ППУ-3Н                     | R410A     |
| 10      | IX        | Бассейн реки Лена        | Рыба мороженная      | ППУ-17Н                    | R407A     |
| 11      | 0         | Бассейн реки Амур        | Масло сливочное      | ППУ-Э                      | R404A     |
| 12      | I         | Бассейн Каспийского моря | Сыр                  | АТИМС-10                   | R134A     |
| 13      | II        | Бассейн Черного моря     | Яйца                 | Пробковая плита            | R12       |
| 14      | III       | Бассейн Азовского моря   | Картофель            | Альфоль                    | аммиак    |

Продолжение табл. 2

| 1  | 2    | 3                        | 4                    | 5         | 6      |
|----|------|--------------------------|----------------------|-----------|--------|
| 15 | IV   | Бассейн Балтийского моря | Огурцы свежие        | Альфолеум | R410A  |
| 16 | V    | Бассейн Белого моря      | Помидоры             | ПХВ-2     | R407A  |
| 17 | VI   | Центральный бассейн      | Лук репчатый         | ПУ-101    | R404A  |
| 18 | VII  | Южный бассейн            | Морковь              | ФФ        | R134A  |
| 19 | VIII | Северный бассейн         | Свекла               | ФРП-1     | R12    |
| 20 | IX   | Северо-Западный бассейн  | Капуста              | ПС-1      | аммиак |
| 21 | 0    | Бассейн реки Обь         | Абрикосы             | ПСБ       | R410A  |
| 22 | I    | Бассейн реки Иртыш       | Апельсины            | ППУ-3С    | R407A  |
| 23 | II   | Бассейн реки Енисей      | Виноград             | ППУ-9Н    | R404A  |
| 24 | III  | Бассейн реки Ангара      | Бананы               | ППУ-304Н  | R134A  |
| 25 | IV   | Бассейн Байкала          | Яблоки               | РИПОР     | R12    |
| 26 | V    | Бассейн реки Лена        | Груши                | АТИМС-5   | аммиак |
| 27 | VI   | Бассейн реки Амур        | Сливы                | Термофоль | R410A  |
| 28 | VII  | Бассейн Каспийского моря | Персики              | АТИМС-15  | R407A  |
| 30 | IX   | Бассейн Азовского моря   | Баранина охлажденная | ПХВ-1     | R134A  |

Продолжение табл. 2

| 1  | 2    | 3                              | 4                       | 5                  | 6      |
|----|------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--------|
| 29 | VIII | Бассейн<br>Черного моря        | Лимоны                  | ПМ                 | R404A  |
| 31 | 0    | Бассейн<br>Балтийского<br>моря | Говядина<br>охлажденная | ФС-7               | R12    |
| 32 | I    | Бассейн<br>Белого моря         | Свинина<br>охлажденная  | ППУ-3              | аммиак |
| 33 | II   | Центральный<br>бассейн         | Птица<br>охлажденная    | ФК-20              | R410A  |
| 34 | III  | Южный<br>бассейн               | Баранина<br>мороженная  | ФРП-2              | R407A  |
| 35 | IV   | Северный<br>бассейн            | Говядина<br>мороженная  | ПС-4               | R404A  |
| 36 | V    | Северо-<br>Западный<br>бассейн | Свинина<br>мороженная   | ПСБС               | R134A  |
| 37 | VI   | Бассейн<br>реки Обь            | Птица<br>мороженная     | ПСБС               | R12    |
| 38 | VII  | Бассейн<br>реки Иртыш          | Рыба<br>охлажденная     | ППУ-3Н             | аммиак |
| 39 | VIII | Бассейн реки<br>Енисей         | Рыба<br>мороженная      | ППУ-17Н            | R410A  |
| 40 | IX   | Бассейн<br>реки Ангара         | Масло<br>сливочное      | ППУ-Э              | R407A  |
| 41 | 0    | Бассейн<br>Байкала             | Сыр                     | АТИМС-10           | R404A  |
| 42 | I    | Бассейн<br>реки Лена           | Яйца                    | Пробковая<br>плита | R134A  |
| 43 | II   | Бассейн<br>реки Амур           | Картофель               | Альфоль            | R12    |
| 44 | III  | Бассейн<br>Каспийского<br>моря | Огурцы<br>свежие        | Альфолеум          | аммиак |
| 45 | IV   | Бассейн<br>Черного моря        | Помидоры                | ПХВ-2              | R410A  |

Продолжение табл. 2

| 1  | 2    | 3                        | 4                    | 5         | 6      |
|----|------|--------------------------|----------------------|-----------|--------|
| 46 | V    | Бассейн Азовского моря   | Лук репчатый         | ПУ-101    | R407A  |
| 47 | VI   | Бассейн Балтийского моря | Морковь              | ФФ        | R404A  |
| 48 | VII  | Бассейн Белого моря      | Свекла               | ФРП-1     | R134A  |
| 49 | VIII | Центральный бассейн      | Капуста              | ПС-1      | R12    |
| 50 | IX   | Южный бассейн            | Абрикосы             | ПСБ       | аммиак |
| 51 | 0    | Северный бассейн         | Апельсины            | ППУ-3С    | R410A  |
| 52 | I    | Северо-Западный бассейн  | Виноград             | ППУ-9Н    | R407A  |
| 53 | II   | Бассейн реки Обь         | Бананы               | ППУ-304Н  | R404A  |
| 54 | III  | Бассейн реки Иртыш       | Яблоки               | РИПОР     | R134A  |
| 55 | IV   | Бассейн реки Енисей      | Груши                | АТИМС-5   | R12    |
| 56 | V    | Бассейн реки Ангара      | Сливы                | Термофоль | аммиак |
| 57 | VI   | Бассейн Байкала          | Персики              | АТИМС-15  | R410A  |
| 58 | VII  | Бассейн реки Лена        | Лимоны               | ПМ        | R407A  |
| 59 | VIII | Бассейн реки Амур        | Баранина охлажденная | ПХВ-1     | R404A  |
| 60 | IX   | Бассейн Каспийского моря | Говядина охлажденная | ФС-7      | R134A  |



Продолжение табл. 2

| 1  | 2    | 3                              | 4                      | 5                  | 6      |
|----|------|--------------------------------|------------------------|--------------------|--------|
| 61 | 0    | Бассейн<br>Черного моря        | Свинина<br>охлажденная | ППУ-3              | R12    |
| 62 | I    | Бассейн<br>Азовского<br>моря   | Птица<br>охлажденная   | ФК-20              | аммиак |
| 63 | II   | Бассейн<br>Балтийского<br>моря | Баранина<br>мороженная | ФРП-2              | R410A  |
| 64 | III  | Бассейн<br>Белого моря         | Говядина<br>мороженная | ПС-4               | R407A  |
| 65 | IV   | Центральный<br>бассейн         | Свинина<br>мороженная  | ПСБС               | R404A  |
| 66 | V    | Южный<br>бассейн               | Птица<br>мороженная    | ПСБС               | R134A  |
| 67 | VI   | Северный<br>бассейн            | Рыба<br>охлажденная    | ППУ-3Н             | R12    |
| 68 | VII  | Северо-<br>Западный<br>бассейн | Рыба<br>мороженная     | ППУ-17Н            | аммиак |
| 69 | VIII | Бассейн<br>реки Обь            | Масло<br>сливочное     | ППУ-Э              | R410A  |
| 70 | IX   | Бассейн<br>реки Иртыш          | Сыр                    | АТИМС-10           | R407A  |
| 71 | 0    | Бассейн реки<br>Енисей         | Яйца                   | Пробковая<br>плита | R404A  |
| 72 | I    | Бассейн<br>реки Ангара         | Картофель              | Альфоль            | R134A  |
| 73 | II   | Бассейн<br>Байкала             | Огурцы<br>свежие       | Альфолеум          | R12    |
| 74 | III  | Бассейн<br>реки Лена           | Помидоры               | ПХВ-2              | аммиак |
| 75 | IV   | Бассейн<br>реки Амур           | Лук репча-<br>тый      | ПУ-101             | R410A  |

Продолжение табл. 2

| 1  | 2    | 3                        | 4         | 5      | 6      |
|----|------|--------------------------|-----------|--------|--------|
| 76 | V    | Бассейн Каспийского моря | Морковь   | ФФ     | R407A  |
| 77 | VI   | Бассейн Черного моря     | Свекла    | ФРП-1  | R404A  |
| 78 | VII  | Бассейн Азовского моря   | Капуста   | ПС-1   | R134A  |
| 79 | VIII | Бассейн Балтийского моря | Абрикосы  | ПСБ    | R12    |
| 80 | IX   | Бассейн Белого моря      | Апельсины | ППУ-3С | аммиак |

Таблица 3. Размер расчетного узла изоляции подволока, мм

| Вариант | Шпация $S$ | Высота набора $h_n$ | Ширина набора $b_n$ | Толщина изоляции под набором $l$ | Толщина зашивки $\delta_3$ |
|---------|------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1       | 2          | 3                   | 4                   | 5                                | 6                          |
| 1       | 600        | 240                 | 30                  | 35                               | 13                         |
| 2       | 900        | 280                 | 50                  | 55                               | 17                         |
| 3       | 700        | 260                 | 40                  | 45                               | 15                         |
| 4       | 1050       | 300                 | 60                  | 55                               | 19                         |
| 5       | 800        | 270                 | 45                  | 50                               | 16                         |
| 6       | 650        | 250                 | 35                  | 40                               | 14                         |
| 7       | 1000       | 300                 | 60                  | 55                               | 19                         |
| 8       | 800        | 270                 | 45                  | 50                               | 16                         |
| 9       | 900        | 280                 | 50                  | 55                               | 17                         |
| 10      | 1150       | 350                 | 65                  | 70                               | 20                         |
| 11      | 700        | 260                 | 40                  | 45                               | 15                         |
| 12      | 950        | 290                 | 55                  | 60                               | 18                         |
| 13      | 1000       | 300                 | 60                  | 55                               | 19                         |
| 14      | 600        | 240                 | 30                  | 35                               | 13                         |
| 15      | 900        | 280                 | 50                  | 55                               | 17                         |

Продолжение табл. 3

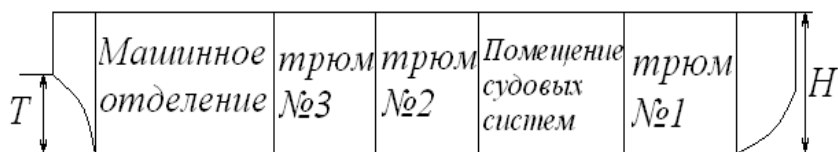
| 1  | 2    | 3   | 4  | 5  | 6  |
|----|------|-----|----|----|----|
| 16 | 750  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 17 | 1100 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 18 | 650  | 250 | 35 | 40 | 14 |
| 19 | 850  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 20 | 950  | 290 | 55 | 60 | 18 |
| 21 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 22 | 1050 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 23 | 750  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 24 | 1100 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 25 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 26 | 850  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 27 | 1150 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 28 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 29 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 30 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 31 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 32 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 33 | 1050 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 34 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 35 | 650  | 250 | 35 | 40 | 14 |
| 36 | 1000 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 37 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 38 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 39 | 1150 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 40 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 41 | 950  | 290 | 55 | 60 | 18 |
| 42 | 1000 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 43 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 44 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 45 | 750  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 46 | 1100 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 47 | 650  | 250 | 35 | 40 | 14 |
| 48 | 850  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 49 | 950  | 290 | 55 | 60 | 18 |
| 50 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |

