

Министерство сельского хозяйства РФ

Мичуринский филиал

ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

Бохан К.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению дипломного проекта

по специальности

15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация
холодильно-компрессорных машин и установок
(по отраслям)

Учебно-методическое пособие

Брянск, 2018

УДК 621.57(07)
ББК 31.392
Б 86

Бохан, К. А. Методические указания по выполнению дипломного проекта по специальности 15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок : учебно-методическое пособие / К. А. Бохан. – Брянск : Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 150 с.: ил.

Методические указания разработаны для студентов 4 курса специальности 15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок. В них изложены методы технологических расчетов при проектировании холодильников различного назначения; указания по оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части; список рекомендуемой литературы. Даны приложения, содержащие справочные данные для выполнения технологических расчетов; характеристика технологического оборудования.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала протокол № 5 от 10.04.2017 г.

Рецензент:

Н. И. Демченко - председатель ЦМК профессиональных модулей Мичуринского филиала ФГБОУ ВО Брянского ГАУ

© Бохан К. А., 2018
© Мичуринский
филиал ФГБОУ ВО
«Брянский государственный
аграрный университет, 2018.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
1. Общие требования к выполнению дипломного проекта.	5
2. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки дипломного проекта.	7
3. Требования к оформлению графической части дипломного проекта.	11
4. Подготовка к защите и защита дипломного проекта.	18
II МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	20
1. Специальная часть	21
1.1. Выбор расчетных параметров.	21
1.2. Краткое описание строительных конструкций холодильника	21
1.3. Расчет строительных площадей потребителей холода	22
1.4. Планировка охлаждаемых помещений	27
1.5. Расчет толщины тепловой изоляции строительных конструкций охлаждаемых помещений	29
1.6. Тепловой расчет потребителей холода	31
1.7. Выбор расчетного рабочего режима	38
1.8. Выбор схемы холодильной установки	40
1.9. Тепловой расчет и подбор компрессоров	40
1.10. Тепловой расчет и подбор основных теплообменных аппаратов	45
1.11. Расчет и подбор вспомогательных аппаратов	50
1.12. Описание схемы холодильной установки	54
1.13. Выбор приборов автоматики и описание узловой функциональной схемы автоматизации.	55
2. Индивидуальное задание	55
3. Мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	65
ПРИЛОЖЕНИЯ	68

ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект – это комплексная самостоятельная исследовательская работа, в ходе которой студент решает конкретные практические задачи, соответствующие профилю деятельности и уровню образования, развивает практические навыки в реальных условиях в период прохождения преддипломной практики. При этом используются знания, полученные по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям, а также по направлениям углубленной подготовки.

Цель дипломного проектирования – систематизировать, закрепить и расширить полученные теоретические знания по специальности, и их применение для постановки и решения практических задач; углубить навыки проведения расчетов; развить чувство соразмерности и правильности выбора холодильного оборудования; развить умение проводить критический анализ литературы.

Задача дипломного проекта показать уровень овладения выпускником необходимыми теоретическими знаниями, практическими умениями и навыками, профессиональными и общими компетенциями, позволяющими ему решать профессиональные задачи и демонстрировать освоение видов профессиональной деятельности в рамках специальности.

Настоящие методические указания содержат как общие методические основы выполнения дипломного проекта, так и методические указания по выполнению расчетно-пояснительной записки дипломного проекта с методами расчетов при проектировании холодильников различного назначения.

Решения, принятые студентом в дипломном проекте, должны находиться на уровне достижений отечественной и зарубежной техники.

В дипломном проекте должны быть учтены требования правил устройства и безопасной эксплуатации холодильных установок, а также охраны окружающей среды.

Тематика дипломного проекта включает в себя проектирование следующих холодильных предприятий:

- распределительных холодильников общего назначения;
- распределительных холодильников для хранения фруктов и овощей;
- производственных холодильников при молкомбинатах и мясокомбинатах
- распределительных холодильников для хранения рыбы.

В задании на проект указываются: 1) район строительства; 2) суточная производительность предприятия, т.

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. В состав расчетно-пояснительной записки входит: введение; специальная часть; индивидуальное задание; экономическая часть; мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды; заключение; список использованной литературы. Графическая часть: 1 лист – Холодильник. План. Разрез; 2 лист – Схема трубопроводов холодильной установки; 3 лист – Схема автоматизации; 4 лист – Индивидуальное задание.

Перечень литературы, необходимой для работы над дипломным проектом, дан в конце методических указаний.

I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Общие требования к выполнению дипломного проекта.

1.1. Цель выполнения дипломного проектирования

Выполнение студентом дипломного проекта проводится с целью:

- ✓ систематизации и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- ✓ углублению теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- ✓ формирования умения применять теоретические знания при решении поставленных профессиональных задач;
- ✓ формирования умения использовать справочную, нормативную, правовую документацию;
- ✓ развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- ✓ подготовки к итоговой государственной аттестации.

1.2. Выбор темы и руководство дипломного проекта

Выбор темы студентом осуществляется самостоятельно и заблаговременно.

Тема проекта может быть предложена студенту, при условии обоснования ее целесообразности.

По содержанию дипломный проект должен носить практический характер. Целесообразно, чтобы он был связан с программой практики, а также с работой конкретного предприятия.

Закрепление тем дипломных проектов за студентами утверждается заместителем директора по учебной работе. Любое изменение темы после утверждения не допускается. Срок выполнения определяется графиком учебного процесса. По согласованию с преподавателем студент уточняет круг вопросов, подлежащих изучению, составляет план исследования, определяют структуру, сроки выполнения ее этапов, необходимую литературу, исходные данные.

Руководство дипломными проектами осуществляют преподаватели, имеющие достаточный опыт педагогической работы. Одновременно, кроме основного руководителя, могут быть назначены консультанты по отдельным частям (вопросам) дипломного проекта. Студент имеет право выбора основного руководителя.

Дипломный проект должен быть представлен на рецензию студентом лично не позднее, чем за четыре дня до защиты. Студенты, не предоставившие проект в установленные сроки, считаются не выполнившими учебный план и подлежат отчислению из учебного заведения.

1.3. Последовательность выполнения дипломного проектирования

2. Выбрать тему дипломного проекта.
3. Подобрать соответствующую нормативную, законодательную, учебную литературу.
4. Сделать обзор, обобщение и анализ литературы.
5. Провести необходимые технологические расчеты, подготовить практический цифровой материал.
6. Логически последовательно распределить материал по содержанию работы.
7. Сделать аналитические выводы, с указанием причин, факторов, дать оценку.
8. Оформить дипломный проект в соответствии с требованиями методических указаний по оформлению и написанию дипломного проекта.
9. Сдать дипломный проект на проверку.
10. Познакомиться с рецензией.
11. Провести доработку по замечаниям, подготовиться к ответам по указанным замечаниям.
12. Подготовить доклад на защиту дипломного проекта.

1.4. Основные требования к содержанию дипломного проекта

Дипломный проект должен быть выполнен по актуальной для получаемой специальности теме. Актуальность темы и основные цели проекта должны быть аргументированы самим студентом во введении.

Дипломный проект студента должен быть выполнен студентом самостоятельно со ссылками на используемую литературу и другие источники.

Содержание проекта и уровень его исполнения должны удовлетворять современным требованиям по получаемой специальности и степень этого соответствия отмечается в рецензии преподавателем.

Результатом выполнения проекта является достижение сформулированных во введении целей и задач.

1.5. Структура дипломного проекта

Структурными элементами дипломного проекта являются:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на выполнение дипломного проекта;
- 3) содержание;
- 4) введение;
- 5) основная часть;
- 6) заключение;
- 7) библиографический список;
- 8) графическая часть.

Во введении, объемом не более двух страниц, должна содержаться аргументация актуальности темы, цель и задачи проекта, определена его практическая значимость, источники информации.

Для раскрытия актуальности выбранной темы необходимо определить степень проработанности этой проблемы в других источниках, а также показать суть проблемной, т.е. противоречивой и требующей решения ситуации.

От доказательства актуальности выбранной темы целесообразно перейти к формулировке цели работы. Цель - есть мысленный образ, предвосхищающий конечный итог работы.

Исходя из развития цели проекта, определяются задачи. Это обычно делается в форме перечисления (проанализировать..., разработать..., обобщить..., выявить..., изыскать..., найти..., изучить..., определить..., описать..., установить..., выяснить). Формулировки задач необходимо делать более точными, поскольку описание их решения должно составить содержание дипломного проекта.

В структуре основной части должны быть выделены разделы (1, 2, 3), а в их составе - подразделы (1.1., 1.2., 1.3.,..., 2.1., 2.2. и т.п.). Названия разделов и подразделов должны быть сформулированы кратко и отражать их содержание.

Основная часть должна включать в себя: специальную часть (расчетную); индивидуальное задание; экономическую часть; мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды.

Библиографический список должен содержать перечень всех источников, использованных при выполнении проекта. При использовании в тексте выдержек из того или иного источника, цитат или мнений специалистов, а также цифрового материала, в тексте делается ссылка на источник информации.

2. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки дипломного проекта

Дипломный проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки на 50 - 100 листах рукописного текста и четырех чертежей, выполненных согласно требованиям «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД) и «Системы проектной документации для строительства» (СПДС). Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки изложены в ЕСКД ГОСТ 7.32-2001 «Основные требования к текстовым документам».

1. Титульный лист выполняется согласно образца (Приложение 1).

2. После титульного листа помещается задание на дипломное проектирование (Приложение 2). Задание на выполнение дипломного проекта брошюруется в папке текстовых документов после титульного листа, не нумеруется и не включается в количество листов.

3. Расчетно-пояснительная записка должна быть выполнена на листах формата А4 в режиме односторонней печати. Текст набирается на компьютере: шрифтом TimesNewRoman, 14 размера, через 1,5 интервала. Поля – 2 см сверху и снизу, 3 см слева, 1 см справа.

4. Основная часть расчетно-пояснительной записки состоит из разделов (глав), и подразделов (параграфов). Разделы должны иметь порядковые номера

в пределах всего курсового проекта, обозначенные арабскими цифрами. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. Заголовки разделов (глав) и следующий за ними текст начинаются с новой страницы. Это правило распространяется и на введение, заключение, список использованной литературы.

Заголовки "ВВЕДЕНИЕ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК" не нумеруют. Все указанные заголовки первого уровня печатаются прописными буквами, жирным шрифтом TimesNewRomanCyr № 14, симметрично тексту. Если заголовки содержат несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. Для нумерации используются арабские цифры. После заголовка раздела ставится отступ в пустую строку.

Заголовки подразделов (параграфов) печатаются после названия глав. Они печатаются жирным шрифтом TimesNewRomanCyr № 14, симметрично тексту, имеют только первую букву прописную, остальные – строчные. Если заголовки содержат несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. После заголовка раздела ставится отступ в пустую строку.

Заголовки отделяют от текста сверху и снизу двумя интервалами (10 мм). Между заголовками раздела и подраздела оставляют расстояние, равное двум интервалам (10 мм).

Подразделы (параграфы) должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела. Номер параграфа начинается с номера раздела, затем ставится номер параграфа по порядку (например, 1.2. – второй параграф первой главы). Для нумерации используются арабские цифры.

5. В дипломном проекте допускаются общепринятые сокращения слов там, где речь идет об официальной аббревиатуре, например, Российская Федерация (РФ), кг, см, тыс. руб., млн. руб. Знак % пишется только с цифровыми выражениями.

6. Оформление формул расчета показателей предполагает использование преимущественно общепринятых условных обозначений. Формулы в рамки не заключаются. Расшифровки символов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа записывают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Формулы в работе нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне нижней строки формулы в круглых скобках. (1.2 вторая формула первого раздела).

Образец оформления формулы.

$$q_1 = AF, \quad (1.2)$$

где А - удельный теплоприток от освещения в единицу времени отнесённый к 1 м² площади пола Вт/м², F-площадь камеры, м²

При ссылке в тексте на формулу указывают в скобках ее порядковый номер.

7. Схемы, графики, диаграммы и другие иллюстрации располагают сразу после ссылки на них в тексте и нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами, именуя их рисунками. Номер и название рисунка пишутся под рисунком (например, Рис. 1.1 Название), при повторной ссылке добавляется сокращённое слово «смотри», например: (см. рис. 1.1) выровняются по центру, без абзацного отступа, без точки в конце названия.

Для создания нестандартной графической схемы используется программный продукт MS Word в следующей последовательности: в меню «Вставка» выбирается пункт «Объект»; из списка объектов выбирается объект «Рисунок «MicrosoftWord»;

созданный объект открывается для редактирования; внутри объекта «Рисунок «MicrosoftWord» формируются графические символы.

Для создания стандартных графических схем (диаграмма, график, и т.п.) студент должен использовать программу MicrosoftOfficeVisio.

8. Таблицы содержат цифровой материал, используемый в анализе и проектировании. Их следует располагать непосредственно после абзаца, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице (если нет возможности разместить таблицу на одной странице). Над правым верхним углом таблицы помещают надпись «Таблица» и указывается её порядковый номер (знак № не ставится). Ниже посередине страницы должен быть помещен тематический заголовок. Заголовок таблицы выполняется строчными буквами (кроме первой прописной). Название таблицы выравнивается по центру без абзацного отступа, без точки в конце названия таблицы. Таблицы нумеруются аналогично рисункам арабскими цифрами.

Примеры ссылок на таблицы в тексте работы: в табл. 2, (табл. 2). Повторные ссылки на таблицы даются с сокращённым словом «смотри», например: (см. табл. 1).

Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовка и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят.

Графу "№ п/п" в таблицу не включают. Строки таблицы нумеруются только при переносе таблицы на другую страницу. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера указывают в боковике таблицы перед их наименованием.

Для облегчения ссылок в тексте допускается нумерация граф. Если цифровые данные в графах таблицы выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы. Если все параметры выражены в одной и той же единице физической величины, ее сокращенное обозначение помещают над таблицей.

Повторяющийся в графе текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словом "То же", а далее - кавычками. Если цифровые или иные данные в таблице не приводятся, то в графе ставят прочерк. Если таблица заим-

ствована или рассчитана по данным литературного источника, следует сделать ссылку на источник.

При переносе таблицы следует переносить ее шапку на каждую страницу. Тематический заголовок таблицы переносить не следует, однако над ее правым верхним углом необходимо указывать номер таблицы после слов «Продолжение» или «Окончание». Например: «Продолжение таблицы 2».

Если таблица располагается на странице не вертикально, а горизонтально, то шапка таблицы должна располагаться с левого края страницы.

В таблице допустимо использовать более мелкие размеры шрифта (например, 10 или 12) и меньший междустрочный интервал.

9. В конце каждого вопроса следует формулировать выводы по существу изложенного материала. Вывод должен логически завершать проведенные рассуждения. Обычно выводы начинаются оборотом «таким образом, ...» или «итак ...», затем формулируется содержание самих выводов.

Выводы должны быть краткими, конкретными и вытекать из изложенного материала.

10. Сведения об источниках, включённых в библиографический список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Список литературы дается в алфавитном порядке, с указанием автора, названия работы, места издания и названия издательства, года издания и количества страниц.

Библиографический список должен содержать перечень всех источников, использованных при выполнении работы.

Он *составляется в следующей последовательности:*

- Российские законы;
- Указы президента;
- Постановления правительства России;
- Нормативные документы (Положения и приказы Министерства, инструктивные письма, инструкции, ГОСТы);
- прочие источники (книги, статьи в алфавитном порядке по фамилиям авторов или заглавий книг и статей, если фамилии авторов не указаны).

11. При включении в текст дипломного проекта цитат (дословного воспроизведения выдержек из каких-либо произведений, выделяемых кавычками), использовании заимствованных из литературных источников цифр и фактов, изложении точек зрения различных авторов, применении описанных в литературе методов (и т. д.) необходимо делать ссылки на источники, из которых взяты эти материалы.

Ссылки могут быть постраничными и затекстовыми. Постраничные ссылки оформляются в виде сносок, помещаемых под чертой внизу той страницы, где заканчивается цитата или изложение заимствованного материала. Сноска имеет порядковый номер (нумерация дается постранично, на одной странице – не более 5 ссылок) и содержит фамилию, инициалы автора, название работы, место издания, наименование издательства, год издания, номера страниц. Если ссылки делаются на журнальные или газетные статьи, то после их названия

указываются наименование журнала или газеты, год издания, номер журнала или дата опубликования газеты, номера страниц. В том случае, если на одной странице несколько раз подряд дается ссылка на один и тот же источник, то библиографическое описание источника заменяется указанием «Там же».

Затекстовые ссылки представляют собой указание номера источника в списке литературы и номера страницы (отделяется от первого запятой), заключённых в квадратные скобки, в тексте, требующем ссылки (например, [15, с. 34]).

12. При написании текста работы не допускается применять:

- ✓ обороты разговорной речи, произвольные словообразования;
- ✓ иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- ✓ сокращения обозначений единиц физических величин, если оно употребляется без цифр;
- ✓ математические знаки без цифр.

13. К защите проект представляется в сброшюрованном виде. Расчетно-пояснительная записка должна иметь вид:

1. Титульный лист
2. Задание на дипломное проектирование
3. Содержание
4. Непосредственно текст и расчеты дипломного проекта
5. Библиографический список
6. Приложения (если таковые имеются)

3. Требования к оформлению графической части дипломного проекта

В дипломном проекте графическая часть состоит из четырех листов: на одном представляется план и разрезы холодильника; на втором схема трубопроводов холодильной установки; на третьем схема автоматизации холодильной установки; на четвертом основные узлы, детали компрессора, теплообменные и вспомогательные аппараты, арматура и предохранительные устройства (согласно индивидуального задания). Выполняется принципиальная (полная) схема холодильной установки, определяющая полный состав элементов и связей между ними.

Графическую часть проекта выполняют на листах формата А1. На каждом листе должна быть рамка на расстоянии 5 мм от края. Слева оставляют поле шириной 20 мм. В правом нижнем углу располагают основную надпись, размеры и номера граф которой приведены в прил. 3

В графах основной надписи указывают:

- в графе 1 – название чертежа (план, разрез; схема холодильной установки);
- в графе 2 – наименование учебного заведения;
- в графе 6 – масштаб;
- в графе 7 – порядковый номер листа;
- в графе 8 – общее количество листов документа;
- в графе 9 – номер учебной группы;

в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ (в дипломном проекте: учащийся и руководители, консультировавшие учащегося по данному разделу проекта);

в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

в графе 13 – дата подписания документа;

В графе 1 указывают тему дипломного проекта в именительном падеже (например: «Холодильник распределительный емкостью 1500 т»), а в графе 2 – название чертежа также в именительном падеже (например: «Схема холодильной установки»).

Планы и разрезы холодильников выполняют в масштабах 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400 по ГОСТ 2.302 – 68. Масштаб указывают в графе 6 основной надписи. Если на чертеже имеются виды, выполненные в другом масштабе, то у каждого такого вида должен быть указан масштаб, относящийся к этому виду. В графе 6 основной надписи масштаб указывают по типу 1 : 100, в остальных случаях – по типу М1: 10.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Элементы и устройства изображают в виде условных графических обозначений. На трубопроводах указывают направление движения среды. Трубопроводы различного назначения обозначают цифрами или линиями различного начертания с обязательной расшивкой на полях схемы. По действующему стандарту в холодильной установке трубопроводы имеют следующие номера: 1 – вода, 11 – аммиак, 14 – масло, 18 – фреоны. Для теплоносителей номер не определен, проектные организации обозначают трубопроводы для теплоносителей номером 28. Для того чтобы разлить трубопроводы, по которым движется хладагент различного состояния, около цифры помещают букву *ж* или *г* для обозначения соответственно жидкостного трубопровода или трубопровода, по которому движется газообразный хладагент. Можно применять и другие обозначения, например, для оттаивательных трубопроводов, дренажных и др. (Приложение 4, табл. 4.1).

Элементы и устройства нумеруют по порядку, начиная с единицы, по направлению потока рабочей среды. Номера проставляют на полках линий – выносков. Пронумерованные элементы записывают в перечень элементов в виде таблицы, заполняемой сверху вниз. Перечень элементов располагают над основной надписью, а при отсутствии места над ней – слева. В перечне элементов имеются следующие графы (в скобках указаны размеры граф): первая графа – порядковый номер (20 мм), вторая графа – обозначение (50 мм), третья графа – наименование (70 мм), четвертая графа – количество (10 мм), пятая графа – примечание (остальное 35 мм).

Схемы холодильных установок необходимо выполнять плоскими.

Правила выполнения схем автоматизации.

Схемы автоматизации выполняют в соответствии с заданием на проектирование. Их могут разрабатывать с большей или меньшей степенью детализации.

Функциональная схема представляет собой чертёж, на котором схематично с помощью условных обозначений изображено следующее: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации

(приборы, реле, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связи между ними.

При составлении схем автоматизации необходимо учитывать:

- уровень (объем) автоматизации технологического процесса;
- технологические параметры, подлежащие автоматическому регулированию и контролю, пределы их измерений и выбор метода измерения;
- автоматическое или операторное дистанционное управление технологическим оборудованием;
- автоматическую защиту и блокировку технологических агрегатов и установок;
- выбор основных технических средств автоматизации;
- размещение приборов и аппаратуры на щитах и пультах управления.

Чертеж функциональной схемы автоматизации состоит из двух частей. В верхней части листа тонкими контурными линиями вычерчивается схема технологического процесса (отдельного оборудования). Здесь условными обозначениями показывают датчики, исполнительные механизмы с рабочими органами и электродвигатели в местах их установки (Приложение 4, таб. 4.2). Конец прямого отрезка датчика указывает место нахождения чувствительного элемента.

В нижней части листа, в прямоугольниках, указывающих место установки прибора, показывают условные обозначения приборов, аппаратов управления и сигнализации, установленных «по месту» и «на щите». В каждом прямоугольнике с левой стороны делается надпись: «Приборы на щите» или «Щит приборный», «Щит сигнализации», «Пульт управления», «Щит электроаппаратуры», «Приборы по месту».

В прямоугольнике «Приборы по месту» указывают все не щитовые приборы (ртутно-стеклянные термометры, манометры, вакуумметры, дифманометры, емкостные электронные и поплавковые сигнализаторы уровня, простейшие уровнемеры и т. п.), которые по своим конструктивным особенностям размещаются непосредственно на оборудовании и трубопроводах. Вспомогательную аппаратуру и устройства (источники питания, фильтры и редукторы пневмопитания, предохранители, магнитные пускатели и т. п.), а также датчики и исполнительные механизмы со своими рабочими органами, вмонтированные непосредственно в технологические объекты или коммуникации, в прямоугольнике «Приборы местные» не указывают.

В верхней части схемы указывают только чувствительные элементы (датчики, первичные преобразователи), ротаметры, термометры сопротивления, термопары, сужающие устройства, исполнительные устройства, регулирующие и запорные органы.

Связь между первичными измерительными преобразователями (датчиками) и средствами автоматизации, находящимися в верхней части схемы, с приборами и элементами управления, установленных на щитах и пультах, показывают тонкими сплошными линиями, толщиной 0,2 - 0,3 мм. Если функциональная схема сложная, то допускается обрыв линии связи, при этом каждый конец разорванной линии нумеруют одной и той же цифрой. Номера линий связи располагают в горизонтальных рядах, причём в нижней части схемы номера запи-

сываются в возрастающем порядке, а в верхней части схемы - в произвольном. Линии связи наносят с наименьшим количеством изломов и пересечений.

Технологическое оборудование и трубопроводы на функциональных схемах изображают упрощенно, показывая их функциональную связь и взаимодействие с приборами и средствами автоматизации.

Оборудование чертят без учёта масштаба, упрощено, но в соответствии с формой и пропорциями. Наименование оборудования можно обозначать заглавными буквами (например: КМ - компрессор; И - испаритель и т. п. см. прил. 4).

Оборудование и трубопроводы вспомогательного назначения, дополнительные узлы и средства показывают в том случае, если они механически соединяются и взаимодействуют с приборами и средствами автоматизации.

В отдельных случаях некоторые элементы технологического оборудования вспомогательного назначения можно изображать на функциональной схеме в виде прямоугольников с указанием только наименования этих элементов.

Технологические коммуникации и трубопроводы для газа и жидкости изображают в соответствии с действующим стандартом при их однолинейном изображении (см. прил. 4, таб. 4.1).

Трубопроводы, идущие от конечных аппаратов или подходящие к ним, на схеме обрываются и заканчиваются стрелкой, показывающей направление потока, а также снабжаются поясняющей надписью: «К потребителю холода», «К испарителю» и т. д.

Контуры оборудования чертят в линиях толщиной 0,6 - 1,5 мм, а коммуникации - 1 - 2 мм.

На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка. Отсутствие точки означает отсутствие соединения трубопроводов. Знак обвода (в виде полуокружности) на линиях пересечения трубопроводов не применяется.

Приборы и средства автоматизации изображают в соответствии с требованиями ГОСТа 21 -404-85. Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации приведены в прил. 4, таб. 4.2.