Продолжение табл. 3

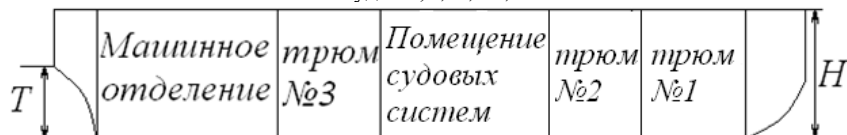
| 1  | 2    | 3   | 4  | 5  | 6  |
|----|------|-----|----|----|----|
| 51 | 1050 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 52 | 750  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 53 | 1100 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 54 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 55 | 850  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 56 | 1150 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 57 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 58 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 59 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 60 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 61 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 62 | 1050 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 63 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 64 | 650  | 250 | 35 | 40 | 14 |
| 65 | 1000 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 66 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 67 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 68 | 1150 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 69 | 700  | 260 | 40 | 45 | 15 |
| 70 | 950  | 290 | 55 | 60 | 18 |
| 71 | 1000 | 300 | 60 | 55 | 19 |
| 72 | 600  | 240 | 30 | 35 | 13 |
| 73 | 900  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 74 | 750  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 75 | 1100 | 350 | 65 | 70 | 20 |
| 76 | 650  | 250 | 35 | 40 | 14 |
| 77 | 850  | 280 | 50 | 55 | 17 |
| 78 | 950  | 290 | 55 | 60 | 18 |
| 79 | 800  | 270 | 45 | 50 | 16 |
| 80 | 1050 | 300 | 60 | 55 | 19 |

Таблица 4. Размеры трюмов

| Тип судна | Размеры трюма, м | Трюмы |      |      |
|-----------|------------------|-------|------|------|
|           |                  | №1    | №2   | №3   |
| 0         | Длина            | 17,0  | 18,0 | 19,0 |
|           | Ширина           | 8,0   | 8,0  | 8,0  |
|           | Высота           | 2,32  | 2,32 | 2,32 |
| I         | Длина            | 19,6  | 20,6 | 21,6 |
|           | Ширина           | 8,6   | 8,6  | 8,6  |
|           | Высота           | 3,29  | 3,29 | 3,29 |
| II        | Длина            | 22,0  | 23,2 | 22,4 |
|           | Ширина           | 9,2   | 9,2  | 9,2  |
|           | Высота           | 3,12  | 3,12 | 3,12 |
| III       | Длина            | 24,6  | 25,8 | 27,0 |
|           | Ширина           | 9,8   | 9,8  | 9,8  |
|           | Высота           | 2,82  | 2,82 | 2,82 |
| IV        | Длина            | 27,0  | 28,4 | 29,8 |
|           | Ширина           | 3,38  | 3,38 | 3,38 |
|           | Высота           | 3,1   | 3,1  | 3,1  |
| V         | Длина            | 29,0  | 31,0 | 33,0 |
|           | Ширина           | 11,0  | 11,0 | 11,0 |
|           | Высота           | 3,42  | 3,42 | 3,42 |
| VI        | Длина            | 32,0  | 33,6 | 35,2 |
|           | Ширина           | 11,6  | 11,6 | 11,6 |
|           | Высота           | 3,42  | 3,42 | 3,42 |
| VII       | Длина            | 36,0  | 36,2 | 36,4 |
|           | Ширина           | 12,2  | 12,2 | 12,2 |
|           | Высота           | 3,39  | 3,39 | 3,39 |
| VIII      | Длина            | 38,0  | 38,8 | 39,6 |
|           | Ширина           | 12,8  | 12,8 | 12,8 |
|           | Высота           | 3,35  | 3,35 | 3,35 |
| IX        | Длина            | 40,0  | 41,4 | 42,8 |
|           | Ширина           | 13,4  | 13,4 | 13,4 |
|           | Высота           | 3,3   | 3,3  | 3,3  |



Тип судна 0, I, II, III, IV



Тип судна V, VI, VII, VIII, IX

Рис. 5. К выбору типа судна

Таблица 5. Удельный погрузочный объем скоропортящихся грузов

| Продукты         | Удельный погрузочный объем, $m^3/m$ |
|------------------|-------------------------------------|
| 1                | 2                                   |
| Мясо охлажденное | 4,0...5,0                           |
| Мясо мороженное: |                                     |
| Баранина         | 3,1                                 |
| Говядина         | 2,5                                 |
| Свинина          | 2,8                                 |
| Птица            | 2,0...2,2                           |
| Рыба охлажденная | 2,0...4,2                           |
| Рыба мороженная  | 2,0...2,7                           |
| Масло сливочное  | 1,6...1,8                           |
| Сыр              | 1,7...2,0                           |
| Яйца             | 3,0...3,3                           |
| Картофель        | 2,01...2,21                         |
| Огурцы свежие    | 2,97                                |
| Помидоры         | 2,01...2,45                         |
| Лук репчатый     | 1,8...2,0                           |
| Морковь          | 2,0...2,3                           |
| Свекла           | 2,0...2,1                           |
| Капуста          | 1,7...1,9                           |
| Абрикосы         | 3,5...3,7                           |
| Апельсины        | 2,5...2,7                           |
| Виноград         | 3,96...4,25                         |

Продолжение табл. 5

| 1       | 2           |
|---------|-------------|
| Бананы  | 3,96...4,25 |
| Яблоки  | 2,2...2,6   |
| Груши   | 2,7...2,9   |
| Сливы   | 2,2...2,4   |
| Персики | 3,5...3,7   |
| Лимоны  | 2,4...2,7   |

Таблица 6. Значение коэффициент теплопроводности различных теплоизоляционных материалов

| Вид материала  | Марка  | Плотность,<br>$кг/м^3$ | Коэффициент<br>теплопроводности $\lambda$ ,<br>$Вт/м \cdot К$ |
|--|--------|------------------------|---|
| 1  | 2      | 3                      | 4   |
| Пенопласт полихлорвиниловый, плиточный                         | ПХВ-1  | 80...100               | 0,040...0,046   |
| Пенопласт полихлорвиниловый, плиточный                         | ПХВ-2  | 80...100               | 0,040...0,046   |
| Пенопласт фенольно-формальдегидовый, плиточный                 | ФС-7   | 100                    | 0,058   |
| Пенопласт полиуритановый, плиточный, заливочный или напыляемый | ПУ-101 | 100                    | 0,03  |
| Пенопласт полиуритановый, плиточный, заливочный или напыляемый | ППУ-3  | 45...60                | 0,024   |
| Пенопласт фенольно-формальдегидовый, плиточный                 | ФФ     | 170                    | 0,058   |

Продолжение табл. 6

| 1  | 2        | 3         | 4             |
|--|----------|-----------|---------------|
| Пенопласт фенольно-формальдегидовый, плиточный | ФК-20    | 180       | 0,46...0,06   |
| Пенопласт фенольно-резольный, заливочный       | ФРП-1    | 50...60   | 0,03...0,04   |
| Фенольно-резольная смола и добавки             | ФРП-2    | 60...150  | 0,032...0,044 |
| Пенопласт пенополистирольный                   | ПС-1     | 200       | 0,046...0,052 |
| Пенопласт пенополистирольный                   | ПС-4     | 60...80   | 0,046...0,052 |
| Пенополистирольная смола и добавки             | ПСБ      | 20        | 0,04          |
| Пенополистирольная смола и добавки             | ПСБС     | 20...25   | 0,032...0,035 |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-ЗС   | 100       | 0,032...0,036 |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-ЗН   | 150       | 0,032...0,038 |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-9Н   | 50...70   | 0,058         |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-17Н  | 40...70   | 0,035         |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-304Н | 40...65   | 0,046         |
| Смола полиуритановая и добавки                 | ППУ-Э    | 35...40   | 0,058         |
| “РИПОР” плиточный, заливочный или напыляемый   | РИПОР    | 30        | 0,023         |
| Пробковые плиты экспазит                       | экспазит | 160...180 | 0,046...0,052 |
| Маты стекловолокнистые                         | АТИМС-5  | 100       | 0,052         |



Продолжение табл. 6

| 1  | 2            | 3         | 4             |
|--|--------------|-----------|---------------|
| Маты стекловолокну-<br>стые                          | АТИМС-<br>10 | 95        | 0,052         |
| Маты стекловолокну-<br>стые                          | АТИМС-<br>15 | 90        | 0,052         |
| Плиты минераловат-<br>ные на синтетической<br>связке | ПМ           | 125       | 0,064         |
| Пробковая плита                                      |              | 200...250 | 0,052...0,058 |
| Альфоль  |              | 30        | 0,035...0,052 |
| Термофоль  |              | 30        | 0,035...0,052 |
| Альфолеум  |              | 30        | 0,035...0,052 |

Таблица 7. Коэффициенты теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К)

| Вари-<br>ант | Борта<br>$K_b$ | Перегородка           |   |   |                            |
|--------------|----------------|-----------------------|---|---|----------------------------|
|              |                | с<br>МКО<br>$K_{MCO}$ | с помеще-<br>нием су-<br>довых си-<br>стем $K_{CC}$ | с форпиком<br>и ахтерпи-<br>ком<br>$K_{\phi}$ | с кофер-<br>даном<br>$K_K$ |
| 1            | 2              | 3                     | 4   | 5   | 6                          |
| 1            | 0,29           | 0,44                  | 0,39  | 0,43  | 0,5                        |
| 2            | 0,41           | 0,48                  | 0,47  | 0,31  | 0,45                       |
| 3            | 0,46           | 0,32                  | 0,3   | 0,38  | 0,36                       |
| 4            | 0,33           | 0,4                   | 0,48  | 0,49  | 0,42                       |
| 5            | 0,5            | 0,29                  | 0,45  | 0,35  | 0,31                       |
| 6            | 0,45           | 0,45                  | 0,43  | 0,44  | 0,39                       |
| 7            | 0,36           | 0,34                  | 0,31  | 0,48  | 0,47                       |
| 8            | 0,42           | 0,31                  | 0,38  | 0,32  | 0,3                        |
| 9            | 0,31           | 0,49                  | 0,49  | 0,45  | 0,48                       |
| 10           | 0,39           | 0,37                  | 0,35  | 0,34  | 0,45                       |
| 11           | 0,47           | 0,29                  | 0,44  | 0,39  | 0,43                       |
| 12           | 0,3            | 0,41                  | 0,48  | 0,47  | 0,45                       |
| 13           | 0,48           | 0,46                  | 0,32  | 0,3   | 0,34                       |
| 14           | 0,45           | 0,33                  | 0,4   | 0,48  | 0,31                       |
| 15           | 0,43           | 0,5                   | 0,29  | 0,45  | 0,49                       |
| 16           | 0,31           | 0,45                  | 0,45  | 0,43  | 0,37                       |

Продолжение табл. 7

| 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----|------|------|------|------|------|
| 17 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,31 | 0,45 |
| 18 | 0,49 | 0,42 | 0,31 | 0,38 | 0,36 |
| 19 | 0,35 | 0,31 | 0,49 | 0,49 | 0,42 |
| 20 | 0,44 | 0,39 | 0,37 | 0,35 | 0,31 |
| 21 | 0,48 | 0,39 | 0,29 | 0,44 | 0,39 |
| 22 | 0,32 | 0,47 | 0,41 | 0,48 | 0,47 |
| 23 | 0,4  | 0,3  | 0,46 | 0,32 | 0,3  |
| 24 | 0,29 | 0,48 | 0,33 | 0,4  | 0,48 |
| 25 | 0,45 | 0,45 | 0,5  | 0,29 | 0,29 |
| 26 | 0,34 | 0,43 | 0,45 | 0,45 | 0,41 |
| 27 | 0,31 | 0,31 | 0,36 | 0,34 | 0,46 |
| 28 | 0,49 | 0,38 | 0,42 | 0,31 | 0,33 |
| 29 | 0,37 | 0,49 | 0,31 | 0,49 | 0,5  |
| 30 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 | 0,5  |
| 31 | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,31 | 0,45 |
| 32 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,38 | 0,36 |
| 33 | 0,33 | 0,4  | 0,48 | 0,49 | 0,42 |
| 34 | 0,5  | 0,29 | 0,45 | 0,35 | 0,31 |
| 35 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,44 | 0,39 |
| 36 | 0,36 | 0,34 | 0,31 | 0,48 | 0,47 |
| 37 | 0,42 | 0,31 | 0,38 | 0,32 | 0,3  |
| 38 | 0,31 | 0,49 | 0,49 | 0,45 | 0,48 |
| 39 | 0,39 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,45 |
| 40 | 0,47 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 |
| 41 | 0,3  | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,45 |
| 42 | 0,48 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,34 |
| 43 | 0,45 | 0,33 | 0,4  | 0,48 | 0,31 |
| 44 | 0,43 | 0,5  | 0,29 | 0,45 | 0,49 |
| 45 | 0,31 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,37 |
| 46 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,31 | 0,45 |
| 47 | 0,49 | 0,42 | 0,31 | 0,38 | 0,36 |
| 48 | 0,35 | 0,31 | 0,49 | 0,49 | 0,42 |
| 49 | 0,44 | 0,39 | 0,37 | 0,35 | 0,31 |
| 50 | 0,48 | 0,39 | 0,29 | 0,44 | 0,39 |
| 51 | 0,32 | 0,47 | 0,41 | 0,48 | 0,47 |

Продолжение табл. 7

| 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----|------|------|------|------|------|
| 52 | 0,4  | 0,3  | 0,46 | 0,32 | 0,3  |
| 53 | 0,29 | 0,48 | 0,33 | 0,4  | 0,48 |
| 54 | 0,45 | 0,45 | 0,5  | 0,29 | 0,29 |
| 55 | 0,34 | 0,43 | 0,45 | 0,45 | 0,41 |
| 56 | 0,31 | 0,31 | 0,36 | 0,34 | 0,46 |
| 57 | 0,49 | 0,38 | 0,42 | 0,31 | 0,33 |
| 58 | 0,37 | 0,49 | 0,31 | 0,49 | 0,5  |
| 59 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 | 0,5  |
| 60 | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,31 | 0,45 |
| 61 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,38 | 0,36 |
| 62 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 | 0,5  |
| 63 | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,31 | 0,45 |
| 64 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,38 | 0,36 |
| 65 | 0,33 | 0,4  | 0,48 | 0,49 | 0,42 |
| 66 | 0,5  | 0,29 | 0,45 | 0,35 | 0,31 |
| 67 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,44 | 0,39 |
| 68 | 0,36 | 0,34 | 0,31 | 0,48 | 0,47 |
| 69 | 0,42 | 0,31 | 0,38 | 0,32 | 0,3  |
| 70 | 0,31 | 0,49 | 0,49 | 0,45 | 0,48 |
| 71 | 0,39 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,45 |
| 72 | 0,47 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 |
| 73 | 0,3  | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,45 |
| 74 | 0,48 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,34 |
| 75 | 0,45 | 0,33 | 0,4  | 0,48 | 0,31 |
| 76 | 0,43 | 0,5  | 0,29 | 0,45 | 0,49 |
| 77 | 0,31 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,37 |
| 78 | 0,49 | 0,38 | 0,42 | 0,31 | 0,33 |
| 79 | 0,37 | 0,49 | 0,31 | 0,49 | 0,5  |
| 80 | 0,29 | 0,44 | 0,39 | 0,43 | 0,5  |

Таблица 8. Параметры окружающей среды для различных районов плавания судов

| Район плавания                      | Температура, °С         |                       | Относительная влажность наружного воздуха $\varphi_n$ , % |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---|
|                                     | наружного воздуха $t_n$ | забортовой воды $t_в$ |   |
| Центральный и Южный бассейны        | 28                      | 24                    | 50  |
| Северный и Северо-Западный бассейны | 21                      | 19                    | 70  |
| Бассейны рек:                       |                         |                       |   |
| Оби и Иртыша                        | 25                      | 21                    | 70  |
| Енисея, Ангары, Байкала и Лены      | 24                      | 19                    | 70  |
| Амура                               | 25                      | 21                    | 70  |
| Каспийское море                     | 30                      | 27                    | 60  |
| Черное море                         | 29                      | 27                    | 60  |
| Азовское море                       | 27                      | 25                    | 60  |
| Балтийское море                     | 22                      | 16                    | 60  |
| Белое море                          | 18                      | 12                    | 60  |

Таблица 9. Температурный режим перевозки и относительная влажность воздуха

| Продукт           | Температура воздуха $\theta$ , °С | Относительная влажность $\varphi$ , % | Кратность вентиляционного воздухообмена $n$ |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| Мясо охлажденное  | +1...-1                           | 80...75                               | 2...4                                       |
| Мясо мороженное   | -9...-18                          | 80...85                               | 1...2                                       |
| Птица охлажденная | +2                                | 75...80                               | 2...4                                       |
| Рыба охлажденная  | +1...-1                           | 90...95                               | 2...4                                       |
| Рыба мороженная   | -9...-18                          | 90...95                               | 1...2                                       |
| Масло сливочное   | -9...-18                          | 80                                    | 2...4                                       |
| Сыр               | +1...-1                           | 80...85                               | 2...4                                       |
| Яйца              | -0,5...-1,5                       | 75...80                               | 2...4                                       |

|               |          |         |       |
|---------------|----------|---------|-------|
| Картофель     | +3       | 90...95 | 2...4 |
| Огурцы свежие | +8...+10 | 80...85 | 2...4 |
| Помидоры      | +1,5     | 90...95 | 2...4 |
| Лук репчатый  | -2       | 75...80 | 2...4 |
| Морковь       | 0        | 90...95 | 2...4 |
| Свекла        | 0        | 90...95 | 2...4 |
| Капуста       | -1...0   | 90...95 | 2...4 |
| Абрикосы      | -0,5...0 | 90      | 2...4 |
| Апельсины     | +2...+4  | 85...90 | 2...4 |
| Виноград      | -1...0   | 85...90 | 2...4 |
| Банана        | +12      | 85...95 | 2...4 |
| Яблоки        | -2...+3  | 90...95 | 2...4 |
| Груши         | -2...+3  | 85...95 | 2...4 |
| Сливы         | +3       | 90      | 2...4 |
| Персики       | -1...+1  | 85...90 | 2...4 |
| Лимоны        | +4       | 85...90 | 2...4 |

Таблица 10. Плотность воздуха в зависимости от температуры

|                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t, ^\circ C$           | -50   | -45   | -40   | -35   | -30   | -25   | -20   | -15   | -10   | -5    | 0     | 10    |
| $\rho_0, \text{кг/м}^3$ | 1,584 | 1,549 | 1,515 | 1,484 | 1,453 | 1,424 | 1,395 | 1,369 | 1,342 | 1,318 | 1,293 | 1,247 |
| $t, ^\circ C$           | 15    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   | 110   | 120   |
| $\rho_0, \text{кг/м}^3$ | 1,226 | 1,205 | 1,165 | 1,128 | 1,093 | 1,06  | 1,029 | 1,000 | 0,972 | 0,946 | 0,922 | 0,898 |

Таблица 11. Удельные мощности вентиляторов и рассольных насосов

| Подкласс грузов | Вспомогательные механизмы СХУ              |                              |
|-----------------|--|------------------------------|
|                 | Вентиляторы воздухоохлаждителей, <i>Вт</i> | Рассольные насосы, <i>Вт</i> |
| Мороженные      | 20...32                                    | 10...21                      |
| Охлажденные     | 12...17                                    | 2...5                        |

Таблица 12. Энтальпии пищевых продуктов при различных температурах, кДж/кг

| Продукты                    | Температура, °С |     |      |      |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-----------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | -20             | -18 | -15  | -10  | -5    | 0     | 5     | 15    | 25    |
| Мясо говяжье, птица         | 0               | 4,6 | 13,0 | 30,2 | 57,3  | 232,2 | 248,5 | 280,7 | 313,0 |
| Баранина                    | 0               | 4,6 | 12,6 | 29,8 | 55,6  | 224,0 | 240,1 | 271,2 | 301,8 |
| Свинина                     | 0               | 4,6 | 12,2 | 28,9 | 54,4  | 211,8 | 227,1 | 256,8 | 287,7 |
| Рыба                        | 0               | 5,0 | 14,3 | 32,7 | 62,5  | 249,0 | 266,5 | 300,4 | 334,4 |
| Яйца                        | 0               | -   | -    | -    | -     | 237,0 | 253,1 | 284,4 | 316,2 |
| Масло сливочное             | 0               | 3,8 | 10,1 | 23,5 | 40,6  | 95,0  | 107,7 | 155,3 | 204,2 |
| Сыр                         | 0               | -   | -    | -    | 5,5   | 19,7  | 32,4  | 61,5  | 89,6  |
| Мороженое сливочное         | 0               | 7,1 | 19,7 | 46,9 | 105,3 | 227,4 | 241,8 | 277,8 | 311,0 |
| Виноград, абрикосы, вишня   | 0               | 7,5 | 20,6 | 49,8 | 116,0 | 235,8 | 253,6 | 289,6 | 325,5 |
| Фрукты и плоды других видов | 0               | 6,7 | 17,2 | 38,5 | 82,9  | 271,7 | 290,3 | 326,0 | 365,6 |

Таблица 13. Использование поршневых холодильных компрессоров

| Тип компрессора по степени герметичности и марке                            | Хладагент |         |       |       |       |       |
|---|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|
|   | R12       | Ам-миак | R410A | R407A | R404A | R134A |
| Безсальниковые<br>2ФВБС4, 2ФУБС9,<br>2ФВБС6, 2ФУБС12,<br>2ФУУБС25, 2ФУУБС18 | -         | -       | +     | +     | +     | +     |
| Сальниковые ФВ6,<br>ФУ12, ФУУ25   | +         | -       | -     | -     | -     | -     |
| Сальниковые ФУ20,<br>ФУ40   | -         | +       | +     | +     | +     | +     |
| Сальниковые 2ФВ22,<br>22ФУ45, 22ФУУ90                                       | -         | +       | +     | +     | +     | +     |
| Сальниковые АВ22,   | -         | +       | -     | -     | -     | -     |

|                               |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| АУ45, АУУ90, АУ200,<br>АУУ400 |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|

Таблица 14. Основные характеристики компрессоров

| Марка компрессора | Показатели           |                      |                |                              |                                |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|
|                   | Количество цилиндров | Диаметр цилиндра, мм | Ход поршня, мм | Объем, описываемый поршнями, | Число оборотов ротора в минуту |
| 1                 | 2                    | 3                    | 4              | 5                            | 6                              |
| 2ФВБС4            | 2                    | 67,5                 | 50             | 20,6                         | 960                            |
| 2ФВБС6            | 2                    | 67,5                 | 50             | 31                           | 1440                           |
| 2ФУБС9            | 4                    | 67,5                 | 50             | 42,2                         | 960                            |
| 2ФУБС12           | 4                    | 67,5                 | 50             | 62                           | 1440                           |
| 2ФУУБС18          | 8                    | 67,5                 | 50             | 82,4                         | 960                            |
| 2ФУУБС25          | 8                    | 67,5                 | 50             | 124                          | 1440                           |
| ФВ6               | 2                    | 67,5                 | 50             | 31                           | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 20,6                         | 960                            |
| ФУ12              | 4                    | 67,5                 | 50             | 62                           | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 41,2                         | 960                            |
| ФУУ25             | 8                    | 67,5                 | 50             | 124                          | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 82,4                         | 960                            |
| ФВ20              | 2                    | 101,6                | 70             | 89                           | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 65                           | 960                            |
| ФУ40              | 4                    | 101,6                | 70             | 195,5                        | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 130,5                        | 960                            |
| ФУУ80             | 8                    | 101,6                | 70             | 391                          | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 261                          | 960                            |
| 2ФВ22             | 2                    | 81,8                 | 70             | 64                           | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 42,5                         | 960                            |
| 22ФУ45            | 4                    | 81,8                 | 70             | 128                          | 1440                           |
|                   |                      |                      |                | 85                           | 960                            |

|         |   |       |     |      |      |
|---------|---|-------|-----|------|------|
| 22ΦУУ90 | 8 | 81,8  | 70  | 256  | 1440 |
|         |   |       |     | 170  | 960  |
| АВ22    | 2 | 81,88 | 70  | 64   | 1440 |
|         |   |       |     | 42,5 | 960  |
| АУ45    | 4 | 81,88 | 70  | 128  | 1440 |
|         |   |       |     | 85   | 960  |
| АУУ90   | 8 | 81,88 | 70  | 256  | 1440 |
|         |   |       |     | 170  | 960  |
| АУ200   | 2 | 150   | 130 | 258  | 980  |
|         |   |       |     | 397  | 740  |
| АУУ400  | 4 | 150   | 130 | 1056 | 985  |
|         |   |       |     | 794  | 735  |