На функциональных схемах приборы изображают в виде окружностей с толщиной линии 0,5 - 0,6 мм, а горизонтальная разделительная черта внутри обозначения - 0,2 - 0,3 мм. В некоторых случаях, когда обозначение прибора состоит из большого числа знаков, то допускается изображать прибор в виде эллипса (см. рис. 1.1).

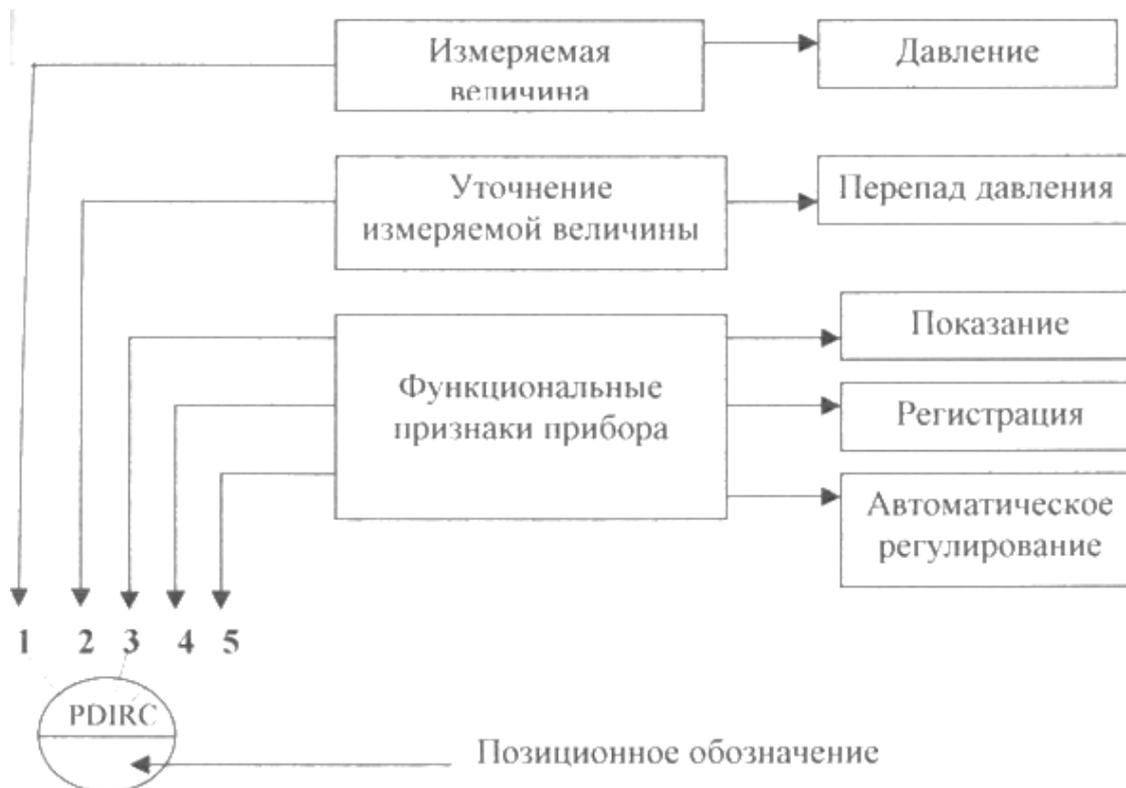


Рис. 1.1. Условное изображение прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

Для получения полного обозначения прибора или средства автоматизации в его графическое условное обозначение (окружность) вписывают буквенное обозначение в соответствии с прил. 4, табл. 4.3, которое определяет назначение прибора или средства автоматизации.

Для изображения приборов на функциональной схеме в верхнюю часть окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, а в нижнюю часть окружности наносится позиционное значение (цифровое или буквенное), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования. Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 1.1.

Буквенный шифр прибора записывается в строго определенном порядке (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Порядок записи шифра прибора

Порядковый номер буквы слева направо	Функциональный признак	Буква
1	Вид технологического параметра	—
2	Дополнительное значение, уточняющее первую букву	—
3	Измерение, показания	<i>I</i>
4	Запись, регистрация	<i>R</i>
5	Управление, регулирование	<i>C</i>
6	Включение, отключение, наличие контактного устройства	<i>S</i>
7	Сигнализация	<i>A</i>

Чтение функционального назначения прибора следует начинать со слов: «Прибор для ...» и далее читать функциональные признаки справа налево.

Например:

DIRCSA – прибор для сигнализации, регулирования, регистрации и измерения плотности;

QI – прибор для измерения состава и концентрации;

FQI – прибор для измерения суммарного расхода (счетчик количества);

FI – прибор для измерения расхода (расходомер);

FC – прибор для регулирования расхода;

FFC – прибор для регулирования соотношения расходов.

Как видно из приведенных примеров местоположение буквы в соответствии с прил. 4, табл. 4.3, определяет ее значение. Особое значение имеет буква «S» (включение, отключение, переключение). Например:

TC – прибор для регулирования температуры (закон регулирования не указан);

TCS – прибор для позиционного регулирования температуры.

Если в обозначении прибора присутствует буква «A» (сигнализация), то передней обязательно должна стоять буква «S», поскольку сигнализация происходит за счет включения, отключения и переключения.

Например:

TSA – прибор для сигнализации температуры;

TISA – прибор для сигнализации и измерения температуры.

В буквенных обозначениях датчиков (первичных преобразователях) на первом месте ставится буква, обозначающая контролируемый (регулируемый) параметр, а на втором – буква «E».

Например:

ME – датчик влажности;

WE – датчик массы.

Особые обозначения имеет аппаратура сигнализации, которые проставляются рядом с условным обозначением устройства:

HL – световая сигнализация;

HA – звуковая сигнализация, а также аппаратура управления, обозначения которой проставляются внутри обозначения прибора:

H – кнопка, кнопочная станция;

HS – ключ управления, переключатель;

NS – магнитный пускатель.

Для обозначения технологических параметров, не обусловленных ГОС-Том, используются резервные буквы – *N, O, B*. В этом случае на поле схемы наносятся обозначения технологических параметров, зашифрованных этими буквами.

Приборы, объединенные одним функциональным назначением (например, датчик уровня, реле уровня, ИМ с РО для подачи жидкости в резервуар и сигнальная лампа; или кнопочная станция, магнитный пускатель, электродвигатель, сигнальная лампа; или датчик температуры и прибор для контроля и ее регистрации и др.), объединяются линиями связи, образуя цепочки.

Линии связи на схеме автоматизации изображают одной линией независимо от числа проводов или труб и наносят с наименьшим количеством изломов и пересечений. Линии должны четко отображать функциональные связи между элементами схемы от начала до конца прохождения сигнала (воздействия). Допускается объединять в одну линию блокировочные линии связи.

При вычерчивании линий связи соблюдают следующие условия:

- в месте пересечения независимых, самостоятельных линий связи точку не ставят и знак обвода линий в виде полуокружности не применяют (рис. 1.2, а);
- в месте соединения зависимых, соединенных линий связи ставят точку. В узле соединений сигнал, передаваемый по одной линии, далее может распространяться по другим линиям связи в соответствии со стрелками направления сигналов (рис. 1.2, б);
- ответвления линий связи отличаются от пересечений зависимых линий связи только числом линий в узле (рис. 1.2, в);
- ответвления и разветвление линий связи изображают двумя способами (рис. 1.2, г).

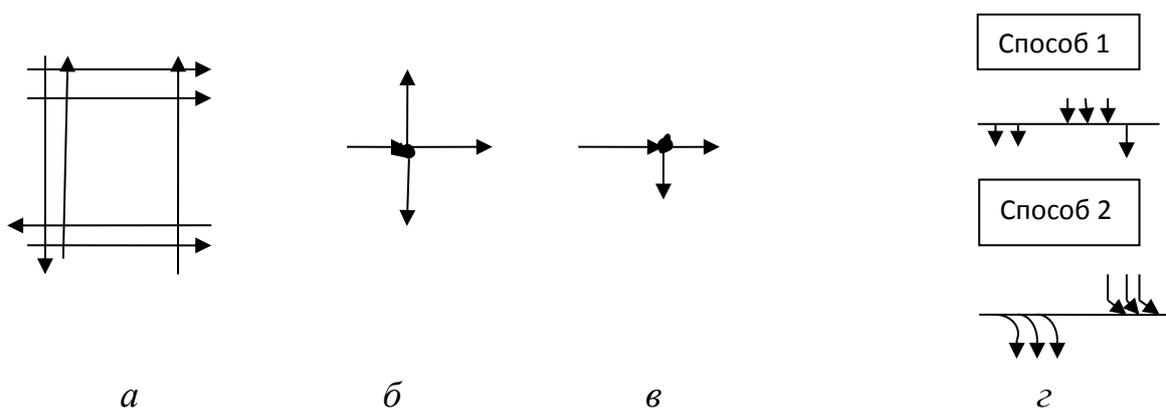


Рис. 1.2 Правила вычерчивания линий связи:
а – независимых, самостоятельных; *б* – зависимых; *в* – ответвлений;
г – слияния и разветвления.

В основном применяют второй способ, так как все линии связи при слиянии и разветвлении являются самостоятельными. Для удобства вычерчивания независимые линии после их слияния или до разветвления условно заменяют одной. Общую линию не утолщают. На входе сигналов в неразветвленный участок общей линии связи и на выходе из него можно проставлять условные номера сигналов, показывающие их направление.

В сложных схемах автоматизации допускается обрывать линии функциональных цепей, при этом каждый конец разорванной линии нумеруют одними и теми же числами (арабскими цифрами). Номера линий связи располагают в горизонтальных рядах в возрастающем порядке.

В нижней части условных обозначений приборов и средств автоматизации указывается их позиционное обозначение, состоящее из двух чисел арабскими цифрами через тире. Первое число соответствует номеру функциональной цепочки при чтении чертежа схемы слева направо. Второе число, через тире, обозначает номер прибора в данной функциональной цепочке.

Особые условные обозначения имеют аппаратура управления и сигнализации. Аппаратура управления имеет буквенное обозначение:

SB – кнопка, кнопочная станция;

SA – ключ, переключатель;

KM – магнитный пускатель.

Рядом проставляется цифра, обозначающая номер аппарата по полю схемы слева направо (например: SB2, SA3, KM1).

Позиционные обозначения сигнальной аппаратуры состоят из числа, проставляемого рядом с их обозначением, также по порядку на поле схемы (например: HL3, HA2 и др.).

4. Подготовка к защите и защита дипломного проекта

К защите дипломного проекта допускаются студенты, успешно завершившие в полном объеме освоение основной образовательной программы по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок», в соответствии с требованиями ФГОС СПО, и успешно прошедшие все виды аттестационных испытаний.

Законченные дипломные проекты сдаются студентами руководителям проектирования. Студент-дипломник обязан до сдачи проекта руководителю поставить на титульном листе свою подпись и получить подпись консультанта.

В течение 10 дней руководитель готовит отзыв на работу студента.

Завершенный дипломный проект с личной подписью студента и подписью руководителя на титульном листе, вместе с отзывом руководителя отдается на рецензию. Рецензента дипломного проекта назначает заместитель директора по учебной работе и ставит об этом в известность студентов. На рецензию отводится не менее 10 дней. Внесение изменений в проект после получения рецензии не допускается.

Дипломный проект вместе с отзывом и рецензией в установленные сроки предоставляется заместителю директора по учебной работе для решения о допуске к защите. Решение о допуске к защите может быть положительным даже в случае, если рецензия отрицательная. Разрешение о допуске оформляется на титульном листе и скрепляется подписью заместителя директора по учебной работе. В случаях отказа в допуске к защите вопрос рассматривается на заседании цикловой методической комиссии, которая выносит мотивированное решение. Причинами отказа в допуске может послужить несоответствие дипломного проекта получаемой специальности, требованиям, изложенным в данном руководстве, несоблюдение сроков подготовки проекта.

Дипломные проекты с решением заместителя директора по учебной работе, рецензией и отзывом передаются в Государственную аттестационную комиссию (ГАК) не позднее, чем за 3 дня до защиты.

После сдачи дипломного проекта в ГАК студент готовит выступление перед комиссией.

К защите дипломного проекта готовиться надо основательно и серьезно. Студент должен не только написать высококачественный дипломный проект,

но и уметь защитить его, так как иногда высокая оценка руководителя и рецензента снижается из-за плохой защиты. Успешная защита основана на хорошо подготовленном докладе. О том, как готовить и сделать доклад, существует много полезных рекомендаций в сети Интернет (см., например, Доклад о докладе или Как подготовить сообщение для специалистов, 7 советов боязливому оратору).

В докладе рекомендуется отметить:

- что сделано лично студентом;
- чем он руководствовался при исследовании темы;
- что является предметом исследования и проектирования;
- какие методы использованы при изучении рассматриваемой проблемы и проектировании;
- что является предметом защиты;
- какие новые результаты достигнуты в ходе исследования и проектирования;
- каковы основные выводы.

Такова общая схема доклада, более конкретно его содержание определяется студентом совместно с научным руководителем. Краткий доклад должен быть подготовлен письменно, но выступать на защите следует, не зачитывая текст.

Цифровые данные в докладе приводятся только в том случае, если они необходимы для доказательства или иллюстрации того или иного вывода.

Доклад должен быть кратким, содержательным и точным, формулировки обоснованными и лаконичными, содержать выводы и предложения. Ни в коем случае не следует зачитывать содержание слайдов.

Защита дипломных проектов проводится на открытом заседании ГАК с участием не менее 2/3 ее состава.

Перед защитой секретарь ГАК передает дипломный проект и прочие документы председателю ГАК, после чего дипломник получает слово для доклада. Регламент доклада – 10-15 мин. В процессе доклада дипломник использует материалы графической части проекта. Таблицы, графики и диаграммы представляются в виде слайдов. После выступления дипломнику задаются вопросы, на которые он обязан дать полные и исчерпывающие ответы. Вопросы могут быть заданы как членами ГАК, так и другими лицами, присутствующими на защите. После этого зачитываются отзыв и рецензия, с которым студент должен быть заблаговременно ознакомлен. Дипломник должен ответить на вопросы и/или отреагировать на замечания, изложенные в отзыве и рецензии. Далее возможны краткие выступления членов ГАК, руководителя проектирования и рецензента.

По окончании публичной защиты Государственная аттестационная комиссия на закрытом заседании обсуждает результаты защиты. Критерии оценки дипломного проекта даны в Приложении.

Результаты защиты дипломных проектов определяются оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно" и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседания ГАК.

По результатам итоговой государственной аттестации выпускников ГАК принимает решение о присвоении студенту-дипломнику квалификации и выдаче диплома государственного образца о высшем образовании.

Решения ГАК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (или заменяющий его заместитель председателя комиссии) обладает правом решающего голоса.

Защищенные дипломные проекты сдаются секретарем ГАК под расписку и в течение 10 дней передаются в архив.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

Введение

1. Специальная часть

1.1. Выбор расчетных параметров.

1.2. Краткое описание строительных конструкций холодильника

1.3. Расчет строительных площадей потребителей холода

1.4. Планировка охлаждаемых помещений

1.5. Расчет толщины тепловой изоляции строительных конструкций охлаждаемых помещений

1.6. Тепловой расчет потребителей холода

1.7. Выбор расчетного рабочего режима

1.8. Выбор схемы холодильной установки

1.9. Тепловой расчет и подбор компрессоров

1.10. Тепловой расчет и подбор основных теплообменных аппаратов

1.11. Расчет и подбор вспомогательных аппаратов

1.12. Описание схемы холодильной установки

1.13. Выбор приборов автоматики и описание узловой функциональной схемы автоматизации.

2. Индивидуальное задание

3. Экономическая часть: расчет себестоимости единицы холода

4. Мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды

Заключение

Библиографический список

Приложения

Введение

Дается краткое освещение проблемы по заданному типу холодильника, а также основные направления научно-технического процесса в холодильном хозяйстве страны. Указывается район строительства. Дается краткое экономиче-

ское обоснование. Обосновывается актуальность проекта. Формируются цели и задачи. Проводится анализ использованной литературы.

1. Специальная часть

1.1. Выбор расчетных параметров

Для выбора нормативного коэффициента теплопередачи ограждения холодильника необходимо знать, в какой климатической зоне расположен холодильник РФ. Климатическую зону определяют по среднегодовой температуре. Территория РФ делится на три климатических зоны:

- южную со среднегодовой температурой наружного воздуха 7°C и выше;
- среднюю со среднегодовой температурой наружного воздуха выше (-2°C) и ниже 7°C ;
- северную со среднегодовой температурой наружного воздуха (-2°C) и ниже.

Наибольшие теплопритоки наблюдаются в самое жаркое время года, что и определяет выбор летней расчетной температуры наружного воздуха.

В приложение 5 приводятся значения среднегодовых, расчетных наружных температур и относительных влажностей воздуха для ряда городов России.

Расчетные данные внутреннего воздуха, температур поступающего и выходящего продуктов, а также продолжительности холодильной обработки для камер различного типа холодильников принимают по приложению 6.

На холодильниках имеются камеры хранения охлажденных продуктов с температурами воздуха от -2°C до $+4^{\circ}\text{C}$; камеры хранения мороженных продуктов с температурами воздуха от -25°C до -18°C ; камеры и аппараты холодильной обработки продуктов с температурами воздуха $-1...-3^{\circ}\text{C}$ для охлаждения продуктов и $-30...-35^{\circ}\text{C}$ для замораживания.

В настоящее время сформировалась тенденция хранения мороженных продуктов при максимально низких температурах (-25°C), что обеспечивает более длительный срок хранения при сохранности всех пищевых качеств продуктов.

Вспомогательные помещения на холодильниках не охлаждают (тамбуры, вестибюли и коридоры). Температура воздуха в смежных отапливаемых помещениях (производственные цехи, компрессорный цех, бытовые помещения и т. п.) может быть условно принята на $4...5^{\circ}\text{C}$ ниже летней расчетной температуры для данной местности.

Температуру воздуха в смежных неохлаждаемых помещениях предприятий торговли и общественного питания принимают: 28°C – для южной зоны, 24°C – для средней зоны и 20°C – для северной зоны; в тамбурах и вестибюлях соответственно – 14 , 12 и 10°C .

1.2. Краткое описание строительных конструкций холодильника

Проводится краткое описание заданного холодильника, его назначение, обоснование этажности с указанием достоинств и недостатков.

Холодильник – это промышленное сооружение или устройство, предназначенное для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящейся продукции или иных грузов при требуемых температурно-влажностных режимах.

По назначению различают холодильники производственные, распределительные, портовые, базисные, торговые, транспортные, бытовые и специального назначения.

Производственные холодильники. Их строят при пищевых предприятиях, перерабатывающих скоропортящиеся продукты. Такие холодильники служат для первичной тепловой обработки и кратковременного хранения сырья и продуктов производства этих предприятий. Производственные холодильники имеют сравнительно мощное холодильное оборудование, так как из-за наличия охлаждающих и замораживающих устройств требуется значительный расход холода. Работа холодильников этого типа характеризуется неравномерностью (часто значительной), связанной с сезонностью заготовки пищевых продуктов.

Холодильники данного типа могут быть самостоятельным предприятием в месте заготовки (например, заготовительным птицы) или цехом какого-либо пищевого предприятия (рыбокомбината, мясокомбината, молочного комбината).

Распределительные холодильники. Их строят в городах и промышленных центрах. Такие холодильники предназначены для круглогодичного снабжения населения скоропортящимися продуктами. На распределительные холодильники грузы поступают с производственных холодильников. Грузы, отеплившиеся в пути, доохлаждаются и домораживаются в камерах распределительных холодильников. Если на одной территории с холодильными складами размещены другие производства, потребляющие холод (например, льдозавод, фабрика мороженого и т. п.), то предприятие называют хладокомбинатом.

Подбирается необходимая сетка колонн, высота холодильника. Размещение груза по камерам.

Сетку колонн для одноэтажных холодильников малой вместимости принимают 6 x 6 и 6 x 12 м, для средней и крупной вместимости – 6 x 12, 6 x 18 и 6 x 24, а для многоэтажных холодильников – 6 x 6 м.

1.3. Расчет строительных площадей потребителей холода

Исходными данными для расчета вместимости холодильника, является заданная вместимость распределительных холодильников. Структура вместимости охлаждаемых помещений распределительного холодильника дана в прил. 7.

Для производственных холодильников исходной величиной является суточная (или сменная) производительности по виду обрабатываемого продукта.

Вместимость холодильника при мясокомбинате складывается из вместимости камер хранения мороженых грузов и камер хранения охлажденных грузов.

Температурный режим принимают: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для камер хранения мороженого мяса и мясопродуктов, от 0 до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ для камер хранения охлажденного мяса, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ для камер одностадийного охлаждения, $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ для камер однофазного замораживания.

Вместимость производственного холодильника при мясокомбинате равна:

$$V_x = V_{\text{кам. хр. мор. гр.}} + V_{\text{кам. хр. охл. гр.}} \quad (2.1)$$

Суточная производительность его по мясу :

$$M_{\text{сут}} = 2M_{\text{см}} \quad (2.2)$$

Общую производительность камер замораживания и охлаждения мяса принимаем равной 50 % суточной производительности мясокомбината:

$$M_{\text{зам}} = 0,5M_{\text{сут}} \quad (2.3)$$

$$M_{\text{охл}} = 0,5M_{\text{сут}} \quad (2.4)$$

Производительность по субпродуктам:

$$M_{\text{с. пр.}} = 0,1M_{\text{сут}} \quad (2.5)$$

Производительность по жиру:

$$M_{\text{ж.}} = 0,07M_{\text{сут}} \quad (2.6)$$

Вместимость камер хранения мороженого мяса принимаем из условия размещения 20-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш:

$$V_{\text{м. мор.}} = 20M_{\text{сут}} \quad (2.7)$$

Вместимость камер хранения охлажденного мяса составляет величину, определяемую созданием 2-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш

$$V_{\text{м. охл.}} = 2 M_{\text{охл}} \quad (2.8)$$

Вместимость камеры хранения мороженых субпродуктов (20-суточный запас).

$$V_{\text{м. с. пр.}} = 20M_{\text{с. пр.}}$$

Вместимость камеры хранения жира в бочках (15-суточный запас)

$$V_{\text{ж.}} = 15M_{\text{ж.}} \quad (2.9)$$

Вместимость камер замораживания мяса, если цикл работы их составляет сутки, $V_{\text{зам}} = M_{\text{зам}}$

$$V_{\text{зам}} = M_{\text{зам}} \tau_{\text{ц}} / 24, \quad (2.10)$$

Продолжительность цикла работы остывочных также принимаем равной $\tau_{\text{ц}} = 24$ ч (продолжительность холодильной обработки $\tau_{\text{ц}} = 16 \dots 18$ ч). Тогда

$$V_{\text{ост}} = M_{\text{ост}} \tau_{\text{ц}} / 24 \quad (2.11)$$

При проектировании *молочного комбината* задаем мощность по переработке молока в смену. Работа комбината двух сменная (2.2). В задании указывается ассортимент продукции, сроки хранения, процентное содержание по молоку, температурный режим в камерах. В камерах хранения мороженой продукции принимаем $t_{\text{воз}} = -20^{\circ}\text{C}$; в камерах замораживания $t_{\text{воз}} = -30^{\circ}\text{C}$; в камерах закаливания хранения мороженого $t_{\text{воз}} = -25^{\circ}\text{C}$; камера созревания и хранения сыра $t_{\text{воз}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Нормы выработки:

- на 1 т масла – 20 т молока;
- на 1 т творога – 7 т молока;
- на 1 т сыра – 10 т молока.

Производим расчет вместимости для всех камер хранения выпускаемой продукции

$$V_{\text{хр}} = M_{\text{сут}} \tau, \quad (2.12)$$

где τ – срок хранения продуктов, в днях.

Вместимость *рыбных холодильников* определяют исходя из 20...30-дневного хранения мороженой рыбы в камерах холодильника, а производительность камер замораживания или морозильных аппаратов – по максимальному суточному поступлению рыбы в период наибольшего лова.

Вместимость холодильников при рыбообрабатывающих предприятиях определяется производительностью рыбозавода. Для предприятий средней мощности принимают вместимость холодильника 1500...2000 т. На эти холодильники поступает преимущественно мороженая рыба, поэтому камеры замораживания на них либо вообще не предусматривают, либо предусматривают камеры производительностью не более 1 % от вместимости камер хранения. В камерах хранения мороженой рыбы принимают температуру воздуха -25°C , в камерах хранения соленой продукции – $0 \dots -8^{\circ}\text{C}$.