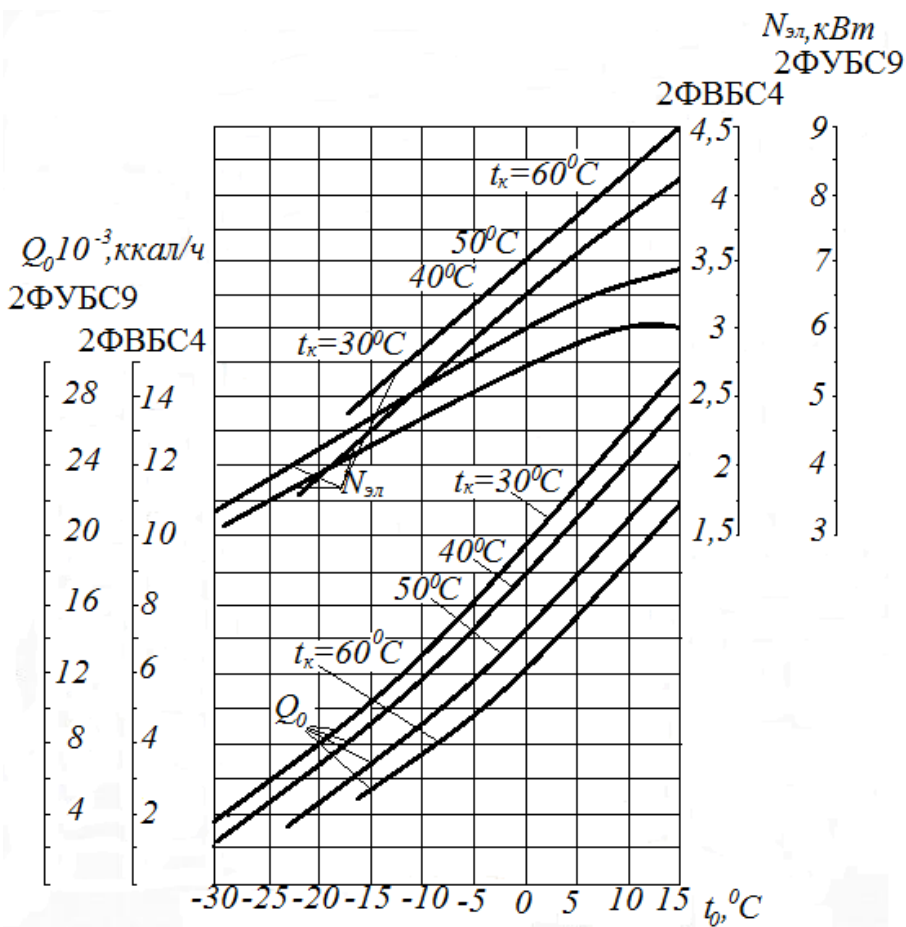


Рис. 6. График для компрессора 2ФВБС4, 2ФУБС9

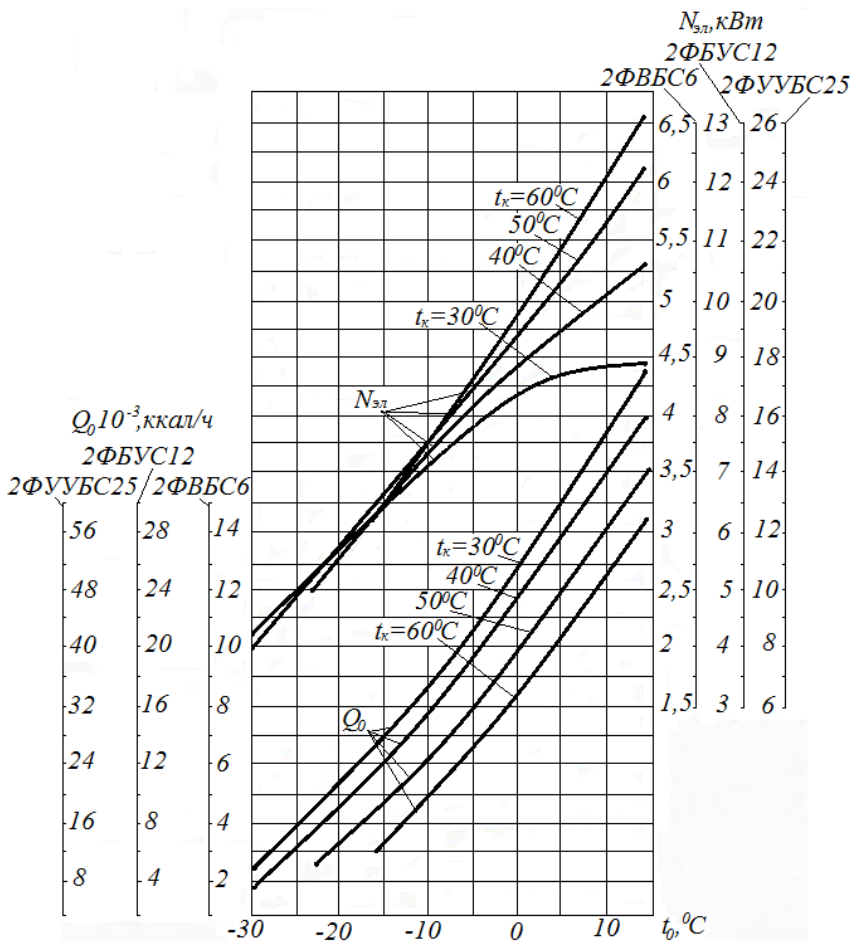


Рис. 7. График для компрессора 2ФВБС6, 2ФУБС12, 2ФУУБС25

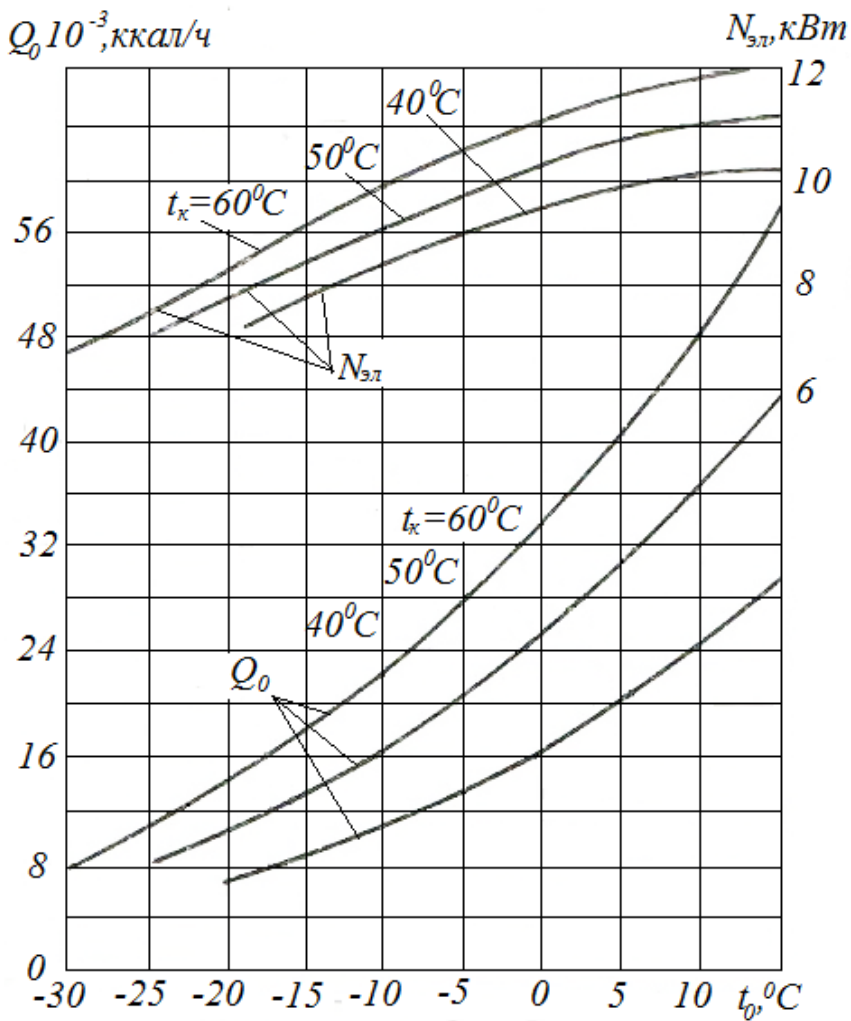


Рис. 8. График для компрессора 2ФУУБС18

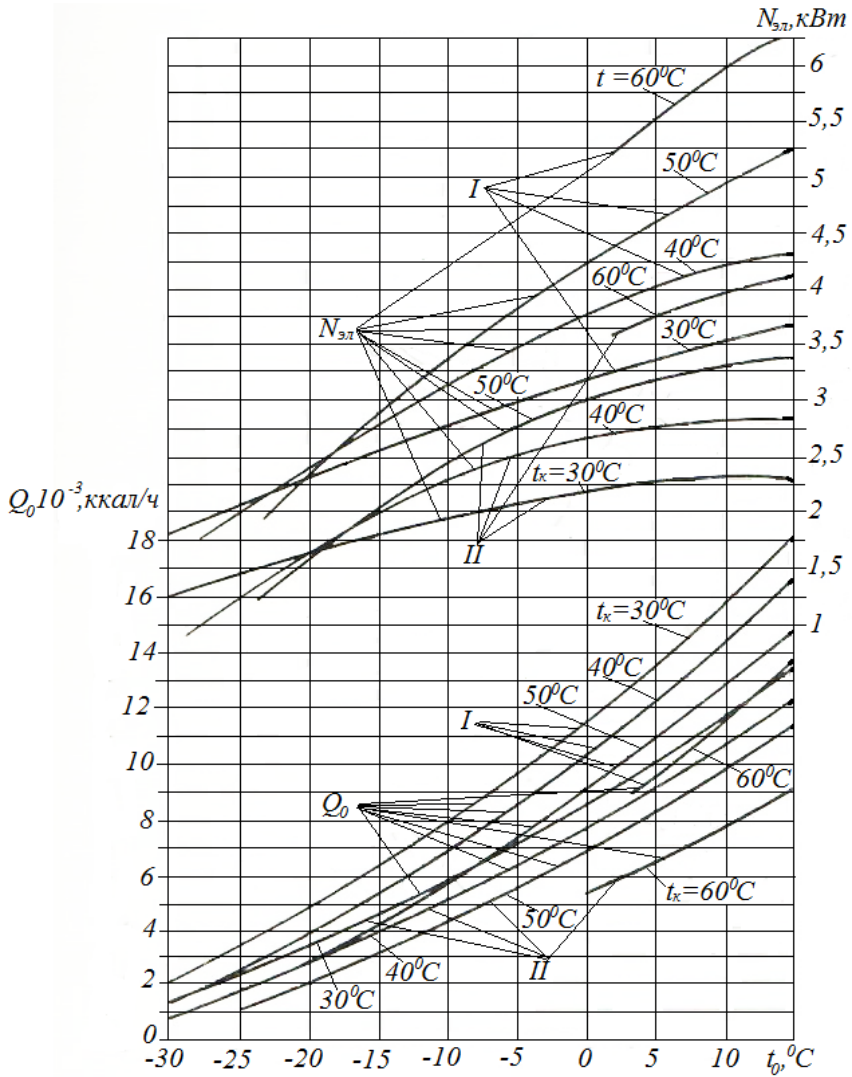


Рис. 9. График для компрессора ФВ6  
 I-1440об/мин, II- 960об/мин (хладон 12)