Холодильники для фруктов предназначены для длительного хранения фруктов и винограда поздних сортов созревания, а также для краткосрочного хранения фруктов, винограда и ягод ранних сроков созревания. Фрукты хранят в специальных ящичных поддонах, деревянных ящиках и контейнерах. Вместимость специализированных холодильников для фруктов определяют также из расчета 0,35 т продукции на 1 м^3 грузового объема; при этом камеры предварительного охлаждения учитывают как камеры хранения. Иногда в проектах приводят условную вместимость холодильников для фруктов по основному ви-

ду хранимой продукции с учетом принятого способа размещения грузовых штабелей (вместимость по яблокам, винограду и т. п.). В холодильниках вместимостью 2000 т и более для хранения фруктов в регулируемой газовой среде отводят 20...30 % общей вместимости. Не допускается совместное хранение в одной камере холодильника винограда и фруктов, а также разных видов фруктов, обладающих ярко выраженным ароматом. Во фруктохранилищах вместимостью 2000 т и более предусматривают цех товарной обработки площадью 20...30 % площади камер, где сортируют и упаковывают фрукты, виноград и ягоды. При отсутствии такого помещения в период отгрузки необходимо выделить одну из камер, в которой поддерживают температуру 2...6°С при подготовке партии продуктов к отправке на распределительные холодильники и 10...20 °С при отгрузке в торговую сеть. Дозревание некоторых плодов (груши) и овощей (томаты) проводят в специальном помещении при 18...20 °С в течение 3...7 дней.

На основании принятой схемы технологических процессов определяют вместимость; ориентировочное число камер различного назначения; виды, размещение грузов, их плотность, которая определяется нормой загрузки единицы объема с учетом тары $g_v(\text{т/м}^3)$ (Прил. 8).

Пользуясь нормой загрузки, определяем грузовой объем:

$$V_{\text{гр.}}=B/g_v \quad (2.13)$$

Определяем грузовую площадь:

$$F_{\text{гр.}}=V_{\text{гр.}}/h_{\text{г}}, \quad (2.14)$$

где $h_{\text{г}}$ - грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м.

Определяем строительную площадь камер:

$$F_{\text{стр}}=F_{\text{гр.}}/\beta_{\text{F}} \quad (2.15)$$

Коэффициент использования площади камеры β_{F} зависит от размеров помещения: чем больше помещение, тем относительно лучше оно может быть загружено.

Площадь помещения, м² Коэффициент использования площади камеры, β_{F}

До 1000,65

От 100 до 400 0,7...0,75

Свыше 400 0,8...0,85

Площадь камеры всегда должна быть кратной целому числу строительных прямоугольников, образованных сеткой колонн:

$$n=F_{\text{стр}}/f_{\text{пр}}, \quad (2.16)$$

где n – число строительных прямоугольников; $f_{пр}$ – площадь одного строительного прямоугольника при принятой сетке колонн, m^2 .

В камерах с подвесными путями груз находится в подвешенном состоянии. Такой способ размещения продуктов принят в камерах замораживания, охлаждения и хранения охлажденного мяса в тушах, полутушах и четвертинах. Размеры таких камер определяют в зависимости от вместимости помещения V и нормы нагрузки на 1 м длины подвесного пути g_l (т/м) или нормы нагрузки, отнесенной к 1 m^2 строительной площади данного помещения g_F (т/ m^2):

$$F_{стр} = V/g_F \quad (2.17)$$

Кроме основных производственных помещений в составе холодильника предусматривают различные вспомогательные помещения, необходимые для выполнения технологических операций (накопительные, разгрузочные помещения при камерах тепловой обработки продуктов, экспедиции, упаковочные, коридоры, вестибюли, лестничные клетки, лифтовые шахты и т. п.). При проведении расчетов площадь, отводимую для вспомогательных помещений, принимают равной 20...40 % суммы площадей охлаждаемых помещений:

$$F_{всп} = (0,2 \dots 0,4) \sum F_{стр}, \quad (2.18)$$

где $F_{всп}$ - площадь вспомогательных помещений холодильника, m^2 ; $\sum F_{стр}$ – суммарная площадь охлаждаемых помещений холодильника (камеры хранения и тепловой обработки продуктов), m^2 .

Общая площадь (m^2) всех помещений холодильника (в контуре теплоизоляции):

$$F_{хол} = \sum F_{хр} + \sum F_{т.о} + \sum F_{всп}, \quad (2.19)$$

где $\sum F_{хр}$ - сумма площадей камер хранения продуктов (охлажденных, мороженных, универсальных), m^2 ; $\sum F_{т.о}$ - сумма площадей камер тепловой обработки продуктов (морозильных камер, остывочных, камер домораживания), m^2 .

Площадь служебных помещений принимают равной 5...10% $\sum F_{стр}$ холодильника, а площадь компрессорного цеха составляет 10...15% $\sum F_{стр}$ холодильника. Служебные помещения и компрессорный цех располагаются, как правило, в здании, пристраиваемом к зданию холодильника.

Для лучшей организации и быстрого выполнения грузовых операций необходимую длину платформ для приема продуктов и выдачи их из холодильника.

Железнодорожная платформа может быть соединена с автомобильной. Высота платформы над уровнем земли должна соответствовать высоте пола железнодорожного вагона или кузова автомашины. Автомобильную платформу поднимают над уровнем земли на высоту 1,2 м. Высота пола двухосного желез-

нодорожного вагона составляет 1,1 м, четырехосного – 1,35 м, шириной 7,5 м. Автомобильная платформа должна иметь ширину 7...9 м.

1.4. Планировка охлаждаемых помещений

Дается описание современных принципов планировки данного типа холодильника. Описываются требования, предъявляемые к планировке холодильника.

При описании планировки холодильника следует указать, как размещены камеры и обосновать почему.

Планировка проектируемого предприятия – один из узловых моментов проекта. В связи с этим к планировкам предъявляют некоторые основные требования:

1. Планировка должна соответствовать принятой в проекте схеме технологического процесса.
2. Планировка должна способствовать уменьшению первоначальных затрат на строительство холодильника.
3. Планировка должна обеспечить дешевую и удобную эксплуатацию холодильника.
4. Планировка должна учитывать особенности принятой системы охлаждения.
5. Планировка должна отвечать требованиям правил техники безопасности и пожаробезопасности.
6. Планировка должна обеспечить возможность расширения предприятия.
7. Защита грунта от промерзания.

Распределительные холодильники проектируют в одно- или многоэтажном варианте. Холодильники вместимостью до 5000 т проектируют, как правило, одноэтажными, свыше 5000 т – преимущественно многоэтажными.

В крупных одноэтажных распределительных холодильниках (прил. 9) для удобства грузовых операций делают несколько сквозных грузовых коридоров, из которых предусматривают входы во все камеры хранения. Платформы располагаются вдоль длинных сторон холодильника, соединяются сквозными грузовыми коридорами или соединительной платформой шириной 3...6 м. Ширину камер следует принимать равной 6...24 м, а отношение ширины камеры к ее длине не более 1:3.

На распределительных холодильниках небольшой вместимости сквозных коридоров обычно не делают, а платформу располагают с одной стороны холодильника (прил. 10).

Многоэтажные холодильники (прил. 11) проектируют с основанием, выполненным в виде прямоугольника со сторонами, кратными 6 м (сетка колонн 6х6 м). Ширину здания холодильника принимают не более 42 м.

Холодильники мясокомбинатов в одноэтажном варианте располагаются между мясожировым и мясоперерабатывающим корпусами. Все три корпуса объединены в общий строительный объем и связаны между собой системами подвешного и напольного транспорта. Планировка одноэтажного холодильника типового мясокомбината мощностью 50 т в смену приведена в прил.

12. Холодильник выполнен из сборных железобетонных конструкций с сеткой колонн 6 x 12 м. Высоту холодильных камер (6 м до низа балок) полностью используют как в камерах хранения, так и в камерах холодильной обработки с подвесными путями на отметке 3,35 м, над которыми размещают подвесные воздухоохладители. Камеры хранения мороженого мяса расположены ближе к железнодорожной платформе холодильника, что обеспечивает короткий путь для погрузки мяса в рефрижераторные вагоны. Наличие в холодильнике центрального коридора создает удобные условия для транспортировки охлажденных и мороженых мясопродуктов как в камеры хранения, так и в мясоперерабатывающий корпус.

При проектировании камер холодильника за основу берут способы охлаждения и замораживания мяса: одно- и многостадийные.

В настоящее время предпочтение отдают одностадийной холодильной обработке.

Производственные *холодильники предприятий молочной промышленности* предусматривают при городских молочных заводах и маслосырбазах. При проектировании молочный завод и холодильник блокируют в общем здании производственного корпуса, в котором размещают или к которому пристраивают машинное отделение холодильной установки (прил. 13). Объемно-планировочным решением производственного корпуса городского молочного завода предусматривается компоновка холодильника с центральным коридором. Сетка колонн 6 x 12 м, благодаря чему все холодильные камеры не имеют внутренних колонн. Это повышает эффективность использования площади камер и создает удобства для механизации грузовых работ. Высота камер 4,8-6 м до низа балок. Вдоль холодильника располагается автомобильная платформа для выдачи через экспедицию продукции на автотранспорт или для приемки сырья.

Холодильники рыбной промышленности строят в рыбных портах и при рыбоперерабатывающих предприятиях (прил. 14). На холодильниках рыбных портов обычно не замораживают рыбу, а в основном только хранят мороженую для обеспечения круглогодичной загрузки сырьем рыбообработывающих заводов. Поэтому при их проектировании камеры замораживания не предусматривают. Объемно-планировочные решения холодильников рыбных портов подчиняют компоновке рыбообработывающих заводов, которые из-за ограниченности территории портов проектируют обычно в многоэтажных зданиях.

Фруктовые холодильники проектируют с учетом следующих условий. Для обеспечения сохранности плодоовощной продукции расширяется сеть холодильников и хранилищ в первую очередь в местах ее выращивания. Наряду с обычными холодильными камерами на фруктовых холодильниках предусматривают камеры для хранения продукции в регулируемой газовой среде (РГС) – до 25 % общей вместимости. В камерах обеспечивается охлаждение плодов и овощей до температуры хранения за 24 ч при массе поступления их в сутки до 10 % вместимости холодильника. В процессе хранения поддерживают температуру воздуха -1...+4 °С, повышенную относительную влажность 85-95 %. Применяют две системы хладоснабжения камер: на холодильниках вместимостью 2000 т и больше – централизованная с аммиачной холодильной установкой и

кипением хладагента в навесных приборах охлаждения; на холодильниках до 2000 т – децентрализованная с автономными холодильными машинами, состоящими из фреоновых агрегатов и воздухоохлаждателей непосредственного охлаждения. Плоды хранят в контейнерах (ящичных поддонах) вместимостью 250 кг. В нашей стране построен ряд зданий картофеле- и овощехранилищ из легких металлических конструкций ЛМК (прил. 15). Здание двухпролетное, с внутренним стальным окрашенным каркасом, колонны которого выполнены из широкополочных двутавров и опираются на монолитный железобетонный фундамент. Фермы имеют пролет на всю ширину камер и изготовлены из элементов коробчатого сечения. Наружные стены выполнены из трехслойных панелей типа «сэндвич» (внешние сдои из оцинкованного и окрашенного профилированного стального листа толщиной 0,5 мм, средний теплоизоляционный слой из заливочного пенополиуретана).

1.5. Расчет толщины тепловой изоляции строительных конструкций охлаждаемых помещений

Расчет изоляции сводится к определению толщины теплоизоляционного слоя, соответствующий нормативному значению коэффициента теплопередачи ограждения. Нормативное значение коэффициента выбирают из прил. 16 (таб. 16.1) этот коэффициент зависит от зоны строительства холодильника и температуры воздуха в охлаждаемом помещении (СН и П 2.11.02.87 Холодильники).

Толщина теплоизоляционного слоя ограждения (м)

$$\delta_{из} = \lambda_{из} [1/k - (1/\alpha_n + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_v)], \quad (2.20)$$

где k - нормативный коэффициент теплопередачи изоляционной конструкции, Вт/(м²К); α_n - коэффициент теплопередачи от воздуха к наружной поверхности ограждения, Вт/(м²К); α_v - коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности ограждения к воздуху камеры Вт/(м²К); δ_i - толщина отдельных слоев ограждения (кроме теплоизоляции), м; λ - коэффициент теплопроводности изоляционного и строительного материалов, Вт/мК (прил. 17).

Коэффициенты теплопередачи перегородок, отделяющих камеры от не охлаждаемых и неотапливаемых помещений (коридоров, вестибюлей и тамбуров), в зависимости от температуры воздуха в камере имеют следующие значения (таб. 2.1).

Таблица 2.1

Нормативные коэффициенты теплопередачи перегородок, отделяющих камеры от не охлаждаемых и неотапливаемых помещений, Вт/(м²К)

Температура воздуха в охлаждаемом помещении, °С.	-35	-30	-20	-10	-2	0	12
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,19	0,20	0,23	0,28	0,39	0,42	0,53

Коэффициенты теплопередачи перегородок между камерами и междуэтажными перекрытиями принимают в зависимости от характера разделяемых помещений (прил. 16 табл. 16.2).

Коэффициенты теплопередачи обогреваемых полов на грунте принимают в зависимости от температуры воздуха в охлаждаемом помещении (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Нормативные коэффициенты теплопередачи обогреваемых полов на грунте, Вт/(м²К)

Температура воздуха в охлаждаемом помещении, °С.	-1	-2	-10	-20	-30...-35
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,36	0,35	0,26	0,18	0,15

Плиточные и блочные изоляционные материалы имеют стандартную толщину, поэтому полученное расчетом значение толщины теплоизоляционного слоя округляют до величины, кратной стандартной.

Плитную изоляцию следует подбирать из нескольких слоев материала стандартной толщины.

Коэффициенты теплоотдачи с наружной и внутренней сторон ограждений приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Коэффициенты теплоотдачи с наружной и внутренней сторон ограждений

Поверхность ограждения	$\alpha_{\text{н}}; \alpha_{\text{в}},$ Вт/(м ² К)	$1/\alpha_{\text{н}}; 1/\alpha_{\text{в}},$ (м ² К)/Вт
Наружная поверхность стен и бесчердачных покрытий	23,3	0,043
Внутренняя поверхность стен охлаждаемых помещений (естественная циркуляция воздуха)	8,0	0,125
Поверхность пола более теплой камеры при расположении под ней холодной камеры	7,0	0,143
Поверхность потолка холодной камеры при расположении над ней более теплой камеры	6,0	0,167
Поверхность потолка, стен и пола при умеренной циркуляции воздуха (хранение охлажденных грузов)	9,0	0,111
Поверхность потолка, стен и пола при интенсивной циркуляции воздуха (камеры тепловой обработки грузов)	10,5	0,095

Примеры изоляционных конструкций приведены в прил. 18 (рис. 18.1 – 18.4)

1.6. Тепловой расчет потребителей холода

В данном разделе указывается цель теплового расчета, перечисляются все теплопритоки.

Тепловой расчет охлаждаемых помещений проводят для определения суммы всех количеств теплоты, поступающих в эти помещения или возникающих в них от каждого из различных источников, оказывающих влияние на поддержание заданного температурного режима в объекте.

Конечная цель теплового расчета – определение производительности камерного оборудования, достаточной для отвода всей теплоты, поступающей в объект, и поддержания в нем заданных параметров. Кроме того, расчет теплопритоков позволяет найти нагрузки на компрессоры, т. е. их холодопроизводительность, а также нагрузки на другое оборудование машинного отделения.

Для подбора камерных приборов охлаждения необходимо знать тепловые нагрузки в каждом охлаждаемом помещении.

В установившемся режиме работы в охлаждаемые помещения будут поступать следующие теплопритоки:

- 1) теплоприток через ограждения помещений Q_1 вызванный проникновением теплоты из-за разности температур снаружи и внутри ограждения;
- 2) теплоприток от грузов Q_2 при их холодильной обработке;
- 3) теплоприток, вносимый с наружным воздухом Q_3 при вентиляции помещений;
- 4) эксплуатационные теплопритоки от различных источников Q_4 ;
- 5) теплопритоки от «дыхания» продуктов растительного происхождения Q_5

Сумма всех теплопритоков в данный момент определяет нагрузку на холодильное оборудование.

Теплоприток через наружные ограждения Q_1 (Вт) определяют по выражению:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \quad (2.21)$$

где Q_{1T} – теплоприток через ограждения камеры из-за разности температур у ограждения камеры, Вт; Q_{1C} – теплоприток через ограждения камеры из-за действия солнечной радиации, Вт.

$$Q_{1T} = k * F * (t_n - t_b) \quad (2.22)$$

$$Q_{1C} = k * F * \Delta t_c \quad (2.23)$$

где k – нормативный коэффициент теплопередачи ограждения (действительный), Вт/м²К; F – площадь ограждения м²; t_n – температура воздуха с наружной стороны ограждения °С; t_b – температура воздуха в камере °С; Δt_c – дополнительная разность температур возникающая из-за действия солнечной системы радиации °С (прил. 19).

Теплоприток Q_I определяют для наиболее жаркого месяца в данной местности. При расчете теплопритока через внутренние стены между камерами за температуру t_H принимают температуру воздуха в соседней камере.

Рассчитывая теплоприток через перегородку, отделяющую камеру от не охлаждаемого помещения (коридора), принимают расчетную разность температур, равную 70% расчетной разности температур для наружных стен, если не охлаждаемое помещение имеет выход наружу, и равную 60 % расчетной разности температур, если не охлаждаемое помещение не имеет выхода наружу.

При расчете теплопритока через перекрытие, отделяющее охлаждаемую камеру от не охлаждаемого подвала, принимают расчетную разность температур, равную 50% расчетной разности температур для наружных стен, если подвал не имеет окон, и 60 %, если подвал с окнами,

Теплоприток через пол, расположенный на грунте и имеющий обогрев, рассчитывают из условия, что средняя температура воздуха в шанцах 3 °С, а средняя температура слоя с электронагревателями 2 °С. Для неизолированных полов без обогревательных устройств теплоприток (Вт)

$$Q_{1п} = (\sum k_{ycl} F)(t_H - t_B), \quad (2.24)$$

где k_{ycl} – условный коэффициент теплопередачи соответствующей зоны, Вт/(м²К); F – площадь зоны пола, м²; t_H – расчетная температура наружного воздуха, °С; t_B – температура воздуха в камере, °С.

При расчете пол разбивают на зоны шириной 2 м, начиная от наружных стен. Для каждой зоны принимают свой условный коэффициент теплопередачи k :

- I зона (шириной 2 м от наружных стен) – 0,47Вт/м²К;
- II зона (от 2 до 4 м от наружных стен) – 0,23Вт/м²К;
- III зона (от 4 до 6 м от наружных стен) – 0,12Вт/м²К;
- IV зона (остальная площадь пола) – 0,07Вт/м²К.

При упрощенных расчетах принимают, что удельный теплоприток через 1 м² площади неизолированного пола для камер с $t_B = -2...0$ °С, $q_F = 2,0...2,5$ Вт/м², а для камер с $t_B = 0...4$ °С, $q_F = 1,0...1,5$ Вт/м².

Теплоприток от солнечной радиации определяют для наружных ограждений, которые подвергаются воздействию солнечных лучей. Избыточную разность температур Δt_c , характеризующую действие солнечной радиации, находят по прил.19 .

Для плоской кровли избыточная разность температур зависит только от тона окраски и не зависит от ориентации и географической широты. Для плоских кровель без окраски (темных) избыточную разность температур принимают 17,7 °С, с окраской в светлые тона – 14,9 °С. Для шатровых кровель избыточную разность принимают в зависимости от географической широты: для южной зоны 15 °С, средней – 10, северной – 5 °С. При расчете учитывают теплоту солнечной радиации, проникающую через кровлю и наружную стену, через которую поступает наибольший теплоприток от воздействия солнечных лучей.

По каждой камере вычисляют суммарный теплоприток через ограждения и относят его к нагрузке на камерное оборудование. При расчете тепловой нагрузки на компрессор этот теплоприток в зависимости от типа и назначения холодильника учитывают полностью или частично. При расчете распределительных и фруктовых холодильников теплоприток учитывают полностью: относят его к нагрузке и на компрессор, и на камерное оборудование. Для холодильников мясо- и рыбокомбинатов теплоприток на компрессор составляет 80 % максимальной величины для камер хранения мороженных продуктов и 60 % для камер хранения охлажденных продуктов, для камер замораживания – 100 %.

Рекомендуется выполнять расчет в табличной форме (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Расчет теплопритока Q_1 через ограждения камер холодильника

Ограждение	$t_{в},$ °C	Размеры, м			F_{M^2}	$t_{н},$ °C	$\Delta t = t_{н} - t_{в},$ °C	$k,$ Вт/м ² К	$\Delta t_{с},$ °C	$Q_{1т},$ Вт	$Q_{1с},$ В т	$Q_{1},$ В т
		L	B	H								
НС-С (платформа)												
НС-В												
НС-Ю												
ВС-3 (камера 2)												
ВС-3: тамбур												
пол												
покрытие												
ИТОГО												

Теплоприток от продуктов при их холодильной обработке (Вт) зависит от суточного поступления продуктов в камеру, вида продукта, температуры продукта при поступлении в камеру и выпуске из нее, а также от продолжительности холодильной обработки:

$$Q_2 = M_{\text{пост}} (i_{\text{пост}} - i_{\text{вып}}) * 10^6 / (\tau * 3600), \quad (2.25)$$

где $M_{\text{пост}}$ - суточное поступление продуктов в камеру (тонн в сутки); $i_{\text{пост}}$ - удельная энтальпия продукта поступающая в камеру при $t_{\text{пост}}$, кДж/кг; $i_{\text{вып}}$ - удельная энтальпия продукта выпускаемого из камеры при $t_{\text{вып}}$, кДж/кг; τ - продолжительность холодильной обработки продукта, ч.

При расчете теплопритока суточное поступление продукта для камер хранения принимают равным 6 % вместимости камеры (> 200 т) или 8 % вместимости камеры (< 200 т).

Для камер или устройств охлаждения и замораживания продукта суточное поступление определяется производительностью в тоннах в сутки. Удельную энтальпию продукта в зависимости от его вида и температуры определяют по приложению 14. Продолжительность холодильной обработки для камер хранения принимают 24 ч, для камер замораживания и охлаждения – в зависимости от мощности мясокомбината.

Для фруктовых и перевалочных рыбных холодильников суточное поступление груза в камеры хранения принимают равным 10 % вместимости камер.

Для камер домораживания на распределительных холодильниках суточное поступление продуктов определяется производительностью камер, причем $Q_{2км} = Q_{2об}$. Для камер охлаждения и замораживания на производственных холодильниках суточное поступление продуктов в эти помещения при определении теплопритока на компрессор определяется мощностью цеха убоя скота и разделки туш, а теплоприток на камерное оборудование увеличивается на 30 % по сравнению с теплопритоком на компрессор: $Q_{2об} = 1,3Q_{2км}$. При замораживании различных штучных продуктов в морозильных аппаратах непрерывного действия

$$Q_{2км} = Q_{2об} = M_{ч} (i_{пост} - i_{вып}) * 10^3 / 3600, \quad (2.26)$$

где $M_{ч}$ – часовая производительность морозильного аппарата по данному продукту, кг/ч.

Расчетные параметры некоторых камер на распределительных и производственных холодильниках приведены в прил. 6.

Масса тары составляет в среднем 10...15 % массы продуктов, а для стеклянной тары – 100 %. Массу деревянных ящиков для фруктов принимают равной 20 % массы фруктов. Удельную теплоемкость тары принимают в зависимости от ее материала: картон, дерево – $c_{т} = 2,3$ кДж/(кг*К), сталь – $c_{т} = 0,5$ кДж/(кг*К), стекло – $c_{т} = 0,8$ кДж/(кг*К). Теплоприток от тары (Вт) определяют по выражению

$$Q_{2т} = M_{т} c_{т} (t_{пост} - t_{вып}) * 10^6 / (\tau * 3600), \quad (2.27)$$

где $M_{т}$ – суточное поступление тары, принимаемое пропорционально суточному поступлению продукта, т в сутки; $c_{т}$ – удельная теплоемкость материала тары, кДж/(кг*К); $t_{пост}, t_{вып}$ – температура тары (принимается по продукту), поступающей и выпускаемой из камеры, °С; τ – продолжительность холодильной обработки (принимается по продукту), ч.

Общий теплоприток от упакованных продуктов при их холодильной обработке составляет

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2т} \quad (2.28)$$

Таблица 2.5

Расчет теплопритока от продуктов при их холодильной обработке Q_2

Камера	$t_b, ^\circ\text{C}$	$M_{\text{пост}}, \text{T}$ в сутки	Удельная энтальпия продукта, кДж/кг		$\Delta i,$ кДж/кг
			поступившего	выпускаемого	

Таблица 2.6

Сводная таблица теплопритоков от продуктов при их холодильной обработке
(для каждой камеры).

Камера	$M_{\text{пост}}, \text{T}$ в сутки		$Q_{2\text{пр}}, \text{Вт}$		$Q_{2\text{т}}, \text{Вт}$		$Q_2, \text{Вт}$	
	Км	Об	Км	Об	Км	Об	Км	Об

Теплоприток при вентиляции охлаждаемых помещений Q_3 (Вт) учитывают только для камер хранения некоторых охлажденных продуктов (яйцо, сыр, фрукты, овощи и т. п.) и для производственных помещений, где постоянно работают люди (экспедиции, упаковочные отделения, помещения с морозильными аппаратами и т. д.).

Для камер хранения продуктов

$$Q_3 = V_k a \rho_v (i_n - i_b) * 10^3 / (24 * 3600), \quad (2.29)$$

где V_k – объем вентилируемой камеры, м^3 ; a – кратность воздухообмена в сутки, $1/\text{сут}$ ($a = 3 \dots 5$ $1/\text{сут}$ для камер хранения; $a = 10 \dots 12$ $1/\text{сут}$ для камер предварительного охлаждения фруктов); ρ_v – плотность воздуха в камере, $\text{кг}/\text{м}^3$; i_n и i_b – удельные энтальпии наружного воздуха и воздуха в камере (кДж/кг); определяются по температуре и влажности воздуха по диаграмме $d - i$ для влажного воздуха.

Для охлаждаемых производственных помещений

$$Q_3 = 20 n \rho_v (i_n - i_b) * 10^3 / 3600, \quad (2.30)$$

где 20 – норма подачи воздуха в час на одного работающего человека, $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 человека; n – число работающих людей, человек.

Теплоприток от наружного воздуха при вентиляции охлаждаемых помещений относят и на компрессор, и на камерное оборудование поровну.

Эксплуатационные теплопритоки Q_4 (Вт) возникают вследствие освещения камер, нахождения в них людей, работы электрооборудования и открыва-

ния дверей. Теплоприток определяют для каждой камеры от имеющихся источников тепловыделений отдельно.

Теплоприток от освещения (Вт):

$$q_1 = AF \quad (2.31)$$

где A – удельный теплоприток от освещения в единицу времени, отнесенный к 1 м^2 площади пола, $\text{Вт}/\text{м}^2$ ($A = 2,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$ для камер хранения; $A = 4,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$ для камер тепловой обработки, экспедиций, загрузочно-разгрузочных, производственных помещений и т. п.); F – площадь камеры, м^2 .

Теплоприток от пребывания людей (Вт):

$$q_2 = 350 \cdot n, \quad (2.32)$$

где 350 – тепловыделение одного работающего человека, Вт на 1 человека; n – число работающих в помещении людей, человек.

Считается, что в камерах площадью до 200 м^2 работают двое-трое людей, а в камерах площадью более 200 м^2 – три-четыре человека. Число людей, работающих в производственных охлаждаемых помещениях, принимают по штатному расписанию.

Теплоприток от работы электрооборудования (Вт):

$$q_3 = 10^3 \sum N_{эл} \eta, \quad (2.33)$$

где $\sum N_{эл}$ – суммарная мощность электродвигателей оборудования, находящегося в помещении, кВт. η – КПД электродвигателей.

Мощность электродвигателей принимают в зависимости от назначения камеры и типа приборов охлаждения. Она складывается из мощности электродвигателей вентиляторов воздухоохладителей и мощности электродвигателей подъемно-транспортных средств.

Для предварительных расчетов удельный теплоприток от электродвигателей вентиляторов воздухоохладителей ориентировочно можно принять:

- $10 \dots 15 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – камера хранения охлажденного и мороженого грузов (камеры оборудованы воздухоохладителями);
- $100 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – камера охлаждения мяса;
- $150 \dots 200$ – камера замораживания мяса.

Тогда теплоприток q_3 (Вт) определяется по формуле

$$q_3 = CF + N_{эл}, \quad (2.34)$$

где C – удельный теплоприток от электродвигателей вентиляторов воздухоохладителей, $\text{Вт}/\text{м}^2$; F – площадь камеры, м^2 ; $N_{эл}$ – мощность электродвигате-

лей подъемно-транспортных средств, кВт, (3,5...4,0 кВт); учитывается только для камер хранения груза в штабелях.

Теплоприток при открывании дверей в охлаждаемые помещения (Вт):

$$q_4 = BF, \quad (2.35)$$

где B - удельный теплоприток из соседних помещений через открытие дверей, отнесённый к 1 м^2 площади камеры Вт/ м^2 (определяется по прил. 20, табл. 20.1); F - площадь камеры м^2 .

При определении теплопритока $Q_{4об}$ на камерное оборудование учитывается полностью величина $Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$, а теплоприток $Q_{4км}$ на компрессор уменьшается на 25...50 %, если число камер одного температурного режима более трех, $Q_{4км} = (0,5...0,75)Q_{4об}$, и если число камер до трех, то теплоприток $Q_{4км} = Q_{4об}$.

Таблица 2.7

Расчёт эксплуатационных теплопритоков Q_4 , (Вт)

Камера	$t_{в},$ °C	$F,$ м^2	$A,$ Вт/ м^2	$n,$ чел	$\Sigma N_{эл},$ кВт	$B,$ Вт/ м^2	$q_1,$ Вт	$q_2,$ Вт	$q_3,$ Вт	$q_4,$ Вт	$Q_4, \text{ Вт}$	
											Км	Об

Теплоприток, выделяемый фруктами и овощами при «дыхании», (Вт):

$$Q_5 = B(0,1q_{пост} + 0,9q_{хр}), \quad (2.36)$$

где B - вместимость камеры, т; $q_{пост}, q_{хр}$ - тепловыделение плодов при температурах поступления и хранения Вт/т, (прил. 20, табл. 20.2).

Температура поступления принимается равной 20°C для неохлаждаемого транспорта и 8°C для рефрижераторов.

Расчет всех теплопритоков сводят в таблицы (см. таб. 2.4-2.9).

Таблица 2.8

Сводная таблица теплопритоков в камеры холодильника

Камера	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_1, \text{ Вт}$	$Q_2, \text{ Вт}$		$Q_3, \text{ Вт}$	$Q_4, \text{ Вт}$	$Q_5, \text{ Вт}$	$\Sigma Q, \text{ Вт}$	
			км	об				км	об

В результате теплового расчета получают для каждой камеры значение теплопритока $Q_{об}$, представляющее собой тепловую нагрузку на батареи или на

воздухоохладители. На основании этой величины определяют площадь теплообменной поверхности приборов охлаждения, необходимую для поддержания в камере заданного температурного режима.

Теплопритоки на компрессор или группу компрессоров суммируют по группам охлаждаемых помещений с близкими температурными режимами (одинаковой температурой кипения хладагента).

Таблица 2.9

Распределение тепловой нагрузки по температурам кипения

Камера	t, °C	t _в -t _р , °C	t _р -t _о , °C	t _о , °C	ΣQ _{0км} , Вт			ΣQ _{0об.} , Вт		
					t _{о1} , °C	t _{о2} , °C	t _{о3} , °C	t _{о1} , °C	t _{о2} , °C	t _{о3} , °C

Холодопроизводительность компрессоров (Вт) на каждую температуру кипения с учетом потерь холода в трубопроводах и коэффициента рабочего времени составляет:

$$Q_{\text{окм}} = \rho \Sigma Q_{\text{км}} / b, \quad (2.37)$$

где ρ - коэффициент потерь, для рассольной системы охлаждения, принимаемый в зависимости от температуры кипения хладагента: -10...12 °C – 1,05; -30°C – 1,07; -40...-45°C – 1,10

Для рассольной системы охлаждения ρ=1,12... 1,15

ΣQ_{0км}- суммарная тепловая нагрузка на компрессор при данной температуре кипения; b - коэффициент рабочего времени компрессора b=0,75... 0,92 для централизованной системой охлаждения.

1.7. Выбор расчетного рабочего режима

Оптимальный режим работы холодильной установки достигается установлением и поддержанием оптимальных перепадов температур между средами в теплообменных аппаратах, оптимального перегрева на всасывающей стороне и определенной температуры на нагнетательной стороне компрессора.

Температура конденсации холодильного агента определяется расчетным путем в зависимости от типа выбранного конденсатора и системы его охлаждения.

Температуру кипения хладагента принимают в зависимости от температуры воздуха в охлаждаемом объекте. При непосредственном охлаждении температура кипения обычно на 7 – 10° C ниже температуры воздуха в камере;

$$t_0 = t_{\text{в}} - (7 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.38)$$

Температура конденсации в конденсаторах, охлаждаемых водой, зависит от температуры и количества подаваемой воды.

Оптимальной можно считать температуру конденсации, которая на 3 – 5 °С выше температуры воды, отходящей с конденсатора,

$$t_k = t_{вд2} + (3 \div 5)^\circ\text{C} \quad (2.39)$$

Для машин, работающих на хладонах, средние разности температур между хладагентом и водой примерно вдвое больше, чем для машин, работающих аммиаке.

Нагрев воды на конденсаторах (от 2 до 6 °С) зависит от типа конденсатора.

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (2 \div 6)^\circ\text{C} \quad (2.40)$$

Для конденсаторов воздушного охлаждения среднюю разность темп между конденсирующимся хладагентом и воздухом принимают 8-10 °С. Нагрев воздуха в конденсаторах крупных установок, работающих на аммиаке, принимают 6-9 °С, а для малых установок, работающих на хладонах, 3-4 °С.

Для исключения влажного хода компрессора пар перед компрессором перегревается. Для машин, работающих на аммиаке, безопасность работы обеспечивается при перегреве пара на 5-15 °С.

$$t_{вс} = t_0 + (5 \div 15)^\circ\text{C} \quad (2.41)$$

В машинах, работающих на фреоне 134а перегрев пара на всасывании 30 °С. Для машин, работающих на R22 - 20 °С.

В схемах с промежуточным теплоносителем температуру кипения хладагента принимают на 5-6 ниже температуры теплоносителя, которую в свою очередь принимают на 8-10 °С ниже температуры воздуха в камере.

Температура нагнетания будет равна:

$$t_n = 2,4(t_0 + t_k), \quad (2.42)$$

для поршневых компрессоров $t_n \leq 150 - 160^\circ\text{C}$; для винтовых $t_n \leq 95 - 100^\circ\text{C}$

По найденной температуре конденсации и заданных температурах кипения находится отношение давлений p_k/p_0 , величина которого определяет выбор холодильных машин: одноступенчатого сжатия, при $p_k/p_0 < 9$ и двухступенчатого сжатия, при $p_k/p_0 > 9$. Следует иметь в виду, что для аммиачных холодильных машин при температурах кипения от – 30 °С и ниже и температурах конденсации 30-35 °С принимается двухступенчатое сжатие; для холодильных машин, работающих на R22, применить одноступенчатое сжатие только при $p_k/p_0 \leq 11$.

Следует иметь в виду, что при расчете температуры конденсации необходимо выбирать температурные перепады таким образом, чтобы конечное значение температуры конденсации соответствовало величинам 25,30,35 °С.

1.8. Выбор схемы холодильной установки

Здесь необходимо: дать краткое техническое обоснование выбранной схемы и применяемого холодильного агента; указать требования, предъявляемые к схемам. Отметить преимущества и недостатки в сравнении с возможными вариантами схем, с точки зрения поддержания температурно-влажностного режима в камерах холодильника; регулирования подачи холодильного агента в охлаждающие приборы, условий хранения продуктов и сохранения их качества, а также экономии энергетических ресурсов, сырья, материалов.

Схема холодильной установки – это упрощенное изображение машин, аппаратов, другого оборудования, трубопроводов, арматуры и различных приборов, дающее представление об их подключении, взаимном расположении, условиях эксплуатации.

К схемам холодильных установок предъявляют следующие требования:

- обеспечивать поддержание заданного режима в охлаждаемых объектах;
- быть гибкой при эксплуатации, допускать возможность необходимых переключений холодильного оборудования, позволяющих изменять условия его работы, обеспечивать замену отдельного оборудования в случае неполадок или ремонта;
- быть по возможности простой и не требующей больших затрат при монтаже и эксплуатации;
- быть наглядной и удобной при обслуживании;
- обеспечивать безопасность обслуживающего персонала и долговечность эксплуатации холодильного оборудования;
- давать возможность автоматизации отдельных узлов или всей установки в целом.

Схемы холодильных установок могут быть условно разделены на составляющие узловые схемы со своими специфическими особенностями (например, компрессорного агрегата, конденсаторной группы, испарительной системы и др.).

Все схемы холодильных установок выполняют в соответствии с ГОСТами на изображения различного оборудования и гидравлических трубопроводов (см. прил. 4).

Для распределительных и производственных холодильников мяскокомбинатов, рыбных холодильников, холодильников для фруктов и овощей в основном применяют схему непосредственного охлаждения централизованного и децентрализованного типа. Для производственных холодильников молочных комбинатов применяют смешанную схему (непосредственного охлаждения и с промежуточным теплоносителем), см. приложение 42.

1.9. Тепловой расчет и подбор компрессоров

Расчет производителя на каждую температуру кипения.

При расчете компрессоров изображается цикл одноступенчатой или 2-х ступенчатой холодильной машины в диаграмме $i - l_{qr}$, определяются парамет-

ры точек, необходимых для расчета, по диаграммам и таблицам для холодильных агентов (Приложение 21-25).

Построение цикла и определение параметров точек аммиачных компрессоров одноступенчатого сжатия (см. прил. 24).

Все значения параметров заносим в таблицу 2.10.

Таблица 2.10

Таблица параметров точек одноступенчатого цикла

Точка	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{кг}$	$i, \text{кДж/кг}$	$s, \text{(кДж/кг}\cdot\text{К)}$	$x, \text{кг/кг}$

Построение цикла и определение параметров точек аммиачных компрессоров двухступенчатого сжатия (см. прил. 25).

Все значения параметров заносим в таблицу 2.11.

Таблица 2.11

Таблица параметров точек двухступенчатого цикла

Точка	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{кг}$	$i, \text{кДж/кг}$	$x, \text{кг/кг}$

При расчете компрессоров, работающих на фреоне, температура переохлаждения холодильного агента находится из теплового баланса регенеративного теплообменника (прил.26): $i_{1'} - i_1 = i_3 - i_{3'}$, откуда $i_{3'} = i_3 + i_{1'} - i_1$. По приложениям 21-23 определяем температуру.

Для подбора компрессоров нужно найти теоретическую объемную подачу V_T и мощность двигателя $N_{ДВ}$.

1. Удельная массовая холодопроизводительность хладагента:

$$q_0 = i_1 - i_4 \quad (2.43)$$

2. Действительная масса всасываемого пара:

$$m_d = Q_0 / q_0 \quad (2.44)$$

3. Действительная объемная подача:

$$V_d = m_d v_{1'} \quad (2.45)$$

4. Индикаторный коэффициент подачи:

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{вс}}{p_0} \cdot c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{вс}}{p_0} \right) \quad (2.46)$$

5. Коэффициент невидимых потерь для прямоточных компрессоров:

$$\lambda_{w'} = T_0 / T_k \quad (2.47)$$

для непрямочных компрессоров:

$$\lambda_{w'} = T_0 / (T_k + 26) \quad (2.48)$$

6. Коэффициент подачи компрессора:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{w'} \quad (2.49)$$

7. Теоретическая объёмная передача:

$$V_T = V_d / \lambda \quad (2.50)$$

8. Удельная объёмная холодопроизводительность в рабочих условиях:

$$q_v = q_0 / v_1' \quad (2.51)$$

9. Удельная объёмная холодопроизводительность в номинальных условиях:

$$q_{vH} = q_{0H} / v_{1'H} \quad (2.52)$$

10. Коэффициент подачи компрессора в номинальных условиях:

$$\lambda_H = \lambda_{iH} * \lambda_{w'H} \quad (2.53)$$

11. Номинальная холодопроизводительность:

$$Q_{0H} = Q_0 (q_{vH} \lambda_H) / (q_v \lambda) \quad (2.54)$$

12. Адиабатная мощность:

$$N_a = m_d / (i_2 - i_1') \quad (2.55)$$

13. Индикаторный коэффициент полезного действия:

$$\eta_i = \lambda_{w'} + b t_0 \quad (2.56)$$

14. Индикаторная мощность:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (2.57)$$

15. Мощность трения:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{тр}} p_{\text{тр}} \quad (2.58)$$

16. Эффективная мощность:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (2.59)$$

17. Мощность на валу двигателя:

$$N_{\text{дв}} = N_e (1,1 \dots 1,12) / \eta_{\text{п}} \quad (2.60)$$

18. Эффективная удельная холодопроизводительность или холодильный коэффициент:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (2.61)$$

19. Тепловой поток в конденсаторе:

$$Q_k = m_{\text{д}} (i_2 - i_3) \quad (2.62)$$

На практике наиболее распространена схема двухступенчатого сжатия с одной температурой кипения и охлаждением жидкости в змеевике промежуточного сосуда. Для расчета и подбора компрессоров такой установки задаются холодопроизводительностью Q_o и условиями работы машины $t_o, t_k, t_{\text{вс}}$.

Расчет ступени низкого давления:

1. Удельная массовая холодопроизводительность хладагента:

$$Q_o = i_1 - i_6' \quad (2.63)$$

2. Действительная масса всасываемого пара:

$$m_1 = Q_o / q_o \quad (2.64)$$

3. Действительная объемная подача:

$$V_{\text{д}} = m_1 v_{1'}, \quad (2.65)$$

где $v_{1'}$ - удельный объем всасываемого пара в точке 1'

4. Индикаторный коэффициент подачи:

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} \cdot c \left(\frac{p_{\text{пр}} + \Delta p_{\text{н}}}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} \right) \quad (2.66)$$

5. Коэффициент невидимых потерь для прямоточных компрессоров:

$$\lambda_{w'} = T_0 / T_{пр} \quad (2.67)$$

для непрямочных компрессоров:

$$\lambda_{w'} = T_0 / (T_{пр} + 26) \quad (2.68)$$

6. Коэффициент подачи компрессора см. (3.49).

7. Теоретическая объёмная передача:

$$V_{т.цнд} = V_d / \lambda \quad (2.69)$$

8. Адиабатная мощность:

$$N_{а.цнд} = m_1 / (i_2 - i_1') \quad (2.70)$$

9. Индикаторный коэффициент полезного действия см. (3.56)

10. Индикаторная мощность см. (3.57)

11. Мощность трения см. (3.58)

12. Эффективная мощность см. (3.59)

13. Мощность на валу двигателя см. (3.60)

Расчет ступени высокого давления:

1. Количество жидкости до первого дросселирования, необходимое для промежуточного охлаждения пара:

$$m' = m_1 (i_2 - i_3) / (i_3' - i_5') \quad (2.71)$$

2. Количество жидкости до первого дросселирования, необходимое для охлаждения жидкости в змеевике:

$$m'' = m_1 (i_5 - i_6) / (i_3' - i_5') \quad (2.72)$$

3. Количество пара, засасываемого цилиндром высокого давления:

$$m = m_1 + m' + m'' \quad (2.73)$$

4. Действительная объёмная подача:

$$V_d = m_1 v_3 \quad (2.74)$$

5. Индикаторный коэффициент подачи:

$$\lambda_i = \frac{P_{пр} - \Delta P_{вс}}{P_{пр}} \cdot c \left(\frac{P_{к} + \Delta P_{н}}{P_{пр}} - \frac{P_{пр} - \Delta P_{вс}}{P_{пр}} \right) \quad (2.75)$$

6. Коэффициент невидимых потерь:

$$\lambda_{w'} = T_{\text{пр}}/T_{\text{к}} ; \lambda_{w'} = T_{\text{пр}}/(T_{\text{к}}+26) \quad (2.76)$$

7. Коэффициент подачи компрессора см (3.49).

8. Теоретическая объёмная передача:

$$V_{\text{т.цвд}} = V_{\text{д}}/\lambda \quad (2.77)$$

9. Адиабатная мощность:

$$N_{\text{а}} = m/(i_4 - i_3) \quad (2.78)$$

10. Индикаторный коэффициент полезного действия:

$$\eta_i = \lambda_{w'} + bt_{\text{пр}} \quad (2.79)$$

11. Индикаторная мощность см.(3.57)

12. Мощность трения:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{т.цвд}} p_{\text{тр}} \quad (2.80)$$

13. Эффективная мощность см. (3.59)

14. Мощность двигателя см. (3.60)

15. Эффективная удельная холодопроизводительность всей двухступенчатой машины:

$$\varepsilon_e = Q_o / (N_{\text{ецинд}} + N_{\text{ецивд}}) \quad (2.81)$$

16. Тепловой поток в конденсаторе:

$$Q_{\text{к}} = m (i_4 - i_5) \quad (2.82)$$

1.10. Тепловой расчет и подбор основных теплообменных аппаратов

Расчет конденсатора заключается в определении площади теплопередающей поверхности и объемного расхода воды.

Площадь теплопередающей поверхности (м^2)

$$F = Q_{\text{к}} / k\theta_m, \quad (2.83)$$

где θ_m - средний логарифмический температурный напор между хладагентом и теплоносителем; k -коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$ (принимается по табл. 2.12).

Средний логарифмический температурный напор ($^{\circ}\text{C}$):

$$\theta_m = (t_{w2} - t_{w1}) / (2,31 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}), \quad (2.84)$$

где t_{w1} , t_{w2} - температура воды, соответственно входящей в конденсатор и выходящей из него, °С; t_k - температура конденсации, °С.

Таблица 2.12

Коэффициенты теплопередачи конденсаторов

Конденсаторы	k , Вт/м ² К	q_F , Вт/м ²
Горизонтальные кожухотрубные:		
аммиачные	700...1050	4650...5250
фреоновые	350...530	2300...3500
Вертикальные кожухотрубные	700...930	4100...4650
Оросительные	700...930	4100...4650
Испарительные	470...580	2100...2300
С воздушным охлаждением:		
с принудительным движением воздуха	25...50	290...460
для бытовых холодильников	9...12	90...120

По площади теплопередающей поверхности подбираем конденсатор (прил. 27).

Нагрев воды в конденсаторе $t_{w2} - t_{w1} = (4...5)$ °С. Объемный расход охлаждающей воды (м³/с):

$$V_w = m_w / \rho_w = Q_k / [c_w \rho_w (t_{w2} - t_{w1})], \quad (2.85)$$

где m_w - массовый расход воды, кг/с; c_w - теплоемкость воды; $c_w = 4,1868$ кДж/(кгК); t_{w1} - температура воды, поступающей на конденсатор; t_{w2} - температура воды, выходящей из конденсатора, °С; $\rho_w = 1000$ кг/м³ - плотность воды.

По объемному расходу воды подбирают водяные насосы (прил. 28).

Следует учесть, что для винтовых компрессоров тепловая нагрузка на конденсатор равна установленной холодопроизводительности компрессора, так как теплота, эквивалентная индикаторной мощности, отводимая в охладителе масла.

При выборе хладагента R22 применять только горизонтальные кожухотрубные конденсаторы. Следует привести техническую характеристику и габаритные размеры принятых конденсаторов.

Расчет испарителя для охлаждения теплоносителя заключается в определении необходимой площади теплопередающей поверхности и обменного расхода теплоносителей. Тепловая нагрузка испарителя находится для заданных температур кипения отдельно и должна соответствовать тепловой нагрузке на камерное оборудование.

При расчете испарителей определяют их площадь теплопередающей поверхности F и объемный расход рассола V_p .

Площадь теплопередающей поверхности (м²)

$$F = Q_0 / k \theta_m, \quad (2.86)$$

где Q_0 – холодопроизводительность холодильной машины, Вт; k – коэффициент теплопередачи испарителя, Вт/(м²•К) принимается по табл. 2.13; θ_m – средний температурный напор между рассолом и кипящим холодильным агентом, °С; обычно принимают равным 5 °С для аммиака и 6...8 °С для фреонов.

Таблица 2.13

Коэффициенты теплопередачи испарителей

Испарители	k , Вт/м ² К	q_F , Вт/м ²
Панельные	580 – 700	2900 – 3500
Кожухотрубные аммиачные	465 – 525	2320 – 2620
Фреоновые	230 - 350	1150 - 1750

В кожухотрубных и кожухозмеевиковых испарителях θ_m (°С) определяют по формуле среднего логарифмического температурного напора:

$$\theta_m = (t_{p1} - t_{p2}) / (2,31 \lg \frac{t_{p1} - t_0}{t_{p2} - t_0}), \quad (2.87)$$

в панельных и вообще во всех испарителях с мешалкой

$$\theta_m = (t_{p2} - t_0), \quad (2.88)$$

где t_{p1} – температура теплоносителя, входящего в испаритель, °С; t_{p2} – температура теплоносителя, выходящего из испарителя, °С; t_0 – температура кипения хладагента, °С.

Расход циркулирующего теплоносителя определяют из условия:

$$Q_0 = m_T c_T (t_{p1} - t_{p2}), \quad (2.89)$$

где c_T – теплоемкость теплоносителя при рабочей температуре теплоносителя, кДж/(кг•К)(прил. 29); m_T – массовый расход теплоносителя, кг/с; $t_{p1} - t_{p2} = 2...4$ °С;

$$m_T = Q_0 / c_T (t_{p1} - t_{p2}), \quad (2.90)$$

а объемный расход циркулирующего теплоносителя (м³/с)

$$V_T = m_T / \rho_T, \quad (2.91)$$

где ρ_T – плотность теплоносителя, кг/м³ (см. прил. 29).

По площади теплопередающей поверхности подбираем испаритель (прил. 30), а по объемному расходу теплоносителя – центробежный насос (прил. 28).