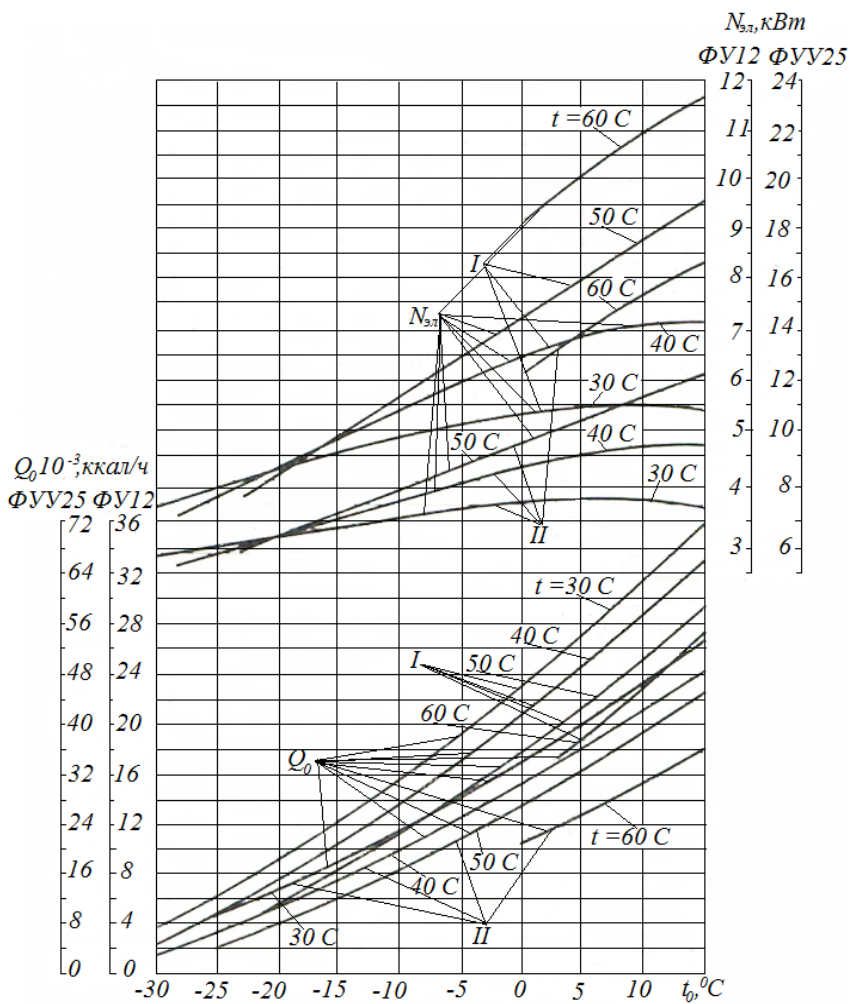


Рис. 10. График для компрессора ФУ12, ФУУ25  
 I-1440об/мин, II- 960об/мин (хладон 12)

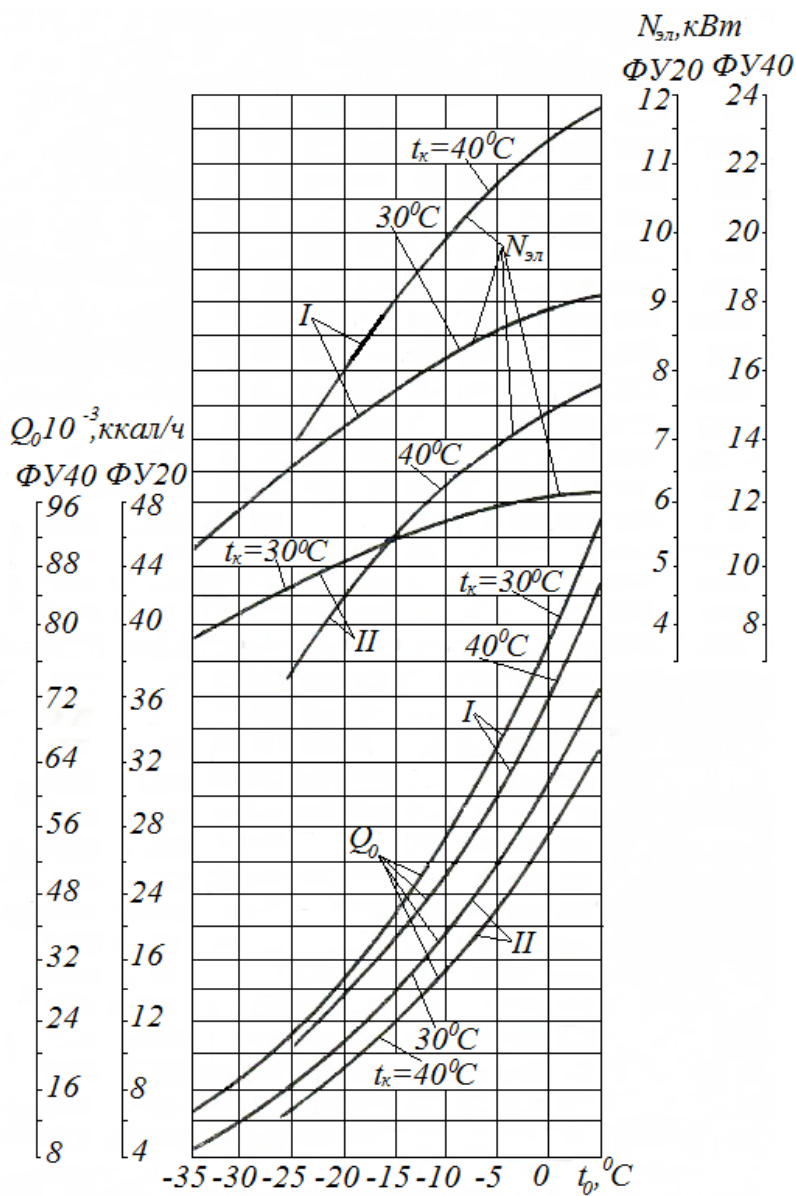


Рис. 11. График для компрессора ФУ20, ФУ40  
960об/мин

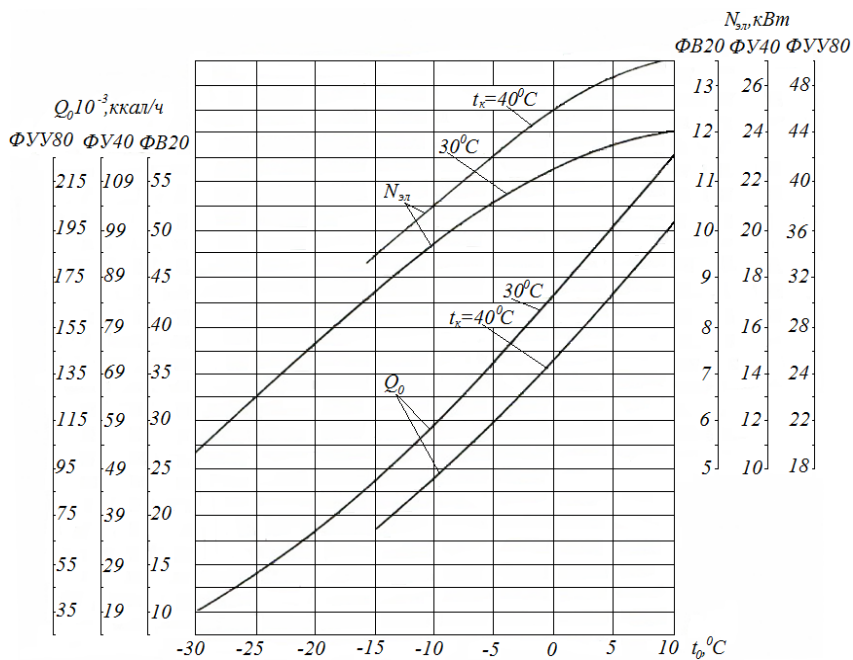


Рис. 12. График для компрессора 2ФВ22, 22ФУ45, 22ФУУ90  
I-1440об/мин, II- 960об/мин

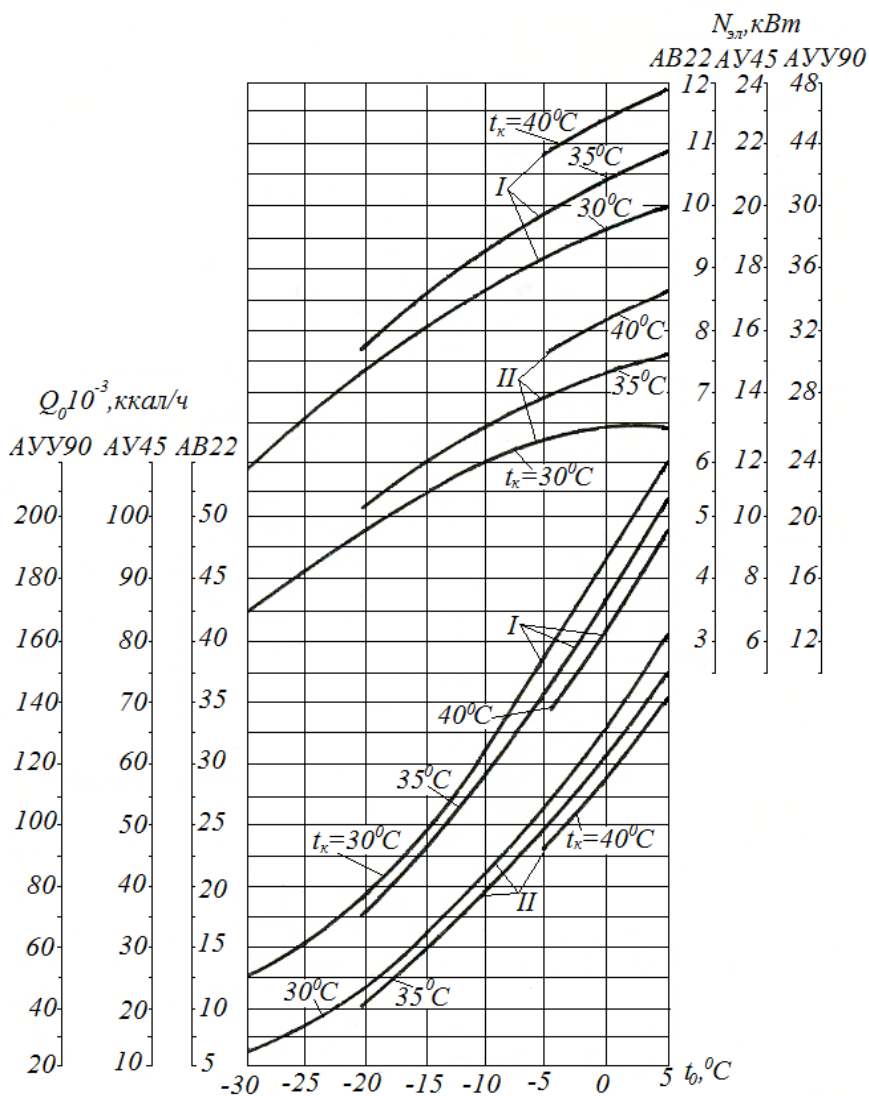


Рис. 13. График для компрессора АВ22, АУ45, АУ90  
 I-1440об/мин, II- 960об/мин



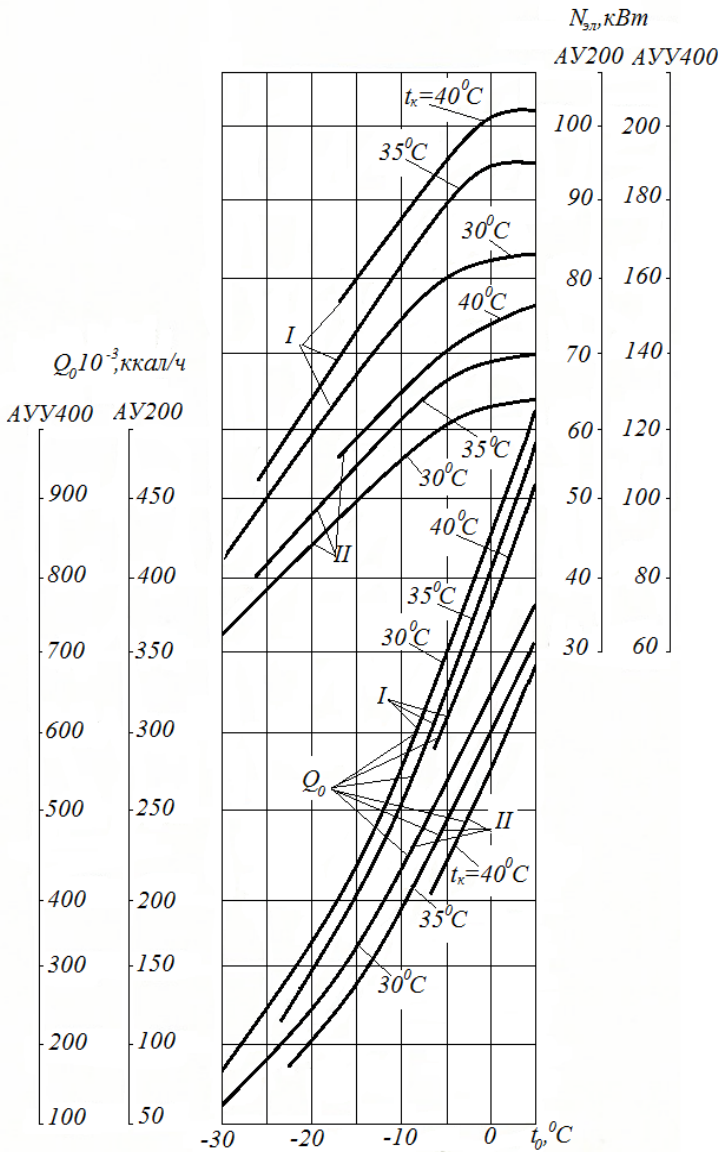


Рис. 14. График для компрессора АУ200, АУ400  
 I-960об/мин, II- 720об/мин

Таблица 15. Основные технические данные горизонтальных кожухотрубных конденсаторов

| Конденсатор | Площадь наружной поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> | Размеры, мм |       |
|-------------|--|-------------|-------|
|             |  | диаметр     | длина |
| КТГ-25      | 25   | 500         | 2910  |
| КТГ-32      | 32   | 500         | 3410  |
| КТГ-40      | 40   | 500         | 4410  |
| КТГ-50      | 50   | 600         | 3510  |
| КТГ-63      | 63   | 600         | 4510  |
| КТГ-80      | 80   | 600         | 5510  |
| КТГ-125     | 125  | 800         | 4650  |
| КТГ-160     | 160  | 800         | 5650  |
| КТГ-200     | 200  | 1000        | 4750  |
| КТГ-250     | 250  | 1000        | 5760  |
| КТГ-315     | 315  | 1200        | 5850  |
| КТГ-400     | 400  | 1200        | 6800  |

Таблица 16. Основные технические данные испарителей

| Марка испарителя | Площадь теплообмена, м <sup>2</sup> | Размеры кожуха, мм |       |
|------------------|-------------------------------------|--------------------|-------|
|                  |                                     | Диаметр            | Длина |
| 1                | 2                                   | 3                  | 4     |
| 32ИКТ            | 32                                  | 500                | 4520  |
| 40ИКТ            | 40                                  | 600                | 3580  |
| 50ИКТ            | 50                                  | 600                | 4580  |
| 65ИКТ            | 65                                  | 600                | 5580  |
| 90ИКТ            | 90                                  | 800                | 4670  |
| 110ИКТ           | 110                                 | 800                | 5670  |
| 140ИКТ           | 140                                 | 1000               | 4800  |
| 180ИКТ           | 180                                 | 1000               | 5800  |
| 250ИКТ           | 250                                 | 1200               | 5920  |
| 300ИКТ           | 300                                 | 1200               | 6920  |
| ИП 05-0.8        | 0.77                                | 280                | 500   |
| ИП 07-1.9        | 1.93                                | 280                | 700   |
| ИП 06-3.2        | 3.21                                | 280                | 600   |
| ИП 05-2.7        | 2.74                                | 180                | 500   |
| ИП 05-1.5        | 1.5                                 | 180                | 500   |

Продолжение табл.16

| 1          | 2     | 3   | 4    |
|------------|-------|-----|------|
| ИП 12-7.3  | 7.29  | 180 | 1150 |
| ИП 17-5.8  | 5.83  | 180 | 1650 |
| ИП 10-6.7  | 6.69  | 140 | 1000 |
| ИП 19-6.8  | 6.76  | 180 | 1900 |
| ИП 16-12.7 | 12.72 | 320 | 1600 |
| ИП 18-24.8 | 24.8  | 640 | 1750 |

Таблица 17. Основные технические данные низкотемпературных воздухоохладителей

| Модель    | Холодо-производительность, кВт | Площадь, м <sup>2</sup> | Размеры, мм |        |        |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|-------------|--------|--------|
|           |                                |                         | Длина       | Ширина | Высота |
| 1         | 2                              | 3                       | 4           | 5      | 6      |
| ВН311С85Н | 1,5                            | 5,9                     | 680         | 603    | 587    |
| ВН311Е85Н | 2,0                            | 8,8                     | 680         | 603    | 587    |
| ВН312С85Н | 3,0                            | 11,7                    | 1090        | 603    | 587    |
| ВН312Е85Н | 4,1                            | 17,6                    | 1090        | 603    | 587    |
| ВН313С85Н | 4,5                            | 17,7                    | 1500        | 603    | 587    |
| ВН313Е85Н | 6,1                            | 26,5                    | 1500        | 603    | 587    |
| ВН314С85Н | 6,0                            | 23,5                    | 1910        | 603    | 587    |
| ВН314Е85Н | 8,2                            | 35,3                    | 1910        | 603    | 587    |
| ВН351Е85Н | 3,0                            | 12,8                    | 780         | 674    | 657    |
| ВН351G85Н | 3,6                            | 17,1                    | 780         | 674    | 657    |
| ВН352Е85Н | 6                              | 25,6                    | 1290        | 674    | 657    |
| ВН352G85Н | 7,2                            | 34,1                    | 1290        | 674    | 657    |
| ВН353Е85Н | 8,3                            | 38,4                    | 1800        | 674    | 657    |
| ВН353G85Н | 10,6                           | 51,2                    | 1800        | 674    | 657    |
| ВН354Е85Н | 12                             | 51,2                    | 2310        | 674    | 657    |
| ВН354G85Н | 14,5                           | 68,2                    | 2310        | 674    | 657    |
| ВН451Е85Н | 5,9                            | 25                      | 1060        | 674    | 866    |
| ВН451G85Н | 7,11                           | 33,                     | 1060        | 674    | 866    |
| ВН452Е85Н | 11,8                           | 50,2                    | 1760        | 674    | 866    |
| ВН452G85Н | 14,5                           | 67                      | 1760        | 674    | 866    |
| ВН453Е85Н | 17,6                           | 75,2                    | 2460        | 674    | 866    |

Продолжение табл. 17

| 1         | 2    | 3     | 4    | 5   | 6    |
|-----------|------|-------|------|-----|------|
| BH453G85H | 21,9 | 100,3 | 2460 | 674 | 866  |
| BH454E85H | 23,6 | 100,2 | 3160 | 674 | 866  |
| BH454G85H | 27,7 | 133,6 | 3160 | 674 | 866  |
| BH501E85H | 9,3  | 34,8  | 1210 | 710 | 1000 |
| BH501G85H | 11,5 | 46,4  | 1210 | 710 | 1000 |
| BH502E85H | 19,0 | 71,6  | 2060 | 710 | 1000 |
| BH502G85H | 23,4 | 95,4  | 2060 | 710 | 1000 |
| BH503E85H | 28,6 | 108,2 | 2910 | 710 | 1000 |
| BH503G85H | 33,7 | 144,3 | 2910 | 710 | 1000 |
| BH504E85H | 36,3 | 144,8 | 3760 | 710 | 1000 |
| BH504G85H | 40,5 | 193,1 | 3760 | 710 | 1000 |
| BH505E85H | 42,0 | 181   | 4610 | 710 | 1000 |
| BH505G85H | 44,1 | 242   | 4610 | 710 | 1000 |

Таблица 18. Основные технические данные среднетемпературных воздухоохладителей

| Модель    | Холод-<br>производи-<br>тельность, кВт | Пло-<br>щадь,<br>м <sup>2</sup> | Размеры, мм |        |        |
|-----------|--|---------------------------------|-------------|--------|--------|
|           |  |                                 | Длина       | Ширина | Высота |
| 1         | 2                                      | 3                               | 4           | 5      | 6      |
| BC311C60H | 2,8                                    | 8                               | 680         | 603    | 587    |
| BC311D60H | 3,2                                    | 10                              | 680         | 603    | 587    |
| BC312C60H | 5,6                                    | 16                              | 1090        | 603    | 587    |
| BC312D60H | 6,5                                    | 20,                             | 1090        | 603    | 587    |
| BC313C60H | 8,4                                    | 24                              | 1500        | 603    | 587    |
| BC313D60H | 9,7                                    | 30                              | 1500        | 603    | 587    |
| BC314C60H | 11,2                                   | 32                              | 1910        | 603    | 587    |
| BC314D60H | 13,0                                   | 40                              | 1910        | 603    | 587    |
| BC351D60H | 4,8                                    | 14,5                            | 780         | 674    | 657    |
| BC351E60H | 5,3                                    | 17,4                            | 780         | 674    | 657    |
| BC352D60H | 9,6                                    | 29                              | 1290        | 674    | 657    |
| BC352E60H | 10,7                                   | 34,8                            | 1290        | 674    | 657    |
| BC353D60H | 14,7                                   | 43,6                            | 1800        | 674    | 657    |
| BC353E60H | 16,4                                   | 52,3                            | 1800        | 674    | 657    |
| BC354D60H | 19,3                                   | 58,1                            | 2310        | 674    | 657    |