Расчет и подбор охлаждающих приборов камер холодильника (батареи и воздухоохладители) выбираются в зависимости от назначения камер.

Так, в морозильных камерах, камерах охлажденных продуктов применяются воздухоохладители, а в камерах хранения мороженых продуктов могут использоваться как батареи, так и воздухоохладители, если продукты хранятся в упакованном виде.

Расчет батарей состоит в определении площади теплопередающей поверхности (m^2)

$$F = Q_0 / (k\theta), \quad (2.92)$$

где Q_0 – тепловой поток на батарею, определяемый тепловым расчетом, Вт; k – коэффициент теплопередачи, Вт/($m^2 \cdot K$); θ – температурный напор между воздухом охлаждаемого помещения и кипящим хладагентом или теплоносителем, $^{\circ}C$.

Для аммиачных батарей непосредственного охлаждения $\theta = 8... 10$ $^{\circ}C$, для фреоновых $\theta = 15...20$ $^{\circ}C$; k — коэффициент теплопередачи, отнесенный к наружной поверхности труб (гладких или ребристых), Вт/($m^2 \cdot K$).

Коэффициент теплопередачи ребристых и аммиачных гладкотрубных и панельных батарей можно принять соответственно по табл. 2.14.

Таблица 2.14

Коэффициент теплопередачи батарей

Вид батарей	Шаг ребер, мм	Коэффициент теплопередачи k [Вт/ m^2K] при $t_b, ^{\circ}C$	
		0	-20
<i>Батареи из ребренных труб диаметром 38×25 и 57×3,5 мм (лента 1×45 мм)</i>			
Потолочные: однорядные	20...35	5,9	4,7
	20	5,1	4,2
двухрядные	30...35	5,6	4,4
	20	4,8	4
Пристенные однорядные: 4-трубные	30...35	4,7	3,6
	20	4,1	3,3
6-трубные	30...35	4,3	3,4
	20	3,7	3,0
<i>Батареи из гладких труб диаметром 57×3,5 мм</i>			
Потолочные однорядные	-	9,8	7,0
Пристенные однорядные: 6-трубные 10-трубные 14-трубные 18-трубные	-	9,8	7,0
	-	10,7	7,6
	-	12,0	7,6
	-	14,0	9,9
	-	-	5
	Панели из труб диаметром 38×3 мм	-	-

Для батареи с верхней подачей аммиака коэффициенты тепло-передачи принимают на 10 % меньше приведенных в табл. 2.14

Коэффициент теплопередачи ребристых фреоновых батарей (отнесенный к наружной поверхности) составляет 3,5...4,65 Вт/(м²•К).

Соотношение между потолочными и пристенными батареями выбирают в зависимости от назначения камер и их расположения в здании холодильника.

Площадь поверхности одной батареи принимают по приложению 31. Размеры выбирают в зависимости от типа камеры и длины стен, вдоль которых установлены батареи.

Площадь поверхности одной батареи (м²)

$$f_6 = l n f, \quad (2.93)$$

где l - длина батареи, м; n – число труб в батарее; f - площадь поверхности участка трубы длиной 1 м, м²; принимается по прил. 31.

Число батарей, устанавливаемых в камере:

$$n_6 = F / f_6. \quad (2.94)$$

Воздухоохладители применяются преимущественно пластинчатые подвесные типов ВОГ для морозильных камер и камер охлаждения, ВОП – для камер хранения охлажденных и мороженых продуктов.

Расчет воздухоохладителя включает определение его площади теплопередающей поверхности, состояния выходящего воздуха и расхода воздуха. Для этого необходимо знать: тип устанавливаемого воздухоохладителя; потребный тепловой поток через воздухоохладитель; температуру и относительную влажность воздуха, поступающего в воздухоохладитель; температуру кипения хладагента t_0 .

В диаграмме $i-d$ строят процесс охлаждения и определяют температурно-влажностный режим работы воздухоохладителя. Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя, (м²) $F = Q_0 / (k\theta)$, где Q_0 – тепловой поток через воздухоохладитель, определяемый тепловым расчетом, Вт; k - коэффициент теплопередачи воздухоохладителя, Вт/(м²•К); θ – средний температурный напор между циркулирующим воздухом и кипящим хладагентом, К.

Для воздухоохладителей из оребренных труб с нижней подачей аммиака или теплоносителя в батарее при $\theta = 10$ К и скорости воздуха $\omega_v = 3...5$ м/с коэффициенты теплопередачи в зависимости от температур кипения хладагента или температур теплоносителя следующие:

Таблица 2.15

Коэффициент теплопередачи воздухоохладителей

$t, ^\circ\text{C}$	-45	-40	-35	-25	-15	-12	-10	-5	0 и выше
$k, (\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К})$	11,3	11,6	11,9	12,5	14,0	14,7	15,2	16,3	17,5

При верхней подаче аммиака значения коэффициентов теплопередачи уменьшаются на 10 %. Для фреоновых воздухоохладителей при $\theta = 10$ К и скорости воздуха 3...5 м/с в зависимости от температур теплоносителя или температуры кипения фреона коэффициенты теплопередачи следующие:

Таблица 2.16

Коэффициент теплопередачи воздухоохладителей

$t, ^\circ\text{C}$	-40	-20	-15	0 и выше
$k, (\text{Вт}/\text{м}^2\text{К})$	17,5	19,3	21,0	23,3

Для гладкотрубных аммиачных воздухоохладителей $k = 35...45$ Вт/(м²•К) при $\theta = 10$ К. Воздух охлаждается в воздухоохладителе на 2...5 °С. Теплоноситель, проходя через воздухоохладитель, нагревается при умеренно низких температурах на 3...5 °С, при низких – на 1...2 °С.

По найденной площади теплопередающей поверхности подбираем один или несколько воздухоохладителей с учетом равномерного распределения воздуха по всему объему камеры (прил. 32).

Объемный расход воздуха (м³/с)

$$V_B = Q_0 / [\rho(i_1 - i_2)], \quad (2.95)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³; определяется по психометрической таблице или по i - d диаграмме (прил. 33,34); i_1, i_2 , – удельные энтальпии воздуха на входе и на выходе из воздухоохладителя, определяются по d - i диаграмме, Дж/кг (см. прил. 34)

1.11. Расчет и подбор вспомогательных аппаратов

Включение в схему вспомогательного оборудования: отделителей жидкости, маслоотделителей, маслосборников, промежуточных сосудов, ресиверов, воздухоотделителей, насосов – улучшает работу охлаждающей системы, повышает ее эффективность, безопасность и надежность в эксплуатации.

1. Расчет и подбор циркуляционных, защитных, линейных и дренажных ресиверов.

Расчет и подбор ресиверов заключается в определении необходимой для данной системы вместимости сосуда, которая зависит от способа подачи хладагента в систему охлаждения.

Циркуляционные ресиверы устанавливаются в насосно-циркуляционных схемах отдельно на каждую температуру кипения. Можно использовать как горизонтальные ресиверы в комплекте с отделителями жидкости, так и вертикальные ресиверы, одновременно выполняющие роль отделителей жидкости и емкости.

Расчет емкости ресиверов производится согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

Ресиверы подбирают по объему, который определяют в зависимости от назначения ресивера при условии его заполнения согласно схеме (прил. 35).

Вместимость линейного ресивера (m^3):

а) в автоматизированных насосно-циркуляционных системах с верхней подачей аммиака в приборы охлаждения

$$V_{л.р} = 0,3(V_6 + V_{во})/0,8; \quad (2.96)$$

б) в автоматизированных насосно-циркуляционных системах с нижней подачей аммиака в приборы охлаждения и безнасосных системах

$$V_{л.р} = 0,45(V_6 + V_{во})/0,8; \quad (2.97)$$

где V_6 – геометрический объем труб батарей, m^3 ; $V_{во}$ – геометрический объем труб воздухоохладителей, m^3 ;

в) в безнасосных аммиачных схемах с верхним расположением отделителя жидкости и в хладоновых установках

$$V_{л.р} = (1/2 + 1/3 m_d v_3)/0,8, \quad (2.98)$$

где $(1/2 \dots 1/3) m_d$ – массовый расход хладагента, проходящего через ресивер, кг/ч; v_3 – удельный объем жидкости при t_k , $m^3/кг$.

Вместимость дренажного ресивера должна соответствовать максимальной вместимости одного из аппаратов, например циркуляционного ресивера или наиболее аммиакоемких батарей одной из камер холодильника. В последнем случае вместимость дренажного ресивера $V_{д.р}$ определяется по формуле

$$V_{д.р} = (F_6 \frac{V}{f} \alpha) / 0,8 = L_v \alpha / 0,8, \quad (2.99)$$

где F_6 – площадь поверхности всех батарей камеры, m^2 ; v – объем 1 м трубы, m^3 (см. прил. 31 табл. 31.1); f – площадь поверхности 1 м трубы, m^2 (см. прил. 31 табл. 31.1); α – норма заполнения батарей жидким хладагентом: при верхней подаче $\alpha = 0,3$, а при нижней подаче $\alpha = 0,7$; L_v – длина труб в батареях, м.

Заполнение линейных и дренажных ресиверов допускается не более чем на 80% их объема.

Вместимость циркуляционного ресивера $V_{ц.р}$, (m^3) в схемах с нижней подачей аммиака в приборы охлаждения: вертикального РЦВ и РДВ

$$V_{ц.р} \geq 2,7(V_{н.т} + 0,2(V_6 + V_{во}) + 0,3V_{вс.т}); \quad (2.100)$$

вертикального РЦВ со стояком и горизонтального РД, РЛД

$$V_{ц.р} \geq 2,0(V_{н.т} + 0,2(V_{б} + V_{во}) + 0,3V_{вс.т}); \quad (2.101)$$

горизонтального РД и РЛД со стояком

$$V_{ц.р} \geq 1,7(V_{н.т} + 0,2(V_{б} + V_{во}) + 0,3V_{вс.т}). \quad (2.102)$$

В схемах с верхней подачей аммиака в приборы охлаждения: вертикального РЦВ

$$V_{ц.р} \geq 2,7(V_{н.т} + 0,3V_{б} + 0,5V_{во} + 0,3V_{вс.т}); \quad (2.103)$$

вертикального РДВ со стояком и горизонтального РД, РЛД

$$V_{ц.р} \geq 2,0(V_{н.т} + 0,3V_{б} + 0,5V_{во} + 0,3V_{вс.т}); \quad (2.104)$$

горизонтального РД, РЛД со стояком

$$V_{ц.р} \geq 1,7(V_{н.т} + 0,3V_{б} + 0,5V_{во} + 0,3V_{вс.т}), \quad (2.105)$$

где $V_{н.т}$ – геометрический объем нагнетательного трубопровода аммиачного насоса, m^3 ; $V_{вс.т}$ – геометрический объем трубопровода совмещенного отсоса паров и слива жидкости, m^3 .

Вместимость защитных ресиверов (m^3) определяется по формулам:
горизонтальных РД, РЦЗ

$$V_{з.р.г} \geq (V_{б} + V_{во}) \cdot 0,4; \quad (2.106)$$

вертикальных РДВ

$$V_{з.р.в} \geq (V_{б} + V_{во}) \cdot 0,5. \quad (2.107)$$

Циркуляционные и защитные ресиверы подбирают отдельно для каждой испарительной системы по температурам кипения. Значения $V_{б}$ и $V_{во}$ определяют по формуле

$$V_{б(во)} = Fv / f, \quad (2.108)$$

где F – площадь поверхности батарей или воздухоохлаждателей, m^2 .

2. Расчет и подбор отделителей жидкости

Отделитель жидкости используется в аммиачных безнасосных схемах непосредственного охлаждения, рассчитывается и выбирается отдельно на каждую температуру кипения.

В насосно-циркуляционных аммиачных схемах непосредственного охлаждения отделитель жидкости целесообразно совместить с вертикальным циркуляционным ресивером.

Отделитель жидкости подбирают по диаметру всасывающего трубопровода компрессора (прил. 36, таб. 36.1).

Необходимо привести техническую характеристику и габаритные размеры выбранных отделителей жидкости.

3. Расчет и подбор маслоотделителей и маслосборников

Маслоотделители включают в схему холодильной установки на нагнетательной стороне компрессора. Маслоотделителей выполняется по диаметру нагнетательного трубопровода компрессора (прил. 37, табл. 37.1).

Следует иметь в виду, что барботажные маслоотделители сняты с производства и заменены циклонными маслоотделителями с сетчатой набивкой.

Рекомендуется предусматривать индивидуальные маслоотделители после каждого компрессора с возвратом масла в картер для повторного использования (обычно эти маслоотделители входят в холодильные агрегаты и машины) при обязательной установке общего маслоотделителя перед конденсатором, который следует выбрать.

Одновременно с подбором маслоотделителей следует подобрать и маслосборники. Маслосборники подбираются в зависимости от наличия аппаратов высокого, среднего и низкого давления. В отдельных случаях можно ограничиться установкой маслосборников на стороне низкого и высокого давлений. Подбор маслосборников ведется по (прил. 38, табл. 38.1).

Необходимо произвести техническую характеристику и габаритные размеры выбранных аппаратов.

4. Подбор промежуточных сосудов

Подбор промежуточных сосудов выполняется по диаметру нагнетательного трубопровода ЦНД компрессора (прил.39табл.39.1)или по поверхности змеевика

$$F_{3M} = Q_{3M} / (k\theta), \quad (2.109)$$

где $Q_{3M} = m_1 (i_5 - i_7)$ см.; $k = 580 \dots 700$ Вт/(м²•К) - коэффициент теплопередачи змеевика.

Число промежуточных сосудов рекомендуется принимать по числу холодильных машин двухступенчатого сжатия. В случае применения двухступенчатых холодильных машин, в комплект поставки которых входит промежуточный сосуд последний считать не следует.

Необходимо привести техническую характеристику и габаритные размеры выбранных промежуточных сосудов.

5. Расчет и подбор насосов

В насосно-циркуляционных схемах для создания равномерного потока жидкости в охлаждающие приборы, расположенные на расстоянии более 100 м, устанавливаются аммиачные центробежные насосы.

Расчет насосов сводится к определению его объемной подачи

$$V_a = m v_{жа}, \quad (2.110)$$

где m – массовый расход хладагента, кг/с (см. расчет и подбор одноступенчатого и двухступенчатого компрессора); $v_{ж}$ – удельный объем жидкого хладагента при t_0 , м³/кг; a – кратность циркуляции хладагента, т. е. отношение массы хладагента, подаваемого в охлаждающие приборы (кг/с), к массе испаряющегося в них хладагента (кг/с), при верхней подаче жидкости в приборы охлаждения $a = 8...10$; при нижней $a = 4...5$.

Подбор насоса по прил. 28, табл. 28.2.

6. Расчет и выбор трубопроводов холодильной установки

Расчет трубопроводов сводится к определению внутреннего диаметра по величине оптимальной скорости движения жидких и газообразных веществ в трубопроводах, исходя из уравнения непрерывности потока.

Внутренний диаметр труб

$$d = \sqrt{[4mv/(\pi\omega)]}, \quad (2.111)$$

где m - массовый расход хладагента через трубопровод, кг/с; v – удельный объем хладагента, м³/кг; ω – скорость движения хладагента по трубопроводу, м/с (табл. 2.17).

Таблица 2.17

Скорость движения хладагента по трубопроводу

Трубопровод	Хладагент	Скорость, м/с
Всасывающий(для температуры кипения): $t_0 = 0...-30$ °C	R134a, R22	8...15
	R717	10...20
$t_0 = -30$ °C Нагнетательный	R134a, R22	10...18
	R717	12...25
Жидкостной: от конденсатора к ресиверу	R717	0,6
	R134a, R22, R717	0,5...1,25
от ресивера к РВ		

Подбор трубопроводов осуществляется по прил. 40 табл. 40.1.

7. Подбор воздухоотделителей

Аппараты целесообразно устанавливать в системах, работающих при температуре кипения -30 °C и ниже. Следует применять автоматические воздухоотделители АВ-4, конструкцию и схему включения которых принимать поприл. 41. В установках с высокими температурами кипения воздух удаляют двухтрубными воздухоотделителями, входящими в конструкцию линейных ресиверов.

1.12. Описание схемы холодильной установки

Приводится краткое описание работы заданной схемы холодильной установки; ее преимущества и недостатки в сравнении с возможными вариантами

схем, с точки зрения поддержания температурно-влажностного режима в камерах холодильника; регулирования подачи хладагента в охлаждающие приборы; условий хранения продуктов и сохранения их качеств, а также экономии энергетических ресурсов, сырья, материалов.

1.13. Выбор приборов автоматики и описание узловой функциональной схемы автоматизации

Повышение производительности и эффективности холодильной установки, обеспечение безопасности ее работы достигается средствами автоматизации. Приборы автоматики и контроля позволяет без участия человека регулировать режимы работы в зависимости от изменения нагрузки на холодильную установку.

Функциональная схема автоматизации (ФСА) выполняет следующие основные функции:

1. Защиту компрессора от опасных режимы работы.
2. Сигнализацию предельных уровней жидкости в линейном ресивере.
3. Оттайку воздухоохладителей и батарей горячими парами хладагента.
4. Регулирование уровня жидкости в промсосуде и циркуляционном ресивере.

Автоматическое управление компрессором (прил. 43, рис. 43.1) осуществляется по определенному алгоритму. Так, командой на автоматический пуск компрессора служит повышение температуры рассола на выводе из испарителя. Температурой рассола управляет регулятор ТС 10-2, датчик которого ТЕ 10-1 установлен на трубопроводе выхода Рассола из испарителя.

При работе компрессора в автоматическом режиме функционируют следующие противоаварийные защиты: от понижения разности давлений масла в системе смазки и картере применяют реле разности давлений PDSA 2-1, от понижения давления всасывания и повышения давления нагнетания – реле давления PDSA 3-1; от повышения давления нагнетания – реле температуры TSA 4-2; от отсутствия протока воды через охлаждающие рубашки – реле протока 1 -1; от аварийного повышения уровня жидкого аммиака в отделителе жидкости – реле уровня LSA 7-2, LSA 8-2.

При пуске компрессора в автоматическом режиме открывается вентиль на подаче воды в охлаждающие рубашки и закрывается вентиль 6-1 на байпасе.

Уровень жидкого аммиака в испарителе автоматически регулируется реле уровня LCS 9-2, которое управляет работой вентиля 9-3, установленного на подаче жидкого аммиака в испаритель. Верхний и нижний уровни жидкого аммиака в линейном ресивере контролируются реле уровня LSA 12-2, LSA 13-2.

Давление рассола в нагнетательном трубопроводе контролируется реле давления PSA 11-1, а температура воздуха, аммиака, рассола, воды в контрольных точках холодильной установки – термопреобразователями ТЕ 14-1... ТЕ 14-6, подключенными к вторичному прибору Т-114-7.

Автоматизация холодильных установок обеспечивает непрерывность производственного процесса, надежность и безопасность работы оборудования, предотвращение аварийных ситуаций, увеличение межремонтных сроков в ре-

зультате достижения равномерности загрузки, повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции, высокий экономический эффект.

Описание ФСА поршневого аммиачного двухступенчатого компрессора (прил. 43, рис. 43.2).

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1, 2 - Двухблочное реле давления, защищающее компрессор (КМ) от понижения давления всасывания ниже допустимого и от повышения давления нагнетания выше допустимого значения низкой ступени.

3, 4 - Двухблочное реле давления, защищающее КМ от понижения давления всасывания ниже допустимого и от повышения давления нагнетания выше допустимого значения высокой ступени.

5, 6 - Реле температуры, защищающее КМ от повышения температуры нагнетания низкой ступени (5) и высокой ступени (6).

7, 8 - Реле разности давления, защищает КМ от понижения давления в системе смазки. В период пуска КМ эта защита блокируется на 10-20 секунд (KS), для того чтобы в масляной системе установилась номинальная подача масла.

При срабатывании любого из приборов 1-8, через пульт управления (П) Компрессора и магнитный пускатель, останавливается КМ и включается световая сигнализация.

9 - 14 Манометры, показывающие давление нагнетания низкой ступени (9), высокой ступени (12) и давления всасывания высокой ступени (11), низкой ступени (10), давления масла (13) и давления в картере (14).

15, 16 - Термометры, показывающие температуру нагнетания низкой ступени (15) и высокой ступени (16).

17 - Магнитный пускатель электродвигателя КМ, управляемый от пульта управления компрессоров (П).

18 - Соленоидный клапан для подачи воды в рубашку КМ, открывается при включении КМ и закрывается при отключении КМ.

19 - Реле протока, защищает КМ от недостаточной подачи воды в охлаждающую рубашку. Реле выключает КМ при снижении подачи воды до 30 % ее номинальной величины. При пуске КМ защита блокируется на 10-20 секунд (KS).

Описание ФСА узла вертикального циркуляционного ресивера и аммиачного насоса (прил. 43, рис. 43.3)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1, 2 - Реле уровня, контролируемые аварийный уровень (дублировано) жидкого аммиака. При срабатывании реле, происходит аварийное отключение компрессора (КМ) и включается световая и звуковая сигнализация.

3 - Реле уровня, контролирующей верхний уровень жидкого аммиака в ЦР, предотвращая попадания жидкого аммиака во всасывающие трубопроводы компрессора. При срабатывании реле включается звуковая сигнализация.

4 - Реле уровня, контролирующей подачу жидкого холодильного агента в ЦР. Управляет соленоидным клапаном СВ.

5 - Соленоидный вентиль для подачи жидкого холодильного агента в ЦР. Управляется реле уровня (4) при работающем насосе (АН).

6 - Магнитный пускатель электродвигателя аммиачного насоса АН. Пуск и остановку насоса производят по месту или дистанционно с ЦЩА оператором. Работа насоса сигнализируется световым и звуковым сигналами на ЦЩА.

8 - Реле разности давлений, предусматривает защиту насоса от срыва струи перекачиваемой жидкости. При срабатывании реле подается световой и звуковой сигналы, останавливается насос и закрывается соленоидный вентиль СВ.

9 - Реле уровня, контролирующий залив насоса хладагентом (для герметичных сальниковых насосов типа ЦНГ-68, ЦНГ-70М).

В аммиачных насосах, требующих смазки, данное реле уровня контролирует уровень масла в масляном бачке (предупредительная сигнализация). При срабатывании данной защиты (при отсутствии залива насоса или масла) насос отключается и подается аварийный и звуковой и световой сигналы.

10- 12 - Манометры, показывающие давления всасывания (10), нагнетания (11) аммиачного насоса, в ЦР (12).

Описание ФСА кожухотрубного испарителя (прил. 43, рис. 43.4)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1,2- Реле уровня (дублирующие), контролируют аварийный уровень жидкого аммиака в испарителе. При срабатывании реле происходит аварийное отключение холодильной установки и включается звуковой и световой сигналы.

3 - Реле уровня, контролирующий и регулирующий рабочий уровень хладагента. Управляет соленоидным вентилем СВ. При срабатывании реле включается световой сигнал.

4 - Соленоидный вентиль для подачи хладагента в испаритель. Открытие и закрытие СВ осуществляется с помощью реле уровня (3).

5, 6 - Дистанционное измерение температуры хладаносителя с помощью логометра

7 - Манометр, показывающий давление в испарителе.

Описание ФСА конденсатора (прил. 43, рис. 43.5)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1- Манометр, показывающий давление в конденсаторе.

2- Соленоидный вентиль на линии подачи воды. Открывается при включении КМ, закрывается при его отключении.

Описание ФСА с верхним расположением отделителя жидкости (см. прил. 43, рис. 43.6)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1,2- Реле уровня (дублировано), контролирующее аварийный уровень с отключением холодильной установки и подачей аварийного светового и звукового сигнала.

3- Реле уровня, контролирующее нижний уровень хладагента с подачей светового сигнала.

4- Манометр, показывающий давление в ОЖ.

Описание ФСА с нижним расположением отделителя жидкости (см. прил. 43, рис. 43.6)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1 - Манометр, показывающий давление в ОЖ.

2, 3 - Реле уровня, контролирующие аварийный уровень хладагента (дублировано) с отключением компрессора и подачей аварийного светового и звукового сигналов.

4- Реле уровня, контролирующий верхний предельный уровни с подачей предупредительного светового сигнала.

5- Реле уровня, контролирующий и регулирующий рабочий уровень хладагента с помощью соленоидного вентиля СВ.

6- Соленоидный вентиль для подачи хладагента, управляется с помощью реле уровня 5.

Описание ФСА промежуточного сосуда (см. прил. 43, рис. 43.7)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1- Манометр, измеряющий давление в ПС (0,5-12 кгс/см).

2- Указатель уровня жидкого аммиака в ПС.

3,4- Реле уровня, контролирующие (дублировано) аварийный уровень жидкого аммиака в ПС. В случае переполнения сосуда отключается компрессор, подается световая и звуковая сигнализация.

5- Реле уровня (ПРУ -5) , регулирует уровень жидкого аммиака в ПС путём открытия и закрытия соленоидного вентиля (6) на линии подачи аммиака.

6- Соленоидный вентиль для подачи жидкого аммиака в ПС.

7, 8 - Логометр, измеряющий температуру входящего в ПС и выходящего из ПС жидкого аммиака.

Описание ФСА защитного вертикального ресивера (см. прил. 43, рис. 43.8)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1 - Реле уровня, контролирующий нижний уровень хладагента с подачей светового сигнала.

2 - Реле уровня, контролирующий верхний предельный уровень хладагента с подачей предупредительного светового и звукового сигналов.

3, 4 - Реле уровня, контролирующие аварийный уровень (дублировано) с отключением холодильной установки и подачи аварийного и звукового сигналов.

5 - Манометр, показывающий давление в ресивере.

Описание ФСА водяных (рассольных) насосов (см. прил. 43, рис. 43.9)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1- Реле давления. Контролирует давления рассола (воды) в нагнетательном трубопроводе. Наличие давления рассола является разрешающим сигналом на пуск компрессора.

2- Манометр, показывающий давления рассола в нагнетательном трубопроводе.

3- Магнитный пускатель электродвигателя насоса. Пуск КМ возможен только при включенном рассольном насосе.

4- Реле температуры, контролирует температуру рассола. При понижении температуры рассола ниже допустимой происходит остановка КМ и включение световой и звуковой сигнализации.

Описание ФСА узла дренажного ресивера (см. прил. 43, рис. 43.10)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

- 1- Реле уровня, контролирующий верхний уровень хладагента с подачей светового и звукового сигналов.
- 2- Реле уровня, контролирующий нижний уровень хладагента в РД с подачей светового сигнала.
- 3- Манометр, показывающий давление в РД.

Контроль наличия жидкого хладагента: Для обеспечения автоматического дренирования жидкого хладагента при оттаивании охлаждающих приборов камер дренажные ресиверы снабжаются регулятором уровня высокого давления ПРУДВ (1), который устанавливается на магистральном дренажном трубопроводе. Регулятор пропускает в дренажный ресивер только жидкий хладагент и тем самым предотвращает повышение давления в аппарате вследствие попадания паров высокого давления.

Описание ФСА процесса оттаивания воздухоохладителя горячими парами хладагента (см. прил. 43, рис. 43.11)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1,2 - Магнитные пускатели электродвигателей вентиляторов воздухоохладителя. Вентиляторы управляются по заданной программе с помощью реле времени KS по команде оператора (нажатием кнопки Н на центральном щите автоматики), а также управляются камерным терморегулятором системы автоматического регулирования температуры воздуха.

3- Соленоидный клапан для подачи жидкого хладагента, управляется камерным терморегулятором системы автоматического регулирования температуры воздуха.

4- Соленоидный клапан для отсоса паров хладагента.

5- Соленоидный клапан для слива хладагента в дренажный ресивер. В целях предотвращения попадания паров высокого давления из батарей воздухоохладителей, находящихся в режиме оттаивания, в батарею воздухоохладителя, работающего в режиме охлаждения, на дренажном трубопроводе каждого воздухоохладителя установлен обратный клапан ОК.

6- Соленоидный клапан для подачи горячих паров хладагента.

Соленоидные клапаны СВ1-СВ4 (3-6) управляются по заданной программе с помощью реле времени KS по команде оператора (нажатием кнопки Н на ЩЦА). Процесс оттаивания сигнализируется лампой HL2.

7- Термореле, контролирующее температуру трубопровода слива талой воды из поддона воздухоохладителя, управляет электронагревателем (8).

8- Магнитный пускатель электронагревателя, установленный на трубопроводе слива талой воды. Управляется термореле (7).

9- Манометр, показывающий давление горячих паров хладагента.

Предусмотрено дистанционное управление воздухоохладителем с ЩЦА с помощью ключа HS. Работа воздухоохладителя сигнализируется лампочкой.

Описание ФСА процесса оттаивания воздухоохладителя с помощью электронагревателя (см. прил. 43, рис. 43.12)

В схеме использованы следующие приборы автоматики:

1- Магнитные пускатели электродвигателей вентиляторов воздухоохлаждателей. Вентиляторы управляются по заданной программе с помощью реле времени KS по команде оператора (нажатием кнопки Н на центральном щите автоматики), а также управляются камерным терморегулятором системы автоматического регулирования температуры воздуха.

Предусмотрено дистанционное управления воздухоохладителем с ЦЩА с помощью ключа HS. Работа ВО сигнализируется лампами HL 1-HL 3.

2- Магнитные пускатели электронагревателей поддонов и батарей воздухоохлаждателей.

3- Соленоидный клапан для отсоса паров хладагента, управляется по заданной программе с помощью реле времени KS по команде оператора (нажатием кнопки Н на ЦЩА), а также управляется камерным терморегулятором системы автоматического регулирования температуры воздуха.

4- Реле температуры, контролирующее температуру трубопровода слива талой воды из поддона воздухоохлаждателей, управляет электронагревателем(9).

5- Магнитный пускатель электронагревателя, установленного на трубопроводе слива талой воды. Управляется термореле (8).

6 - Манометр, показывающий давление паров хладагента.

В целях максимального упрощения ФСА и сокращения приборов автоматики предусмотрена установка одного соленоидного клапана на общем газовом трубопроводе. Оттаивание происходит без дренирования жидкого холодильного агента. Если давление в батареях ВО выше давления аммиачного насоса, холодильный агент выходит в систему.

2. Индивидуальное задание

В данном разделе необходимо дать описание основных узлов, деталей компрессора, теплообменных и вспомогательных аппаратов, арматуры и предохранительных устройств (согласно задания на дипломное проектирование).

3. Мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды

В этой главе нужно подробно описать:

- Технику безопасности при эксплуатации оборудования.
- Противопожарную технику.
- Охрану труда и окружающей среды.

Применение взрывоопасных и ядовитых веществ в качестве хладагентов создает повышенную опасность эксплуатации холодильных установок. Руководители и весь эксплуатационный персонал обязаны знать и строго исполнять требования по технике безопасности.

Меры безопасности при эксплуатации холодильных установок установлены в Постановлении Ростехнадзора от 9 июня 2003 года N 79 "Правила безопасности аммиачных холодильных установок", в ПОТ РМ 015-2000. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных

установок, утвержденные постановлением Минтруда от 22.12. 00 г. № 92 и других нормативных документах.

При обеспечении безопасной эксплуатации холодильных установок наряду с указанными Правилами следует руководствоваться также соответствующими требованиями действующих Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, ГОСТов и других нормативных правовых актов, содержащих нормативные требования к охране труда (с учетом особенностей и специфики холодильных установок). Вот некоторые из них:

- ✓ Содержание паров хладагента в воздухе рабочих зон не должно превышать значений, определенных действующими стандартами и гигиеническими нормативами, в том числе ГОСТ 12.1.005, ГН 2.2.5.686, ГН 2.2.5.692, ГН 2.2.5.794.
- ✓ Защита работников от опасностей, вызываемых движущимися частями оборудования холодильных установок, должна определяться требованиями ГОСТ 12.2.062.
- ✓ Допустимые уровни шума и защита от него на рабочих местах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003 и санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562.
- ✓ Вибрационная безопасность на рабочих местах должна удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.012 и санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.566.
- ✓ Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать величин, установленных ГОСТ 12.1.038.
- ✓ Освещенность помещений должна определяться требованиями СНиП 23-05.

Планировка помещений и конструктивные здания компрессорных отделений должны удовлетворять специальным условиям, обеспечивающим свободную эвакуацию обслуживающего персонала при аварийных ситуациях и предотвращение разрушений зданий при авариях.

Сосуды, аппараты, трубопроводы и арматура должны быть испытаны давлением на прочность и плотность соответственно условиям, в которых они работают.

В аммиачных холодильных установках особое внимание обращается на предотвращение возможности попадания жидкости в рабочий объем компрессора. Для этой цели установка должна иметь отделители жидкости на всасывающей стороне компрессора, снабженные надежной сигнализацией и автоматикой, немедленно отключающей компрессор при превышении допустимого уровня жидкости в отделителе. Система должна быть оборудована ресиверами, объем которых был бы способен принять весь жидкий хладагент, сливающийся из приборов охлаждения и трубопроводов при остановке насосов.

Сосуды и аппараты, находящиеся под избыточным давлением, должны быть снабжены манометрами и предохранительными клапанами. Утечка хладагента через неплотности должна контролироваться и при обнаружении должна немедленно устраняться. Работы, при которых возможно соприкосновение с вредными веществами, должны выполняться в защитной одежде; где возникает особая опасность в противогазе.

При аварийной угрозе все оборудование в компрессорном отделении должно быть обесточено. Пункты аварийного отключения располагаются как внутри, так и вне здания на наружной стене у входных дверей в компрессорное отделение. В компрессорном отделении всегда должны находиться средства индивидуальной защиты, средства пожаротушения, медикаменты для оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

Для каждой холодильной установки должны быть разработаны индивидуальные инструкции по эксплуатации и по технике безопасности. Обслуживающий персонал должен быть проинструктирован. Состояние приборов и средств, обеспечивающих безопасную работу установки, должно регулярно проверяться.

Для защиты работников, занятых эксплуатацией холодильных установок, от пониженных температур и повышенной подвижности воздуха в холодильных камерах и на наружных (открытых) площадках следует предусматривать для них спецодежду и спецобувь в соответствии с действующими нормативами.

Эксплуатация аммиачной холодильной установки должна осуществляться в соответствии с технологическим регламентом. Технологический регламент разрабатывается проектной организацией - разработчиком проекта, научно-исследовательской организацией или организацией, эксплуатирующей холодильную установку, по согласованию с проектной организацией - разработчиком проекта.

Защита работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов должна осуществляться также на основе выполнения требований пожарной безопасности, строительных и санитарных норм по размещению оборудования и устройству систем, помещений, требований безопасности при монтаже и ремонте.

Курение в машинных отделениях, а также в других помещениях, где установлено холодильное оборудование, запрещается.

Сварка и пайка при ремонте машин, агрегатов, аппаратов, трубопроводов действующих холодильных установок должны применяться под наблюдением старшего технического персонала и при наличии письменного разрешения работника, ответственного в организации за исправное состояние, правильную и безопасную эксплуатацию холодильных установок.

Перед сваркой или пайкой следует удалить хладагент из ремонтируемого холодильного оборудования или трубопровода. Сварка и пайка должны производиться в соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности в Российской Федерации.

В каждой организации, эксплуатирующей холодильную установку (установки), приказом работодателя из числа специалистов, прошедших в установленном порядке проверку знаний правил охраны труда, должны быть назначены работники, ответственные:

а) за осуществление контроля за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией холодильной установки (установок) и соблюдением требований ПОТ РМ 015-2000;

б) за исправное состояние, правильное и безопасное действие оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) и других устройств холодильной установки (установок).

К обслуживанию холодильных установок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие документ об окончании специального учебного заведения или курсов; работники, прошедшие обучение и имеющие удостоверение, подтверждающее их квалификацию.

Холодильные установки, работающие на озоноразрушающих хладагентах, должны эксплуатироваться с обязательным сбором хладагента для его утилизации при ремонтах (ревизиях) установок.

Охрана окружающей природной среды обеспечивается тщательной герметизацией холодильных систем, недопущением выбросов хладагентов при ремонтах, освидетельствованиях, демонтаже оборудования и трубопроводов, контролем за недопущением утечек хладагентов во время выработки холода в соответствии с инструкциями организаций - изготовителей холодильных установок.

По степени озоноразрушающей активности озонного слоя Земли галоидопроизводные углеводороды разделены на три группы:

- хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью – это хлорфторуглероды (ХФУ) R11, R12, R13, R113, R114, R115, R502, R503, R12B1, R13B1 (или по международному обозначению CFC11, CFC12, CFC13 и т.д.) и др.;
- хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью – это гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) R21, R22, R141b, R142b, R123, R124 (или по международному обозначению HCFC21, HCFC22, HCFC141b и т. д.) и др., в молекулах которых содержится водород. Для этих веществ характерно меньшее время существования в атмосфере по сравнению с ХФУ, и, как следствие, они оказывают меньшее влияние на разрушение озонного слоя. Ряд многокомпонентных рабочих тел, предлагаемых в качестве альтернативы ХФУ, содержат в своем составе ГХФУ, например R22;
- хладагенты, не содержащие атомов хлора [фторуглероды ФУ (FC), гидрофторуглероды ГФУ (HFC), углеводороды (HC) и др.], считаются полностью озонобезопасными. Таковыми являются хладагенты R134, R134a, R152a, R143a, R125, R32, R23, R218, R116, RC318, R290, R600, R600a, R717 и др.

В качестве альтернативы запрещенным к производству хладагентам рассматриваются следующие классы веществ:

- ✓ гидрохлорфторуглероды (ГХФУ);
- ✓ гидрофторуглероды (ГФУ);
- ✓ природные хладагенты – аммиак, диоксид углерода, вода, углеводороды.

Для замены R12 с начала 90-х годов основными мировыми производителями химической продукции был разработан и выпускается однокомпонентный озонобезопасный хладагент R134a.

Значительное внимание уделено операции по замене (ретрофиту) хладагента R401A, 409A, R401B; R500 на R401B; R502 на R404A, R507, R408A, R402B; R22 на R407Cи другие хладагенты, заправке холодильных систем хладагентами R717 и R600a.

В связи с подписанием Правительством России Монреальского Протокола

об отказе от использования озоноразрушающих хладагентов (фреонов, хладон) группы хлорфторуглеродов ХФУ (или по международным обозначениям СРС): R11, -12, -13, -113, -114, 115, -502, -503, -12В1 и -13В1, содержащих атомы хлора или брома, выпускаемое в России и поставляемое из-за рубежа новое холодильное оборудование должно работать на веществах, не входящих в перечисленный ряд.

Замена хладагента и масла на другие марки в холодильных установках в предусмотренных случаях должна производиться только специализированными организациями, имеющими разрешительные документы на выполнение этих работ.

Работодатели проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004 обучение работников холодильных установок безопасности труда, а также осуществляют контроль за своевременностью и качеством их обучения.

Периодическая проверка знаний младшего обслуживающего персонала правил, нормативных документов по техническому обслуживанию холодильной установки и охране труда, а также практических действий должна проводиться не реже 1 раза в год комиссией, состоящей из специалистов по холодильной технике и охране труда. Состав комиссии утверждается работодателем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Минтруда РФ от 22.12.2000 N 92 // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=79841;dst=0;ts=82664C35B6091B73521C118DC449AD2E;rnd=0.518063740823811> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 12.01.2018.
2. Об утверждении Правил безопасности аммиачных холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Госгортехнадзора РФ от 09.06.2003 N 79 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 N 4779) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=43343>. – Загл. с экрана. Дата обращения: 12.01.2018.
3. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Введ. 29-09-1988 (ред. от 20.06.2000) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=136806;dst=0;ts=73810FB5921AB7A81C9B80F6FA7E778F;rnd=0.008966543340491628> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 15.01.2018.
4. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи [Электронный ресурс]. – Введ. 22-06-2006 // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=6528;dst=0;ts=5D53C2514D289F3B3841C970AD8D11BA;rnd=0.139082582502713> - Загл. с экрана. – Дата обращения: 15.01.2018.
5. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Электронный ресурс]. – Введ. 08-08-1995 (ред. от 22.06.2006) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=6951;dst=0;ts=22B5BC14BFCAC5E28A666B516D54559E;rnd=0.794405154232157> - Загл. с экрана. – Дата обращения: 16.01.2018.
6. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы [Электронный ресурс]. – Введ. 13-11-1996 (ред. от 22.06.2006) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=6955;dst=0;ts=BA2D19E280877CB6D114828223378E28;rnd=0.2901069496663824> - Загл. с экрана. – Дата обращения: 16.01.2018.
7. ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы. [Электронный ресурс]. – Введ. 01-12-1967 (ред. от 22.06.2006) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=6948&>

- [_ga=1.213636436.1979326082.1427869254-](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=5594;dst=0;ts=01223C5547389B38E54CEF45CC98E505;rnd=0.15127697646564042) Загл. с экрана. – Дата обращения: 19.01.2018.
8. ГОСТ 2.316-68 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.[Электронный ресурс]. – Введ. 01-12-1967 (ред. от 01.01.2002) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа:<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=5594;dst=0;ts=01223C5547389B38E54CEF45CC98E505;rnd=0.15127697646564042> - Загл. с экрана. – Дата обращения: 19.01.2018.
 9. ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.[Электронный ресурс]. – Введ. 01-12-1967 (ред. от 01.01.2002) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа:<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=7653;dst=0;ts=C75E82C0A3F12E4F3993EB6AA6D868FE;rnd=0.5579903502492893> - Загл. с экрана. – Дата обращения: 19.01.2018.
 10. ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.[Электронный ресурс]. – Введ. 25-11-2003// КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=369399&_ga=1.50044262.1979326082.1427869254- Загл. с экрана. – Дата обращения: 11.01.2018.
 11. ГОСТ 7.82-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. [Электронный ресурс].– Введ. 04-09-2001 // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа:<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=9828;dst=0;ts=0A3907389C22F9BCCCA533372F19175D;rnd=0.6477838810763047>Загл. с экрана. – Дата обращения: 11.01.2017.
 12. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. [Электронный ресурс]. – Введ. 28-04-2008// КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=528157&_ga=1.212589012.1979326082.1427869254 -Загл. с экрана. – Дата обращения: 11.01.2018.
 13. Бабакин, Б. С. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе [Текст] / Б. С. Бабакин, В. И. Стефанчук, Е. Е. Ковтунов. — М. : Колос, 2000. — 160 с. : ил.
 14. Бохан, К. А. Автоматизация холодильных установок [Текст] : учеб. пособ. / Сост. К. А. Бохан. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. – 118 с.
 15. Бохан, К. А. Монтаж и техническая эксплуатация и ремонт холодильного оборудования [Текст] : учеб. пособ. / К.А. Бохан. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 152 с.

16. Бохан, К. А. Эксплуатация и ремонт холодильных установок [Текст] : учеб. пособ. / К. А. Бохан. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2015. - 64 с. : ил.
17. Захарцова, Л. Н. Грузоподъемные и транспортирующие машины [Текст] : учебное пособие / Л. Н. Захарцова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 76 с.
18. Захарцова, Л. Н. Монтаж, техническая эксплуатация и обслуживание холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям) [Текст] : учеб. пособ. в 2-х ч. / Л. Н. Захарцова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 108 с.: ил.
19. Лашутина, Н. Г. Холодильные машины и установки [Текст] : учебное пособие / Н. Г. Лашутина, Т. А. Верхова, В. П. Суедов. — М.: КолосС, 2006. — 440 с.: ил.
20. Полевой, А. А. Монтаж холодильных установок и машин [Текст] / А. А. Полевой. — СПб.: Профессия, 2011. — 264 с. : ил., табл.
21. Селевцов, Л. И. Автоматизация технологических процессов [Текст] : учеб. / Л. И. Селевцов, Л. А. Селевцов. – М.: Академия, 2011. – 352 с.
22. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник / М. В. Немцов. — Москва: КноРус, 2016. — 560 с. – (Среднее профессиональное образование) // ЭБС Book.ru: сайт / Режим доступа: <https://www.book.ru/book/919359>. – Загл. с экрана

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

**Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»**

Отделение дневное
Специальность 15.02.06. Монтаж и
техническая эксплуатация холодильно-
компрессорных машин и установок (по от-
раслям)
Группа

К защите допущен(а).
Зам. директора по учебной работе
_____ Панаскина Л.А.
« ____ » _____ 20 ____ г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: _____

Проект выполнил:
Студент(ка) _____

(подпись)

Руководитель проекта:
Ф.И.О _____

(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Брянск 20 ____ г.

**Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ**

Рассмотрено:

На заседании ЦМК профессиональных модулей
Протокол № _____

«__» _____ 20__ г

председатель комиссии:

_____ Н.И. Демченко

Согласовано:

Председатель ГЭК

«__» _____ 20__ г.

Утверждаю:

Зам. директора по учебной
работе ФГБОУ ВО
Брянский ГАУ, Мичурин-
ский филиал

_____ Л.А. Панаскина

«__» _____ 20__ г.

**ЗАДАНИЕ
на дипломное проектирование**

Студенту (ке) _____

Специальность: 15.02.06. Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Курс _____ группа _____ Форма обучения: очная

1. ТЕМА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА _____

2. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ:

Введение

1. Специальная часть:

- 1.1. Выбор расчетных параметров.
- 1.2. Краткое описание строительных конструкций холодильника
- 1.3. Расчет строительных площадей потребителей холода
- 1.4. Планировка охлаждаемых помещений
- 1.5. Расчет толщины тепловой изоляции строительных конструкций охлаждаемых помещений
- 1.6. Тепловой расчет потребителей холода
- 1.7. Выбор расчетного рабочего режима
- 1.8. Выбор схемы холодильной установки
- 1.9. Тепловой расчет и подбор компрессоров
- 1.10. Тепловой расчет и подбор основных теплообменных аппаратов
- 1.11. Расчет и подбор вспомогательных аппаратов
- 1.12. Описание схемы холодильной установки
- 1.13. Выбор приборов автоматики и описание узловой функциональной схемы автоматизации.

2. Индивидуальное задание:

.....
.....
.....

3. Мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды

Заключение

Библиографический список

3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:

- 1) Холодильник. План. Разрез.
- 2) Схема трубопроводов холодильной машины.
- 3) Схема автоматизации.
- 4) Индивидуальное задание

.....
.....

Дата выдачи задания « ___ » _____ 20__ г

Срок выполнения дипломного проекта « ___ » _____ 20__ г

Руководитель (ФИО) _____

_____ (подпись)

Задание принял к исполнению « ___ » _____ 20__ г

_____ (подпись студента)

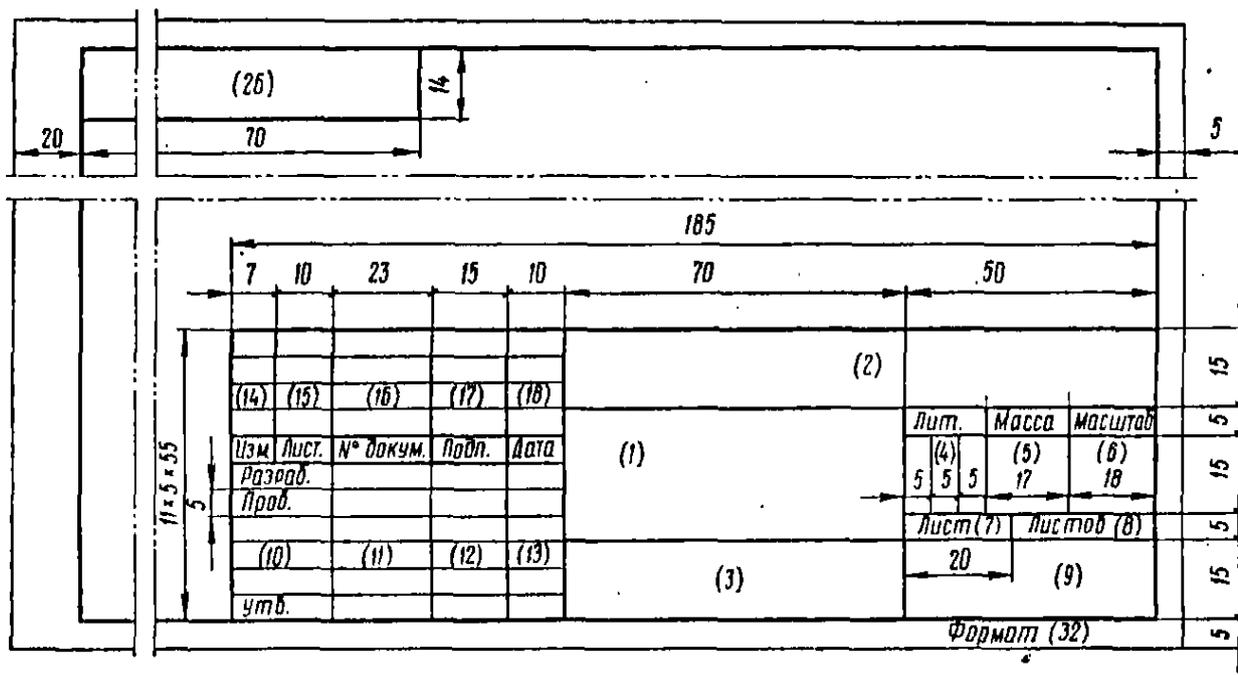
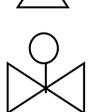
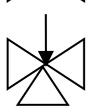
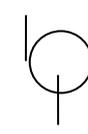
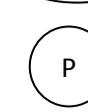
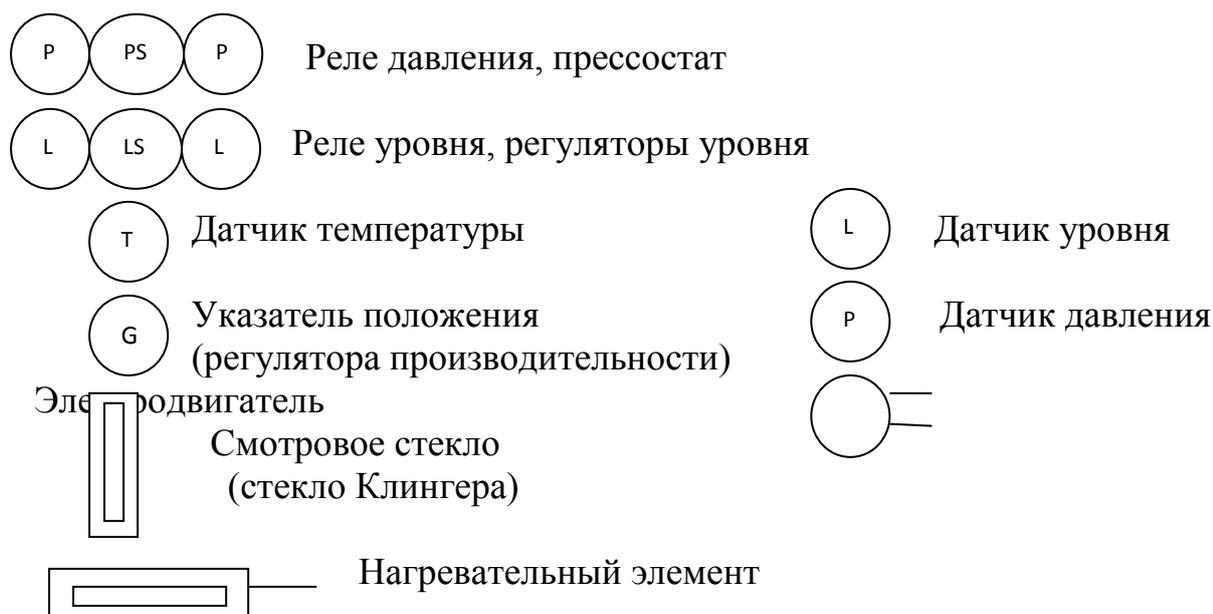


Рис. 1. Основная надпись на чертежах

Условные обозначения, принятые в схемах холодильных установок.