Продолжение табл. 18

| 1         | 2    | 3     | 4    | 5   | 6    |
|-----------|------|-------|------|-----|------|
| BC354E60H | 21,7 | 69,7  | 2310 | 674 | 657  |
| BC401D60H | 6,5  | 19,5  | 960  | 674 | 726  |
| BC401E60H | 7,5  | 23,4  | 960  | 674 | 726  |
| BC402D60H | 13,1 | 39    | 1560 | 674 | 726  |
| BC402E60H | 15   | 46,9  | 1560 | 674 | 726  |
| BC403D60H | 20   | 58,6  | 2160 | 674 | 726  |
| BC403E60H | 22,1 | 70,3  | 2160 | 674 | 726  |
| BC404D60H | 26,5 | 78,1  | 2760 | 674 | 726  |
| BC404E60H | 30,2 | 93,7  | 2760 | 674 | 726  |
| BC451D60H | 9,5  | 28,5  | 1060 | 674 | 866  |
| BC451E60H | 10,8 | 34,3  | 1060 | 674 | 866  |
| BC452D60H | 19,1 | 56,9  | 1760 | 674 | 866  |
| BC452E60H | 21,7 | 68,2  | 1760 | 674 | 866  |
| BC453D60H | 28,4 | 85,4  | 2460 | 674 | 866  |
| BC453E60H | 32,3 | 102,5 | 2460 | 674 | 866  |
| BC454D60H | 38,9 | 113,9 | 3160 | 674 | 866  |
| BC454E60H | 44   | 136,7 | 3160 | 674 | 866  |
| BC501D60H | 15,0 | 39,6  | 1210 | 710 | 1000 |
| BC501E60H | 17,1 | 47,5  | 1210 | 710 | 1000 |
| BC502D60H | 30,7 | 81,3  | 2060 | 710 | 1000 |
| BC502E60H | 34,8 | 97,6  | 2060 | 710 | 1000 |
| BC503D60H | 46,5 | 123,0 | 2910 | 710 | 1000 |
| BC503E60H | 52,9 | 147,6 | 2910 | 710 | 1000 |
| BC504D60H | 60,9 | 164,6 | 3760 | 710 | 1000 |
| BC504E60H | 69,4 | 197,6 | 3760 | 710 | 1000 |
| BC505E60H | 82,0 | 247,6 | 4610 | 710 | 1000 |

Таблица 19. Основные технические данные высокотемпературных воздухоохладителей

| Модель    | Холод-<br>попроизводи-<br>тельность, кВт | Пло-<br>щадь,<br>м <sup>2</sup> | Размеры, мм |        |        |
|-----------|--|---------------------------------|-------------|--------|--------|
|           |  |                                 | Длина       | Ширина | Высота |
| 1         | 2  | 3                               | 4           | 5      | 6      |
| BB311C45H | 3,12                                     | 10,4                            | 680         | 603    | 587    |
| BB311D45H | 3,70                                     | 13                              | 680         | 603    | 587    |
| BB312C45H | 6,57                                     | 20,8                            | 1090        | 603    | 587    |
| BB312D45H | 7,63                                     | 26                              | 1090        | 603    | 587    |
| BB313C45H | 10,00                                    | 31,2                            | 1500        | 603    | 587    |
| BB313D45H | 11,44                                    | 39                              | 1500        | 603    | 587    |
| BB314C45H | 13,34                                    | 41,6                            | 1910        | 603    | 587    |
| BB314D45H | 15,32                                    | 52                              | 1910        | 603    | 587    |
| BB351D45H | 5,5                                      | 18,8                            | 780         | 674    | 657    |
| BB351E45H | 6,0                                      | 22,6                            | 780         | 674    | 657    |
| BB352D45H | 11,1                                     | 37,8                            | 1290        | 674    | 657    |
| BB352E45H | 12,1                                     | 45,4                            | 1290        | 674    | 657    |
| BB353D45H | 16,8                                     | 56,7                            | 1800        | 674    | 657    |
| BB353E45H | 18,7                                     | 68                              | 1800        | 674    | 657    |
| BB354D45H | 22,3                                     | 75,5                            | 2310        | 674    | 657    |
| BB354E45H | 24,6                                     | 90,6                            | 2310        | 674    | 657    |
| BB401D45H | 7,6                                      | 25,3                            | 960         | 674    | 726    |
| BB401E45H | 8,4                                      | 30,4                            | 960         | 674    | 726    |
| BB402D45H | 15,2                                     | 50,9                            | 1560        | 674    | 726    |
| BB402E45H | 16,8                                     | 61                              | 1560        | 674    | 726    |
| BB403D45H | 23,1                                     | 76,2                            | 2160        | 674    | 726    |
| BB403E45H | 25                                       | 91,4                            | 2160        | 674    | 726    |
| BB404D45H | 30,8                                     | 101,5                           | 2760        | 674    | 726    |
| BB404E45H | 34                                       | 121,9                           | 2760        | 674    | 726    |
| BB451D45H | 10,9                                     | 37,1                            | 1060        | 674    | 866    |
| BB451E45H | 12,3                                     | 44,6                            | 1060        | 674    | 866    |
| BB452D45H | 21,8                                     | 74,1                            | 1760        | 674    | 866    |
| BB452E45H | 24,6                                     | 88,9                            | 1760        | 674    | 866    |
| BB453D45H | 32,6                                     | 111,2                           | 2460        | 674    | 866    |
| BB453E45H | 36,8                                     | 133,4                           | 2460        | 674    | 866    |
| BB454D45H | 44,5                                     | 148,1                           | 3160        | 674    | 866    |

Продолжение табл. 19

| 1         | 2    | 3     | 4    | 5   | 6    |
|-----------|------|-------|------|-----|------|
| BB454E45H | 50   | 177,7 | 3160 | 674 | 866  |
| BB501D45H | 17,3 | 51,5  | 1210 | 710 | 1000 |
| BB501E45H | 19,7 | 61,8  | 1210 | 710 | 1000 |
| BB502D45H | 35,6 | 106,0 | 2060 | 710 | 1000 |
| BB502E45H | 40,0 | 127,1 | 2060 | 710 | 1000 |
| BB503D45H | 53,8 | 160,2 | 2910 | 710 | 1000 |
| BB503E45H | 60,8 | 192,2 | 2910 | 710 | 1000 |
| BB504D45H | 70,6 | 214,5 | 3760 | 710 | 1000 |
| BB504E45H | 80,1 | 257,3 | 3760 | 710 | 1000 |
| BB505D45H | 82,5 | 269,5 | 4610 | 710 | 1000 |
| BB505E45H | 95,0 | 322,5 | 4610 | 710 | 1000 |

Таблица 20. Основные технические данные насосов

| Модель       | Подача,<br>м <sup>3</sup> /ч | Напор,<br>м | Частота<br>вращения,<br>об/мин | Потребляемая<br>электрическая<br>мощность,<br>кВт |
|--------------|------------------------------|-------------|--------------------------------|---|
| 1            | 2                            | 3           | 4                              | 5   |
| К 8/18       | 8                            | 18,00       | 2900                           | 1,20  |
| К 8/18м      | 12,5                         | 20,00       | 2900                           | 1,80  |
| К 20/30      | 20                           | 30,00       | 2900                           | 3,50  |
| К 20/30м     | 25                           | 32,00       | 2900                           | 4,20  |
| К 45/30      | 45                           | 32,00       | 2900                           | 6,50  |
| К 45/30а     | 35                           | 25,00       | 2900                           | 5,00  |
| 1K50-32-125м | 12,5                         | 22,00       | 2900                           | 1,80  |
| 1K50-32-125  | 12,5                         | 20,00       | 2900                           | 1,60  |
| 1K50-32-125а | 12,5                         | 18,00       | 2900                           | 1,40  |
| 1K50-32-125б | 10                           | 16,00       | 2900                           | 1,10  |
| 1K65-50-160  | 25                           | 32,00       | 2900                           | 4,20  |
| 1K65-50-160а | 19                           | 31,00       | 2900                           | 3,80  |
| 1K65-50-160б | 19                           | 25,00       | 2900                           | 3,00  |
| 1K80-65-160м | 50                           | 35,00       | 2900                           | 11,20   |
| 1K80-65-160  | 50                           | 35,00       | 2900                           | 9,10  |
| 1K80-65-160а | 45                           | 30,00       | 2900                           | 6,50  |
| 1K80-50-200м | 50                           | 58,00       | 2900                           | 16,00   |

Продолжение табл.20

| 1              | 2   | 3     | 4    | 5     |
|----------------|-----|-------|------|-------|
| 1K80-50-200    | 50  | 50,00 | 2900 | 15,00 |
| 1K80-50-200a   | 45  | 50,00 | 2900 | 12,00 |
| 1K80-50-200б   | 40  | 35,00 | 2900 | 10,00 |
| 1K100-80-160   | 100 | 34,00 | 2900 | 14,00 |
| 1K100-80-160a  | 90  | 28,00 | 2900 | 12,00 |
| 1K100-80-160б  | 80  | 22,50 | 2900 | 10,00 |
| 1K100-65-200м  | 100 | 55,00 | 2900 | 25,00 |
| 1K100-65-200   | 100 | 50,00 | 2900 | 22,50 |
| 1K100-65-200a  | 90  | 45,00 | 2900 | 18,00 |
| 1K100-65-200б  | 90  | 40,00 | 2900 | 15,00 |
| 1K100-65-250м  | 100 | 90,00 | 2900 | 47,00 |
| 1K100-65-250   | 100 | 80,00 | 2900 | 40,00 |
| 1K100-65-250a  | 80  | 70,00 | 2900 | 33,00 |
| 1K100-65-250б  | 80  | 60,00 | 2900 | 22,50 |
| 1K150-125-315  | 200 | 32,00 | 2900 | 30,00 |
| 1K150-125-315a | 200 | 25,00 | 2900 | 22,50 |
| 1K150-125-315б | 200 | 20,00 | 2900 | 18,50 |
| 1K8/18         | 8   | 18,00 | 2900 | 1,20  |
| 1K8/18a        | 8   | 15,00 | 2900 | 0,80  |
| 1K20/30м       | 25  | 32,00 | 2900 | 4,20  |
| 1K20/30        | 20  | 30,00 | 2900 | 3,50  |
| 1K20/30a       | 20  | 25,00 | 2900 | 2,10  |
| 1K20/30б       | 15  | 20,00 | 2900 | 1,50  |
| 2K80-65-160м   | 50  | 38,00 | 2900 | 9,50  |
| 2K80-65-160    | 50  | 35,00 | 2900 | 9,10  |
| 2K80-65-160a   | 45  | 30,00 | 2900 | 6,500 |
| 2K100-80-160   | 100 | 34,00 | 2900 | 14,00 |
| 2K100-80-160a  | 90  | 28,00 | 2900 | 11,00 |
| 2K100-80-160б  | 80  | 23,00 | 2900 | 9,00  |



## Образец титульного листа ПЗ

Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок

### Проектирование холодильной установки рефрижераторного судна

Пояснительная записка курсовой работы

Разработал студент: подпись Н.Н. Петров

Руководитель проекта: подпись Н.Н. Сидоров

## ***ПРИЛОЖЕНИЕ 2***

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение   |    |
| 1.Выбор исходных данных для выполнения курсовой работы.  | 4  |
| 2.Расчет осадки судна  | 5  |
| 3.Расчет тепловой изоляции подволока трюма   | 6  |
| 4.Расчет холодопроизводительности СХУ  | 11 |
| 4.1.Теплоприток через внешние ограждения   | 11 |
| 4.2.Теплоприток с вентиляционным воздухом  | 14 |
| 4.3.Теплоприток от работающих механизмов   | 15 |
| 4.4.Теплоприток с грузом, поступившим на судно   | 15 |
| 4.5.Потребная холодопроизводительность охлаждающих приборов и компрессоров.  | 16 |
| 5.Система охлаждения и способ холодоснабжения трюмов, принципиальная блок-схема СХУ, расчет теоретического цикла холодильной машины. | 17 |
| 5.1.Система охлаждения и способ холодоснабжения трюмов.  | 17 |
| 5.2.Принципиальная блок-схема СХУ.   | 17 |
| 5.3.Расчет теоретического цикла холодильной машины.  | 17 |
| 6.Основное оборудование СХУ  | 21 |
| 6.1.Холодильные компрессоры  | 21 |
| 6.2.Теплообменные аппараты   | 23 |
| 6.2.1.Конденсаторы   | 24 |
| 6.2.2.Рассольные испарители  | 24 |
| 6.2.3.Воздухоохладители  | 24 |
| 6.2.4.Охлаждающие батареи  | 25 |
| 6.3.Насос забортной воды   | 26 |
| 6.4.Насос для рассола  | 26 |
| 6.5.Вентилятор   | 27 |
| 6.6.Энергоемкость и электродвигатели СХУ   | 27 |
| Библиографический список   | 28 |
| Приложение 1.  | 29 |
| Приложение 2.  | 64 |





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Способы получения холода. Характеристика ледяного и льдосоляного охлаждения. Охлаждение «сухим» льдом. Причина отказа от этих способов в судовых условиях.