-  Запорный вентиль
-  Угловой запорный вентиль с маховиком
-  Угловой регулирующий вентиль
-  Трехходовой вентиль
-  Клапан (вентиль) соленоидный
-  Трехходовой регулирующий вентиль
-  Клапан обратный прямоточный
-  Клапан обратный угловой
- Направление потока:
 -  - пар
 -  - жидкость
 -  - парожидкостная смесь
- Реверсивный поток
 -  - пара
 -  - жидкости
-  Воронка
-  Фильтр-грязевик; сетчатый фильтр
-  Клапан предохранительный
-  Насос центробежный
-  Насос шестеренчатый
-  Манометр
-  Термометр
-  Метер протока



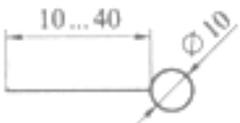
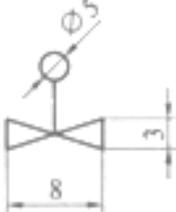
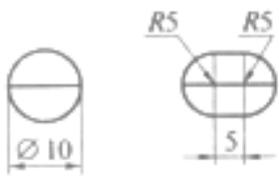
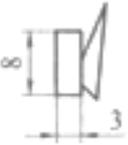
А — холодильные агрегаты
 Б — батареи непосредственного охлаждения, рассольные
 БЗ — батарея змеевиковая
 БР — бак расширительный
 Д — детандер
 ДК — дренажный коллектор
 ЖК — жидкостный коллектор
 И — испаритель
 ИК — испаритель кожухотрубный
 ИП — испаритель панельный
 Кд — конденсатор
 Км — компрессор
 М — электродвигатель (мотор)

МО — маслоотделитель
 МС — маслозаправочный сосуд
 НВ — насос водяной
 НР — насос рассольный
 НЦ, НГ — насос центробежный, герметичный аммиачный
 НМ, НШ — насос масляный, шестеренный
 ОВ — отделитель воздуха
 ОЖ — отделитель жидкости
 ОК — оттаивательный коллектор
 П — переохладитель
 ПК — паровой коллектор

Условные и цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов.

Трубопровод. Рабочая среда.	Условное обозначение
Жидкость или газ преобладающий в данной схеме	Сплошная линия
Вода	- 1 -
Пар	- 2 -
Воздух	- 3 -
Азот	- 4 -
Кислород	- 5 -
Аргон	- 6 -
Неон	- 7 -
Гелий	- 8 -
Криптон	- 9 -
Ксенон	- 10 -
Аммиак	- 11 -
Кислота (окислитель)	- 12 -
Щелочь	- 13 -
Масло	- 14 -
Жидкое топливо	- 15 -
Водород	- 16 -
Ацетилен	- 17 -
Фреон	- 18 -
Метан	- 19 -
Этан	- 20 -
Этилен	- 21 -
Пропан	- 22 -
Пропилен	- 23 -
Бутан	- 24 -
Бутилен	- 25 -
Противопожарный трубопровод	- 26 -
Вакуум	- 27 -
аварийный	а
дренажный	д
оттаивательный	о
горячий	г
холодный	х
уравнительный	у
жидкость	ж
пар	п

Основные обозначения приборов и средств автоматизации

Наименование	Обозначение
Датчик, первичный преобразователь	
Исполнительный механизм с рабочим органом	
Электродвигатель	
Прибор установленный «по месту»	
Прибор установленный «на щите»	
Сигнальная лампа с арматурой	
Звонок громкого боя	
Сирена	

Буквенные условные обозначения (ГОСТ 21-404 – 85)

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые приборами		
	основное значение первой буквы	дополнительное значение, уточняющее значение первой буквы	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
A	—	—	Сигнализация	—	—
C	—	—	—	Регулирование, управление	—
D	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
E	Любая электрическая величина	—	—	—	—
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
G	Размер, положение, перемещение	—	—	—	—
H	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины
I	—	—	Показание	—	—
J	—	Автоматическое переключение, обегание	—	—	—
K	Время, временная программа	—	—	—	—
L	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	—	—	—	—
P	Давление, вакуум	—	—	—	—
Q	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию и др.	Интегрирование, суммирование по времени	—	—	—
R	Радиоактивность	—	Регистрация	—	—
S	Скорость, частота	—	—	Включение, отключение, переключение, сигнализация	—
T	Температура	—	—	—	—

Приложение 5
Таблица 5.1

Расчетные параметры наружного воздуха

Город	Географическая широта	Глубина промерзания глинистых и суглинистых грунтов, см	Температура, °С			Относительная влажность, %	
			средне годовая	расчетная летняя	расчетная зимняя	расчетная летняя	расчетная зимняя
Алма-Ата	44	95	8,7	34	—25	35	68
Архангельск	64	165	0,8	27	-32	63	88
Астана	52	180	1,4	33	-35	42	80
Астрахань	48	90	9,4	34	-22	37	79
Ашхабад	36	—	16,3	40	-11	21	65
Баку	40	—	14,4	34	-4	46	72
Барнаул	52	210	1,1	31	-39	44	67
Батуми	40	—	14,4	29	-1	71	68
Бишкек	44	85	9,8	35	-23	31	63
Брест	52	80	7,4	25	-20	55	82
Брянск	52	100	4,9	30	-24	53	84
Вильнюс	56	85	6,2	28	-23	58	84
Владивосток	44	—	4,0	23	-25	75	90
Владикавказ	44	—	7,9	30	-14	61	74
Владимир	56	135	3,4	29	-27	57	85
Вологда	60	150	2,2	28	-31	61	84
Волгоград	48	115	7,6	35	-22	33	83
Воронеж	52	130	5,4	33	-25	47	83
Грозный	44	—	10,1	34	-16	47	84
Днепропет-	48	90	8,5	33	-24	43	83
Душанбе	40	—	14,2	36	-14	24	56
Екатеринбург	56	190	1,2	30	-31	54	77
Ереван	40	—	11,6	35	-19	32	66
Запорожье	48	85	9,0	34	-23	42	82
Иваново	56	130	2,7	30	-28	56	84
Иркутск	52	ВМГ	-1,1	29	-38	58	78
Казань	56	165	2,8	30	-30	53	83
Киев	52	170	7,2	31	-21	52	82
Кишинев	48	—	9,4	32	-15	45	76
Краснодар	44	—	10,8	34	-19	46	79
Красноярск	56	ВМГ	0,5	30	-40	56	69
Куйбышев	52	160	3,8	32	-27	48	84
Курск	52	115	5,4	30	-24	53	86
Луганск	48	80	7,0	33	-25	39	81

Продолжение (пр.5 таб5.1)

Город	Географическая широта	Глубина промерзания глинистых и суглинистых грунтов, см	Температура, °С			Относительная влажность, %	
			средне годовая	расчетная летняя	расчетная зимняя	расчетная летняя	расчетная зимняя
Львов	48	—	6,7	29	-19	58	80
Минск	52	90	5,4	28	-25	56	85
Москва	56	140	4,8	30	-25	54	83
Мурманск	68	ВМГ	0,0	25	-28	63	85
Нижний Новгород	56	155	3,1	29	-30	56	84
Новороссийск	44	—	12,7	33	-13	53	72
Новосибирск	56	220	-0,1	30	-39	56	77
Одесса	48	—	9,9	32	-18	55	81
Омск	56	215	0,0	31	-37	52	80
Оренбург	52	160	3,9	34	-29	40	78
Пермь	56	190	1,5	29	-34	57	83
Полтава	48	80	7,0	31	-22	48	85
Рига	56	90	5,6	27	-20	63	83
Ростов-на-Дону	48	90	8,7	33	-22	41	84
Самарканд	40	—	12,9	37	-13	25	61
Санкт-	60	120	4,3	27	-25	59	85
Саратов	52	145	5,3	33	-25	41	83
Смоленск	56	110	4,4	28	-26	60	88
Сочи	44	—	13,4	32	-15	70	68
Таллин	60	95	5,0	26	-21	71	85
Тамбов	53	130	4,8	32	-27	49	83
Ташкент	40	—	13,3	37	-15	24	62
Тбилиси	40	—	12,7	34	-7	40	59
Томск	56	210	-0,6	29	-40	59	78
Тюмень	56	ВМГ	1,3	31	-35	58	78
Уфа	56	180	2,8	32	-29	53	82
Хабаровск	48	100	1,4	32	-32	67	71
Харьков	52	100	6,9	32	-23	47	81
Херсон	48	—	9,8	33	-18	41	83
Чита	52	ВМГ	-2,7	32	-38	53	64
Ялта	44	—	13,0	33	-6	56	71
Ярославль	56	145	2,7	28	-31	58	82

*При глубине промерзания грунта менее 80 см в соответствующей графе прочерк.

** ВМГ – зона вечномёрзлых грунтов.

Расчетные технологические данные охлаждаемых помещений холодильников

Камеры	Расчетные параметры воздуха		Температура, °С		Продолжительность холодильной обработки, ч
	t, °С	влажность, %	поступления продукта	выпуска продукта	
Распределительные холодильники					
Морозильные	-30	95-98	4	-18	18-20
Хранения:					
мороженных	-20	90-95	-8	-20	24
грузов					
охлажденных	-2...0	85-90	8	0	24
Холодильники мясокомбинатов					
Замораживания:					
мяса	-30...-35	95-98	38	-18	28-22
субпродуктов	-30...-35	95-98	38	-18	10-8
Охлаждения:					
мяса	-2	95-98	38	4	16-18
субпродуктов	-2	95-98	38	4	6-8
Хранения:					
охлажденных	-1	85-90	4	0	24
мяса					
и субпродуктов					
мороженных мя-	-20	90-95	-8	-20	24
са					
и субпродуктов	-20	85-90	8-10	-18	24
жира в бочках					
Холодильники молочных заводов					
Хранения молочной	0	80-85	10	4	4
продукции					
Краткосрочного	-5...-8	80-85	15	0	24
хранения масла					
Хранения сметаны	0	85	15	4	24
и творога					
Длительного хране-	-20	90	-8	-18	24
ния творога					
Фруктовые холодильники					
Хранения:					
яблок	-1...0	85-90	20	2-4	24
винограда	-1...0	85-90	8	0-2	24

Структура вместимости охлаждаемых помещений распределительного
холодильника

Вместимость распределительно- го холодильника В, усл. т	Вместимость камер хранения, % от общей вместимости			Суточная производи- тельность камер домо- раживания, % от общей вместимости камер хране- ния мороже- ного мяса
	мороже- ных про- дуктов, t_B = -20 °С	охлажденных продуктов, $t_B = 0...-2$ °С	с универсаль- ным темпера- турным режи- мом, $t_B = 0$ °С/-20°С	
250	50-65	50-35	-	-
400				
700				
1000	60	15	25	До 1
1500				
3000				
5000	75	10	15	До 0,5
10000 и более				

Норма загрузки 1 м³ грузового объема камер и коэффициенты пересчета в условный груз

Продукт	Норма Загрузки g _v , т/м ³	Коэффициент пересчета	Продукт	Норма загрузки g _v , т/м ³	Коэффи- циент пересчета
Говядина моро- женная:			Масло сливочное при укладке на поддонах:		
в четвертинах	0,40	0,87	в деревянных ящиках	0,63	0,56
в полугушах	0,30	1,17	в картонных ящиках	0,7	0,50
в полугушах и четвертинах	0,35	1,00	Жиры животные топ- леные в деревянных бочках	0,40	0,87
Баранина моро- женная	0,28	1,25	Маргарин:		
Свинина моро- женная	0,45	0,78	в картонных ящиках	0,70	0,50
Мясо и субпро- дукты мороже- ные в блоках	0,60	0,58	в деревянных бочках	0,43	0,81
Мясо кроличье мороженое в де- ревянных ящи- ках	0,28	1,25	Птица мороженная:		
Колбасные изде- лия в дере- вянных ящиках	0,40	0,87	в деревянных ящиках	0,34	1,03
Копчености в деревянных ящиках	0,50	0,70	в картонных ящиках	0,38	0,92
Рыба мороженная без тары	0,45	0,78	Яйца:		
Рыба соленая в деревянных бочках	0,37	0,95	в деревянных ящиках с прокладкой из картона	0,27	1,30
Сыры:			в картонных ящиках		
без тары в дере- вянных ящиках	0,50	0,7	Яичный меланж мо- роженый	0,24	1,46
в деревянных барабанах			Сгущенное молоко	0,55	0,64
Творог:	0,46	0,76	в деревянных и кар- тонных ящиках	0,47	0,74
в кадках			Консервы:		
брикеты в ко- робках	0,71	0,49	в деревянных ящиках	0,41	0,85
Сметана в боч- ках	0,60	0,58	в картонных ящиках	0,41	0,85
Маргарин фасо- ванный	0,75	0,47	Сыр плавленый в де- ревянных ящиках	0,50	0,70
Сгущенное мо- локо:	0,57	0,61	Рыба мороженная:	0,67	0,52
в деревянных бочках	0,57	0,61	в деревянных ящиках		
			Рыбное филе мороже- ное в картонных ящи- ках	0,39	0,90
			Яблоки и груши	0,55	0,64
			в деревянных ящиках		
			Цитрусовые:		
			в фанерных ящиках		
			в картонно- деревянных ящиках	0,32	1,09
			Виноград и томаты	0,30	1,17
			в лотках	0,30	1,17
			Лук репчатый		
			Морковь	0,34	1,03
			Сыр без тары	0,32	1,09
			Арбузы и дыни	0,30	1,17
			Яблоки и груши	0,40	0,87
				0,4	0,78

Продолжение (прил.8 таб. 8.1)

Продукт	Норма загрузки g _v , т/м ³	Коэффициент пересчета	Продукт	Норма загрузки g _v , т/м ³	Коэффициент пересчета
в фанерных кадках	0,74	0,47	Капуста кочанная	0,30	1,17
Яичные и молочные продукты сухие в фанерных барабанах и картонных ящиках	0,40	0,87			
Молоко сухое в крафт-мешках	0,60	0,58			
Плоды и овощи сушеные в деревянных ящиках	0,35	1,00			
Мороженое на рейках без стеллажей:					
в картонных коробках					
в контейнерах	0,17	2,06			
в гильзах					
Мороженое на стеллажах	0,33	1,06			
в картонных коробках	0,21	1,67			
При укладке в контейнерах:					
сметана в бочках	0,23	1,52			
творог в кадках	0,46	0,76			
морковь	0,45	0,78			
свекла	0,36	0,97			
лук репчатый	0,46	0,78			
картофель	0,38	0,92			
	0,50	0,70			

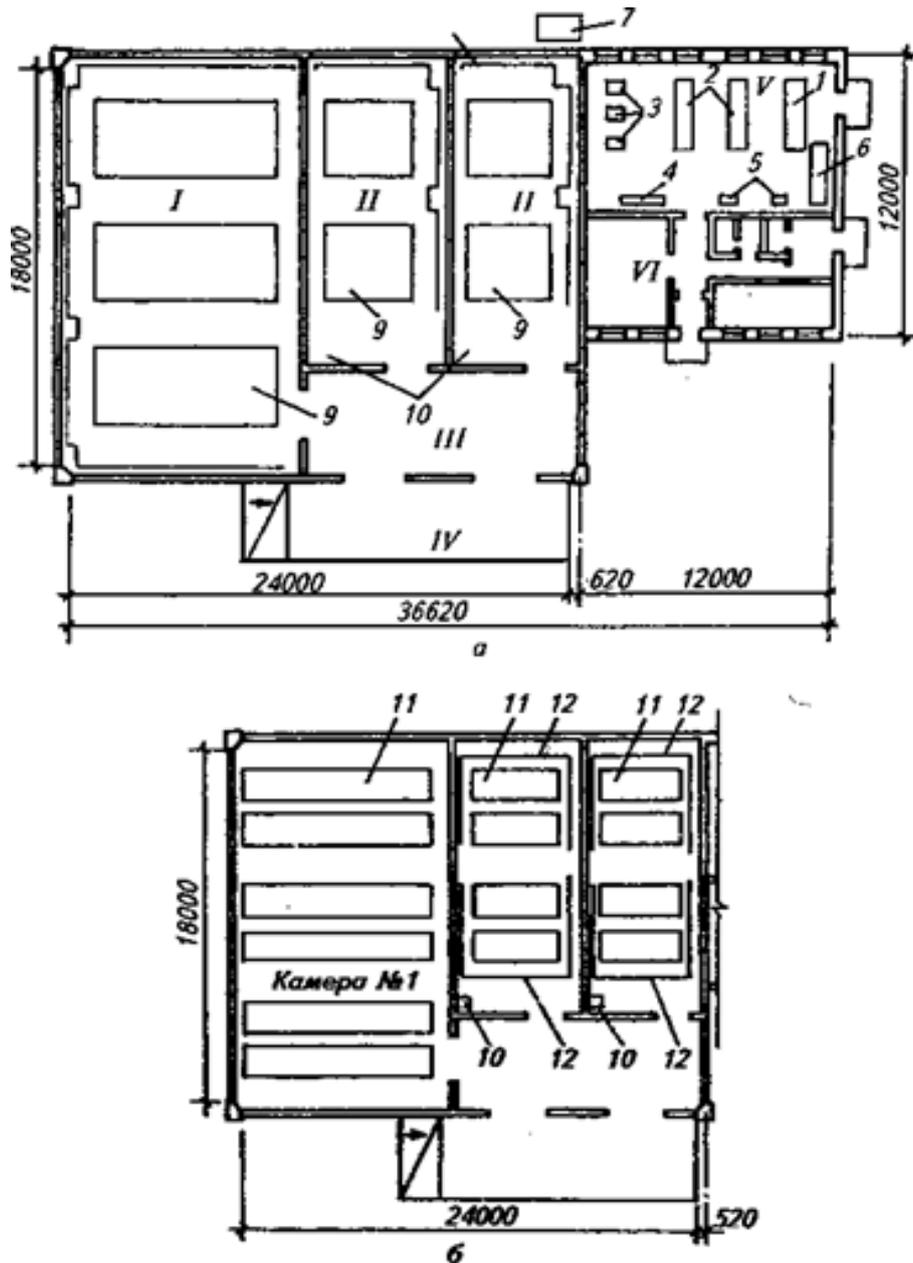


Рис. 9.1. Распределительный холодильник вместимостью 400 т:

а - с охлаждающими батареями из стальных оребренных труб; б - с охлаждающими батареями из стеклянных труб; I - камера для мороженых грузов; II - камеры универсальные; III - тамбур; IV - автомобильная платформа; V - машинноеотделение; VI - помещение КИП; 1 - холодильная машина МКТМ-2-1; 2 - холодильные машины МКТШ-2-0; 3 - рассольные электронасосы; 4 - подогреватель рассола; 5 - водяные центробежные насосы; 6 - бак для воды; 7 - бак для рассола; 8 - пристенная батарея стальная; 9 - потолочные батареи стальные; 10 - агрегаты вентиляторные; 11 - потолочные батареи стеклянные; 12 - пристенные батареи стеклянные.

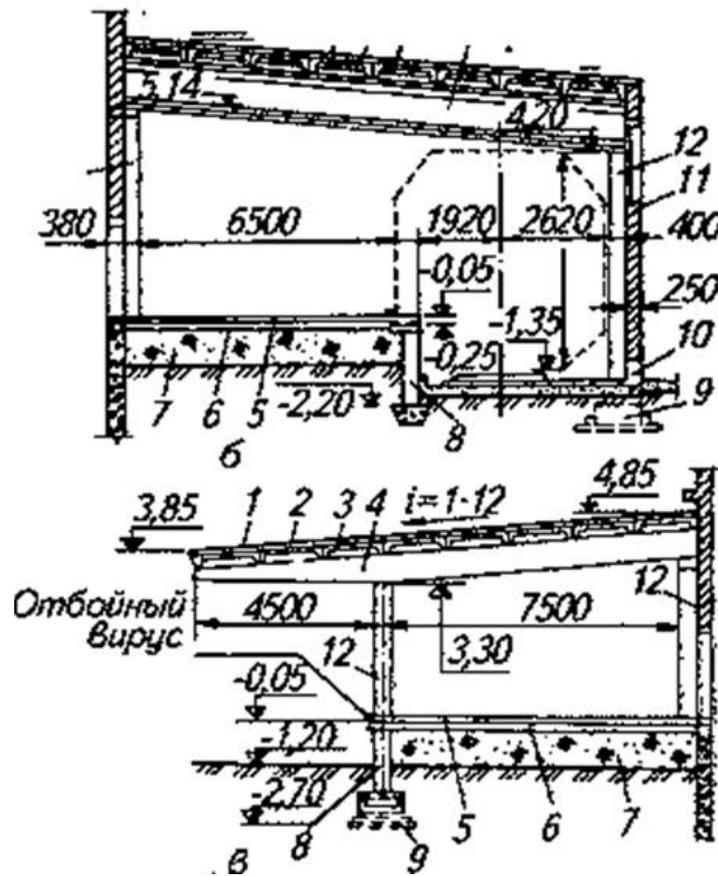


Рис. 10.1. Платформы холодильника:

б, в – конструкции дебаркадера и автомобильной платформы; 1 – кровля из рулонных материалов; 2 – выравнивающая цементная стяжка; 3 – сборная ребристая железобетонная плита; 4 – сборная железобетонная балка; 5 – пал; 6 – бетонная подготовка; 7 – утрамбованный грунт; бетонная подпорная стенка; 9 – фундамент колонны; 10 – фундаментная балка; 11 – стена дебаркадера; 12 – сборная железобетонная колонна.