2. Испарители для охлаждения воды и рассола. Расчет и подбор испарителей и рассольных насосов.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 2

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Холодопотребность речного судна и холодопроизводительность его холодильной установки.

2. Системы воздушного охлаждения. Типы воздухоохлаждавателей и основы их расчета. Подбор воздухоохлаждавателей и вентиляторов к ним.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 3

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Назначение и специфические особенности тепловой изоляции судовых охлаждаемых помещений. Конструктивные схемы выполнения судовой теплоизоляции и требования к ней.

2. Задачи автоматизации СХУ. Схемы автоматического регулирования установок с одним и несколькими охлаждаемыми объектами.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 4

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Требования к материалам для тепловой изоляции судовых помещений. Характеристика основных теплоизоляционных материалов.

2. Влияние масла, воды, воздуха и загрязнений на работу холодильной машины. Масла для ПКХМ.осушители хладагентов.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 5

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Основные методы расчета судовой теплоизоляции. Определение оптимальной толщины изоляционных конструкций.

2. Задачи автоматизации СХУ. Схемы автоматического регулирования установок с одним и несколькими охлаждаемыми объектами.

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 6

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Расчет изоляционных конструкций методом зон, параллельных тепловому потоку.

2. Приборы управления и защиты холодильных установок. Конструкция и регулировка реле-датчиков давления и реле-датчиков температуры.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 7

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Расчет изоляционных конструкций методом круговых потоков теплоты.

2. Задачи кондиционирования воздуха на судах. Классификация СКВ по назначению и сезону работы. Нормирование параметров воздуха в помещениях. Результирующая температура.

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 8

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Расчет изоляционных конструкций методом ЭТА.

2. Холодопроизводительность судовой СКВ. Определение подачи приточного и наружного воздуха, подаваемого в помещения. Рециркуляция воздуха в судовых системах кондиционирования. Полное и неполное кондиционирование.

Ю.И. Матвеев





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 9

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Способы получения холода. Характеристика ледяного и льдосоляного охлаждения. Охлаждение «сухим» льдом. Причина отказа от этих способов в судовых условиях.

2. Классификация СКВ по скорости воздуха и напору вентиляторов, холодо- и теплоснабжению.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 10

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Машинное охлаждение. Холодильный коэффициент. Схема и холодильный коэффициент обратного цикла Карно. Классификация холодильных машин по хладагенту и виду затрачиваемой энергии.

2. Схемы тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании. Способы распределения воздуха в судовых помещениях.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 11

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Рабочие вещества холодильных машин. Требования к хладагентам. Система условных обозначений хладагентов. Характеристика R 717.

2. Одноканальная, центральная СКВ с рециркуляцией.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 12

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Основные хладагенты холодильных машин речных судов. Хладодоны. Характеристика R 12 и R 22. Азеатропные смеси (R 502). Экологические вопросы применения хладодонов, R 134a и R 125.

2. Одноканальная центрально-групповая СКВ с зонными подогревателями.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 13

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Схема и наиболее экономичный теоретический цикл.

2. Одноканальная центрально-местная СКВ.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 14

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. ПКХМ с дроссельным клапаном. «Влажный» и «сухой» ход компрессора в ПКХМ. Замена «влажного» хода «сухим».

2. Двухканальная, центральная СКВ с рециркуляцией.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 15

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Переохлаждение холодильного агента в ПКХМ, его значение и способы осуществления. Теоретический цикл с регенерацией теплоты.

2. Двухканальная центральная СКВ с магистральными воздухонагревателями.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 16

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Тепловая диаграмма  $h$ - $lqP$ . Изображение теоретических циклов ПКХМ в этой диаграмме. Расчет теоретического цикла ПКХМ.

2. Влияние масла, воды, воздуха и загрязнений на работу холодильной машины. Масло для ПКХМ. Маслоотделители.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего проф-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего проф-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 17

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого холодильного компрессора. Коэффициент подачи и КПД компрессора.

2. Влияние масла, воды, воздуха и загрязнений на работу холодильной машины. Масла для ПКХМ.осушители хладагентов.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 18

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Винтовые холодильные компрессоры (ВХК). Принцип действия и особенности конструкции. Индикаторная диаграмма, рабочие коэффициенты, технико-экономическая характеристика и область применения ВХК.

2. Приборы управления и защиты холодильных установок. Конструкция и регулировка реле-датчиков давления и реле-датчиков температуры.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 19

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Сравнительные режимы работы холодильных машин. Пересчет холодопроизводительности компрессоров из одного режима в другой. Графические характеристики холодильных компрессоров.

2. Тепловой насос (ТН), схема и теоретический цикл. Перспективы использования ТН в установках круглогодичного кондиционирования воздуха на судах.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 20

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Определение основных параметров и потребляемой мощности компрессора. Подбор компрессора.

2. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого холодильного компрессора. Коэффициент подачи и КПД компрессора.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 21

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Классификация и устройство поршневых холодильных компрессоров, их маркировка. Регулирование холодопроизводительности компрессоров.

2. Тепловой насос (ТН), схема и теоретический цикл. Перспективы использования ТН в установках круглогодичного кондиционирования воздуха на судах.

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 22

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Типы конденсаторов, применяемых в судовых холодильных машинах. Расчет и подбор конденсаторов и водяных насосов для них.

2. Основные требования к материалам, используемым в холодильном машиностроении. Особенности монтажа и ремонта холодильных машин, эксплуатирующихся на аммиаке и хладонах. Требования РРР к размещению холодильного оборудования на судах.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 23

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Дросселирующие (регулирующие) устройства судовых холодильных машин. Терморегулирующие клапаны и капиллярные трубки.

2. Основные требования техники безопасности при проектировании и эксплуатации СХУ на R 22 и R 717. Перевод холодильных машин с одного холодильного агента на другой.

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 24

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Системы охлаждения судовых помещений. Схемы и сравнительная характеристика батарейных систем охлаждения (непосредственного и рассольного). Выбор рассола. Расчет рассольных батарей.

2. Классификация и устройство поршневых холодильных компрессоров, их маркировка. Регулирование холодопроизводительности компрессоров.

Ю.И. Матвеев





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 25

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Способы получения холода. Характеристика ледяного и льдосоляного охлаждения. Охлаждение «сухим» льдом. Причина отказа от этих способов в судовых условиях.

2. Классификация СКВ по скорости воздуха и напору вентиляторов, холодо- и теплоснабжению.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 26

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Машинное охлаждение. Холодильный коэффициент. Схема и холодильный коэффициент обратного цикла Карно. Классификация холодильных машин по хладагенту и виду затрачиваемой энергии.

2. Схемы тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании. Способы распределения воздуха в судовых помещениях.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 27

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Рабочие вещества холодильных машин. Требования к хладагентам. Система условных обозначений хладагентов. Характеристика R 717.

2. Одноканальная, центральная СКВ с рециркуляцией.



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 28

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Основные хладагенты холодильных машин речных судов. Хладодоны. Характеристика R 12 и R 22. Азеатропные смеси (R 502). Экологические вопросы применения хладодонов, R 134a и R 125.

2. Одноканальная центрально-групповая СКВ с зонными подогревателями.



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 29

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Способы получения холода. Характеристика ледяного и льдосоляного охлаждения. Охлаждение «сухим» льдом. Причина отказа от этих способов в судовых условиях.

2. Классификация СКВ по скорости воздуха и напору вентиляторов, холодо- и теплоснабжению.

Ю.И. Матвеев

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 30

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Машинное охлаждение. Холодильный коэффициент. Схема и холодильный коэффициент обратного цикла Карно. Классификация холодильных машин по хладагенту и виду затрачиваемой энергии.

2. Схемы тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании. Способы распределения воздуха в судовых помещениях.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 31

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Рабочие вещества холодильных машин. Требования к хладагентам. Система условных обозначений хладагентов. Характеристика R 717.

2. Одноканальная, центральная СКВ с рециркуляцией.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 32

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Основные хладагенты холодильных машин речных судов. Хладодоны. Характеристика R 12 и R 22. Азеатропные смеси (R 502). Экологические вопросы применения хладодонов, R 134a и R 125.

2. Одноканальная центрально-групповая СКВ с зонными подогревателями.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 33

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Схема и наиболее экономичный теоретический цикл.

2. Одноканальная центрально-местная СКВ.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 34

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. ПКХМ с дроссельным клапаном. «Влажный» и «сухой» ход компрессора в ПКХМ. Замена «влажного» хода «сухим».

2. Двухканальная, центральная СКВ с рециркуляцией.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего проф-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 35

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Переохлаждение холодильного агента в ПКХМ, его значение и способы осуществления. Теоретический цикл с регенерацией теплоты.

2. Двухканальная центральная СКВ с магистральными воздухонагревателями.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего проф-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)**

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

---

Кафедра ЭСЭУ

---

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

---

Экзаменационный билет № 36

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

---

1. Тепловая диаграмма  $h-lqP$ . Изображение теоретических циклов ПКХМ в этой диаграмме. Расчет теоретического цикла ПКХМ.

2. Влияние масла, воды, воздуха и загрязнений на работу холодильной машины. Масло для ПКХМ. Маслоотделители.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 37

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого холодильного компрессора. Коэффициент подачи и КПД компрессора.

2. Влияние масла, воды, воздуха и загрязнений на работу холодильной машины. Масла для ПКХМ.осушители хладагентов.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 38

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Винтовые холодильные компрессоры (ВХК). Принцип действия и особенности конструкции. Индикаторная диаграмма, рабочие коэффициенты, технико-экономическая характеристика и область применения ВХК.

2. Приборы управления и защиты холодильных установок. Конструкция и регулировка реле-датчиков давления и реле-датчиков температуры.

Ю.И. Матвеев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
МОРСКОГО И РЕЧНОГО  
ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего про-  
фессионального образования  
«Волжский государственный университет  
водного транспорта»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУВТ»)

Зав. кафедрой ЭСЭУ,  
д.т.н., профессор

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 39

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Сравнительные режимы работы холодильных машин. Пересчет холодопроизводительности компрессоров из одного режима в другой. Графические характеристики холодильных компрессоров.

2. Тепловой насос (ТН), схема и теоретический цикл. Перспективы использования ТН в установках круглогодичного кондиционирования воздуха на судах.

Ю.И. Матвеев

Кафедра ЭСЭУ

VII семестр IV курса 2024/25 учебного года

Экзаменационный билет № 40

по дисциплине

Судовые холодильные установки и СКВ

1. Определение основных параметров и потребляемой мощности компрессора. Подбор компрессора.

2. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого холодильного компрессора. Коэффициент подачи и КПД компрессора.

Ю.И. Матвеев