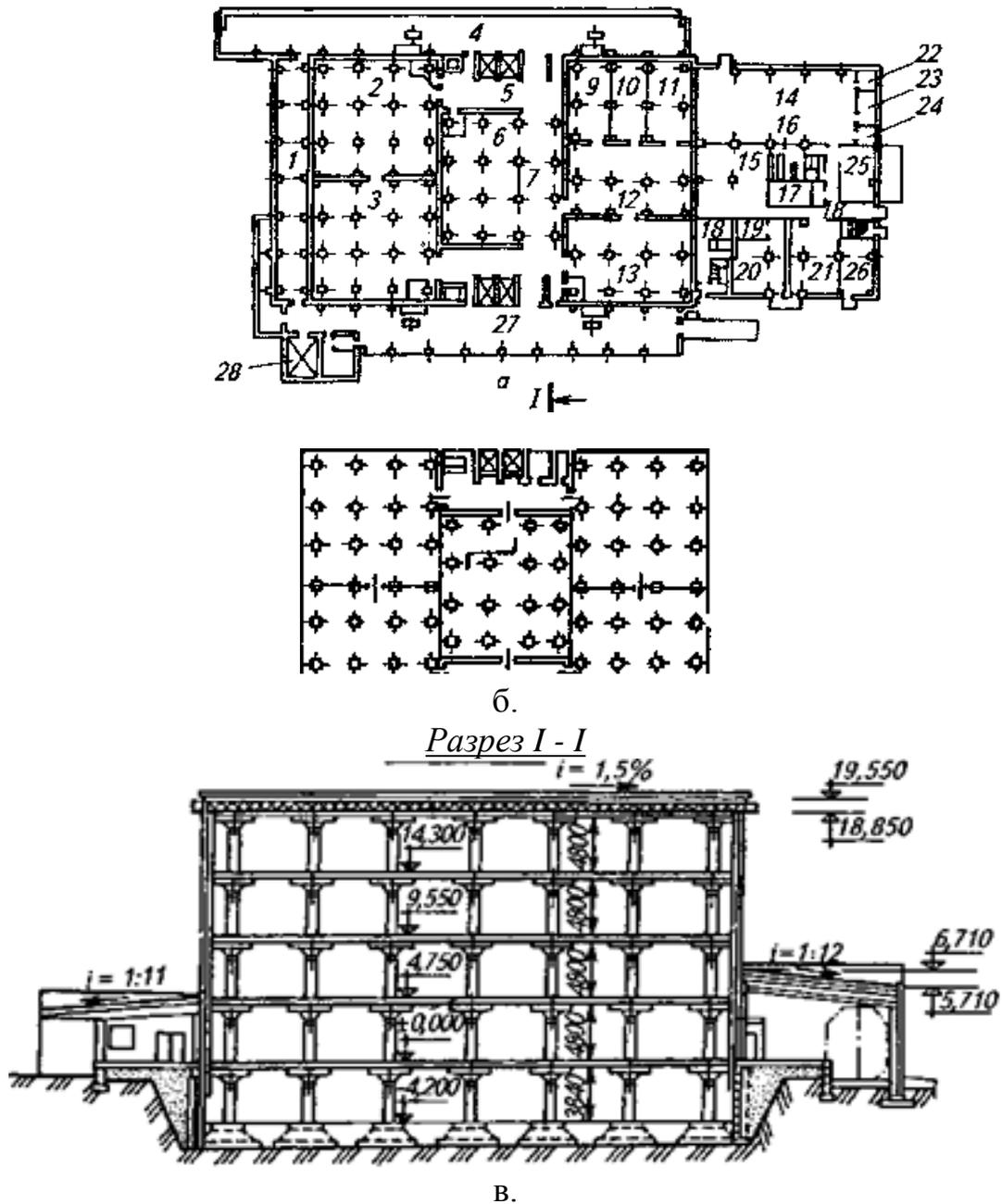


Рис. 11.1. Многоэтажный распределительный холодильник вместимостью 10 000 т:

a – план 1-го этажа; *б* – план 2-4-го этажей и подвала; *в* – разрез; *I* – соединительный коридор; 2, 3 – универсальные камеры; 4 – железнодорожная платформа; 5, вестибюли; 6, 13 – камеры хранения охлажденного мяса; 7 – коридор; 9 – 11 – камеры замораживания; 12 – накопительно-разгрузочная камера; 14 – машинное отделение; 15 – материальный склад; 16 – гардероб; 17 – тепловой пункт; 18 – кладовая; 19 – электролитное отделение; 20 – зарядная станция; 21 – профилакторий и стоянка электропогрузчиков; 22 – лаборатория; 23 – помещение КИПиА; 24 – комната механиков; 25 – щитовое отделение; 26 – механическая мастерская; 27 – автомобильная платформа; 28 – моечная инвентаря; 29 – комната кладовщиков.

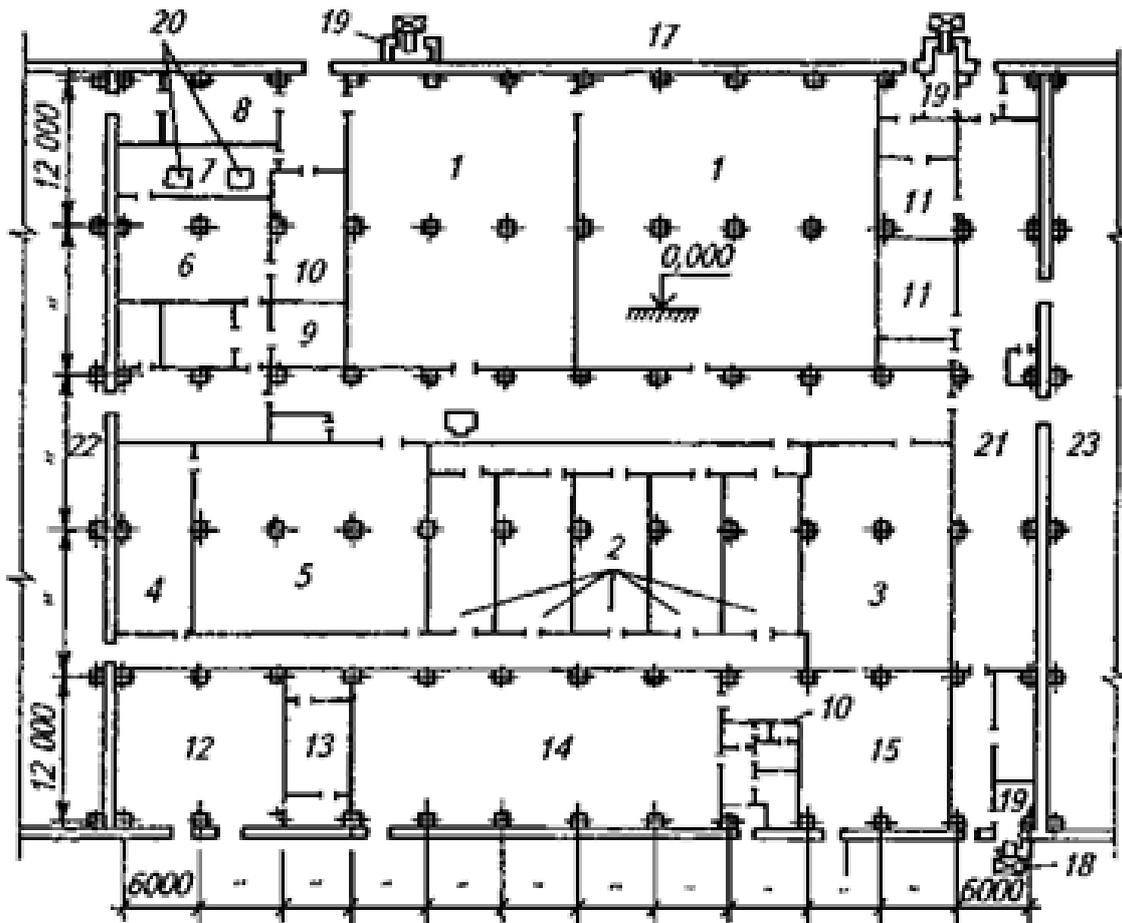


Рис. 12.1. Планировка одноэтажного производственного холодильника мясокомбината:

1 – камеры хранения мороженого мяса; 2 – камеры замораживания мяса; 3 – универсальная камера; 4 – камера охлаждения мяса; 5 – камера накопления и хранения охлажденного мяса; 6, 7 – камеры замораживания и упаковки блочного мяса; 8 – камера хранения жира; 9, 10 – камеры замораживания и хранения субпродуктов; 11 – камеры некондиционных грузов; 12 – трансформаторная; 13 – КИП; 14 – компрессорное отделение; 15 – аппаратное отделение; 16 – бытовые помещения; 17 – железнодорожная платформа; 18 – весы; 19 – весовые; 20 – морозильные аппараты; 21 – экспедиция; 22 – мясожировой корпус; 23 – мясоперерабатывающий корпус.

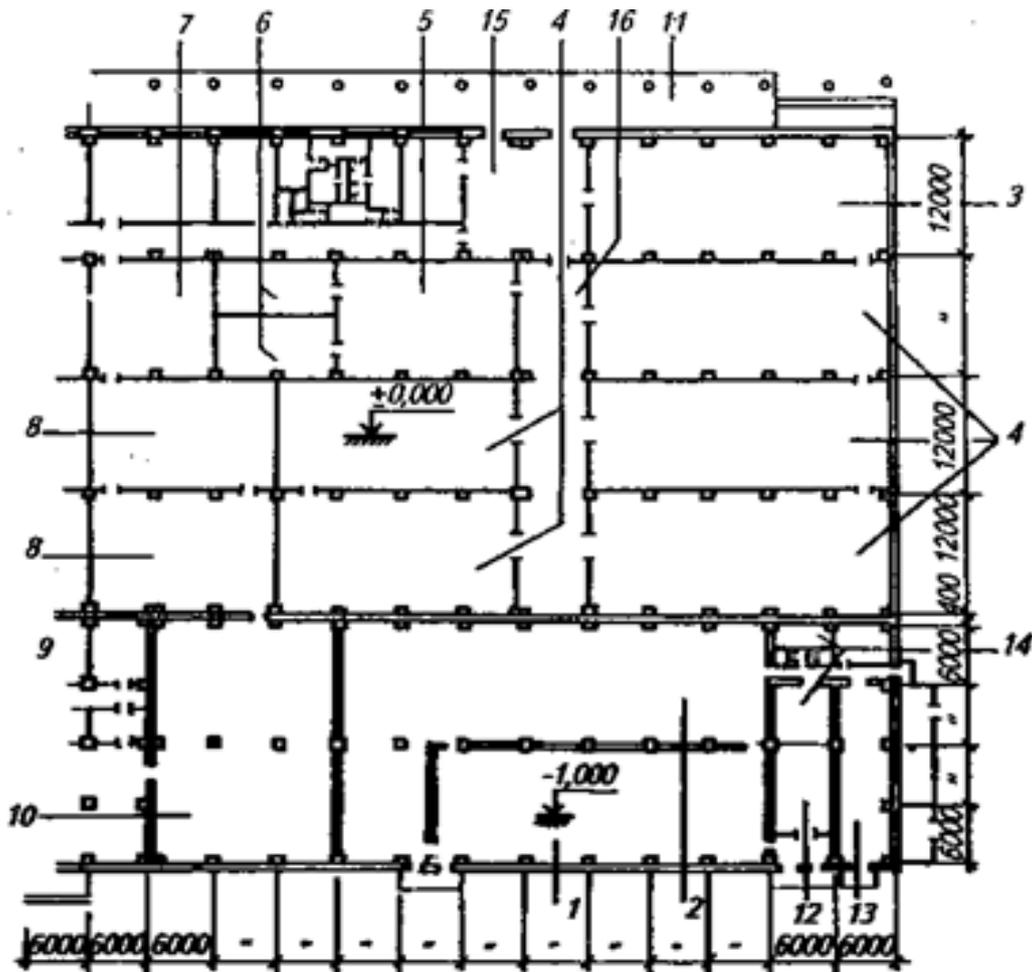


Рис. 13.1. Одноэтажный холодильник вместимостью 2000 т.
городского молочного завода:

1 – компрессорный цех; 2 – аппаратное отделение; 3 – камера хранения сливок (-20 °С); 4 – камеры хранения творога (-20°С); 5 – камера предварительного охлаждения творога и сливок (0°С); 6 – камера замораживания (-30°С); 7 – контейнерная (-10°С); 8 – закалочные камеры для мороженого (-30°С); 9 – молочный завод; 10 – аппаратная цеха мороженого; 11 – автомобильная платформа; 12 – электрощитовая; 13 – трансформаторная подстанция; 14 – подсобно-бытовые помещения; 15 – экспедиция; 16 – коридор.

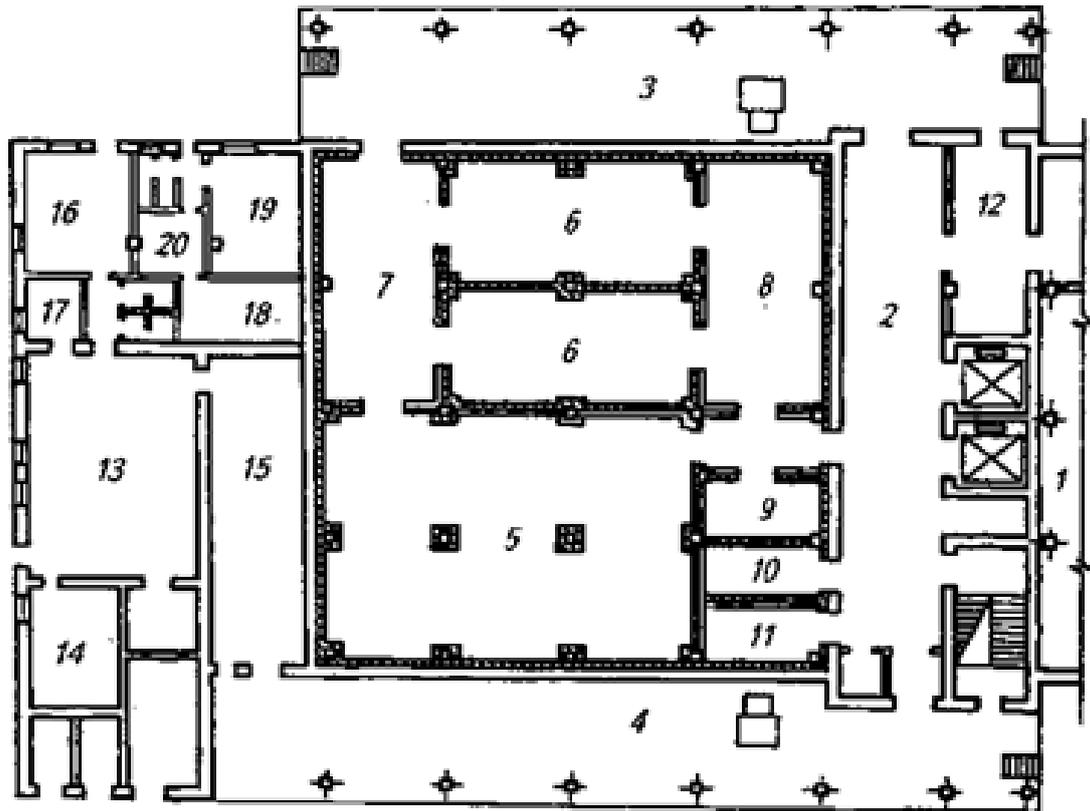


Рис. 14.1. Рыбный холодильник:

1 – рыбообрабатывающий корпус; 2 – вестибюль (экспедиция); 3 – железнодорожная платформа; 4 – автомобильная платформа; 5 – камера хранения мороженой рыбы и льда; 6 – морозилки; 7 – приемная, упаковочная; 9 – хранение икры; 10 – хранение кулинарии; 11 – хранение отходов; 12 – хранение копченостей; 13 – машинное отделение; 14 – трансформаторная; 15 – льдозавод; 16 – механическая мастерская; 17 – комната механика; 18 – сушилка; 19 – помещение обогрева; 20 – гардероб.

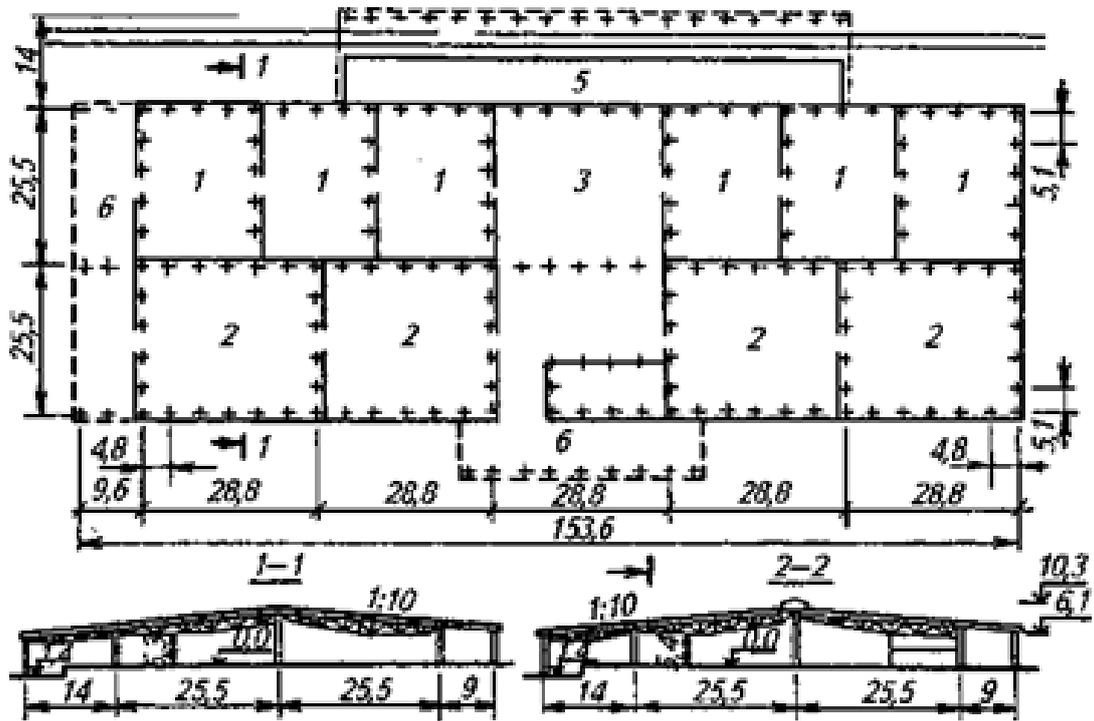


Рис. 15.1. Овощная база:

1 – холодильные камеры; 2 – неохлаждаемые камеры; 3 – цех товарной обработки; 4 – бытовые и конторские помещения; 5 – грузовая платформа; 6 – навес.

Таблица 16.1

Нормативные коэффициенты теплопередачи наружных ограждений и покрытий, Вт/(м² К)

Среднегодовая температура воздуха в районе строительства холодильника t_{cr} , °С	Температура воздуха в охлаждаемых помещениях, °С							
	-40...-30	-25...-20	-15...-10	-5	-2	0	5	12
$t_{cr} = -2^{\circ}\text{C}$	$\frac{0,21}{0,20}$	$\frac{0,26}{0,24}$	$\frac{0,32}{0,30}$	$\frac{0,39}{0,36}$	$\frac{0,41}{0,37}$	$\frac{0,42}{0,38}$	$\frac{0,48}{0,39}$	$\frac{0,53}{0,44}$
$-2^{\circ}\text{C} < t_{cr} < 7^{\circ}\text{C}$	$\frac{0,20}{0,19}$	$\frac{0,23}{0,22}$	$\frac{0,28}{0,27}$	$\frac{0,36}{0,30}$	$\frac{0,40}{0,34}$	$\frac{0,42}{0,36}$	$\frac{0,48}{0,39}$	$\frac{0,53}{0,44}$
$t_{cr} \geq 7^{\circ}\text{C}$	$\frac{0,19}{0,17}$	$\frac{0,21}{0,20}$	$\frac{0,23}{0,23}$	$\frac{0,27}{0,26}$	$\frac{0,29}{0,28}$	$\frac{0,30}{0,29}$	$\frac{0,36}{0,33}$	$\frac{0,46}{0,37}$

Таблица 16.2

Нормативные коэффициенты теплопередачи перегородок между камерами и междуэтажными перекрытиями, Вт/(м² К)

Температура воздуха в более теплом помещении, °С	Температура воздуха в более холодном помещении, °С							
	-30	-20	-10	-5	-2	0	5	12
-30	0,59	—	—	—	—	—	—	—
-20	0,46	0,59	—	—	—	—	—	—
-10	0,29	0,37	0,59	—	—	—	—	—
-5	0,25	0,30	0,46	0,59	0,60	—	—	—
0	0,23	0,28	0,37	0,46	0,54	0,59	—	—
5	0,22	0,25	0,31	0,37	0,42	0,46	0,59	—
10	0,21	0,22	0,27	0,31	0,35	0,37	0,46	0,59

Таблица 17.1

Основные свойства тепло-, гидроизоляционных и строительных материалов

Материал	Объемная масса ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м • К)	Огнестойкость материала
Теплоизоляционные материалы			
Жесткий пенополиуретан:			
ППУ-3	50	0,040	Сгораемый
Рипор 6ТЗ	50...60	0,030	»
Пенопласт:			
полистирольный ПСБ-С	30...40	0,050	»
поливинилхлоридный ПВ-1	80	0,052	Несгораемый
Стекловолоконная вата, минеральная вата	100...150	0,04...0,05	»
Минераловатные плиты	200	0,080	Трудногораемый
Асбовермикулитовые плиты	250	0,085	Несгораемый
Пенобетон	300...500	0,120	»
Шлак гранулированный	400	0,160	»
Гравий керамзитовый	500	0,15...0,20	»
Газостекло, пеностекло	200...300	0,12	»
Гидроизоляционные материалы			
Битум нефтяной	1000	0,17	Сгораемый
Пергамин и рубероид	600...800	0,14...0,18	»
Изол, гидроизол	700...800	0,25...0,35	»
Стеклорубероид	600...800	0,25-0,35	Трудногораемый
Строительные материалы			
Бетон	2000...2400	1,6...1,9	Несгораемый
Железобетон	2500	2,04	»
Керамзитобетон	1600	0,79	»
Кладка кирпичная Асбоцементные листы, плиты	1800	0,81	»
Растворы:			
цементно-песчаный	1800	0,93	»
сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,87	»
известково-песчаный	1600	0,7...0,8	»

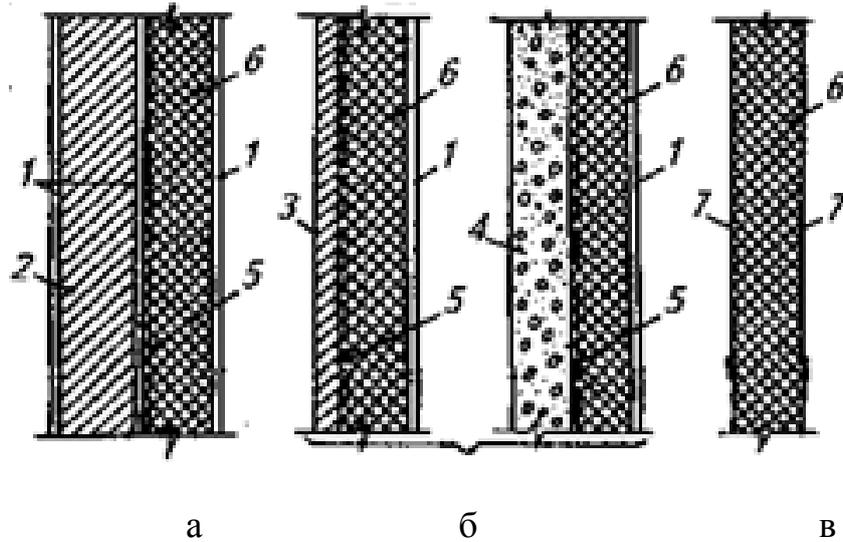


Рис. 18.1. Изоляция наружных стен одноэтажного холодильника:
а, б, в – варианты изоляции наружных стен холодильников; *1* – слой штукатурки; *2* – кирпичная кладка; *3* – железобетонная плита; *4* – керамзитшлакобетонная плита; *5* – пароизоляция; *6* – теплоизоляция; *7* – металлический лист

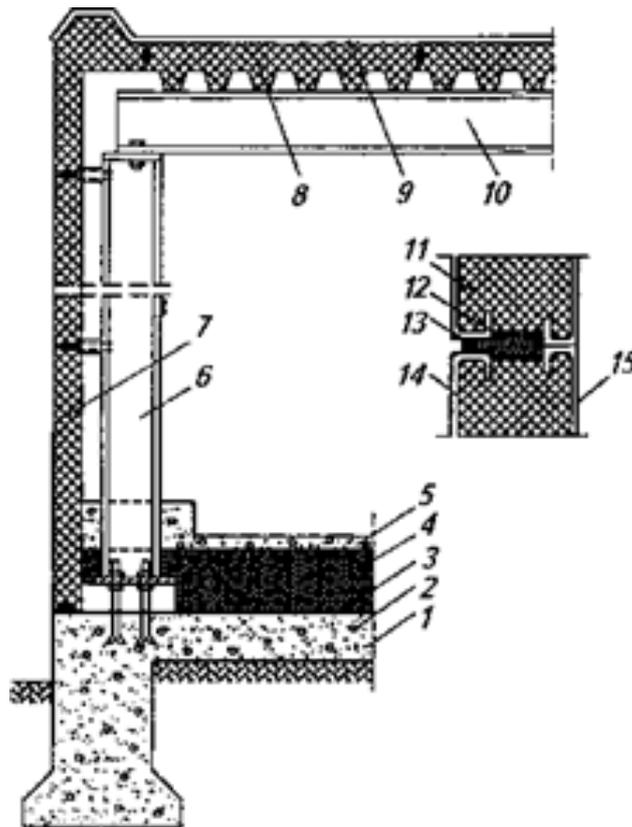


Рис. 18.2. Конструкция одноэтажного холодильника из панелей типа «сэндвич»:
1 – железобетонная плита; *2* – электронагреватель; *3* – пароизоляционный слой; *4* – тепло-изоляционный слой; *5* – пол; *6* – стальная колонна; *7* – стеновая панель; *8* – потолочная панель; *9* – кровля; *10* – стальная балка; *11* – пенополиуретан; *12* – пенополиуретановая лента; *13* – эластичная замазка; *14* – наружная оболочка; *15* – внутренняя оболочка.

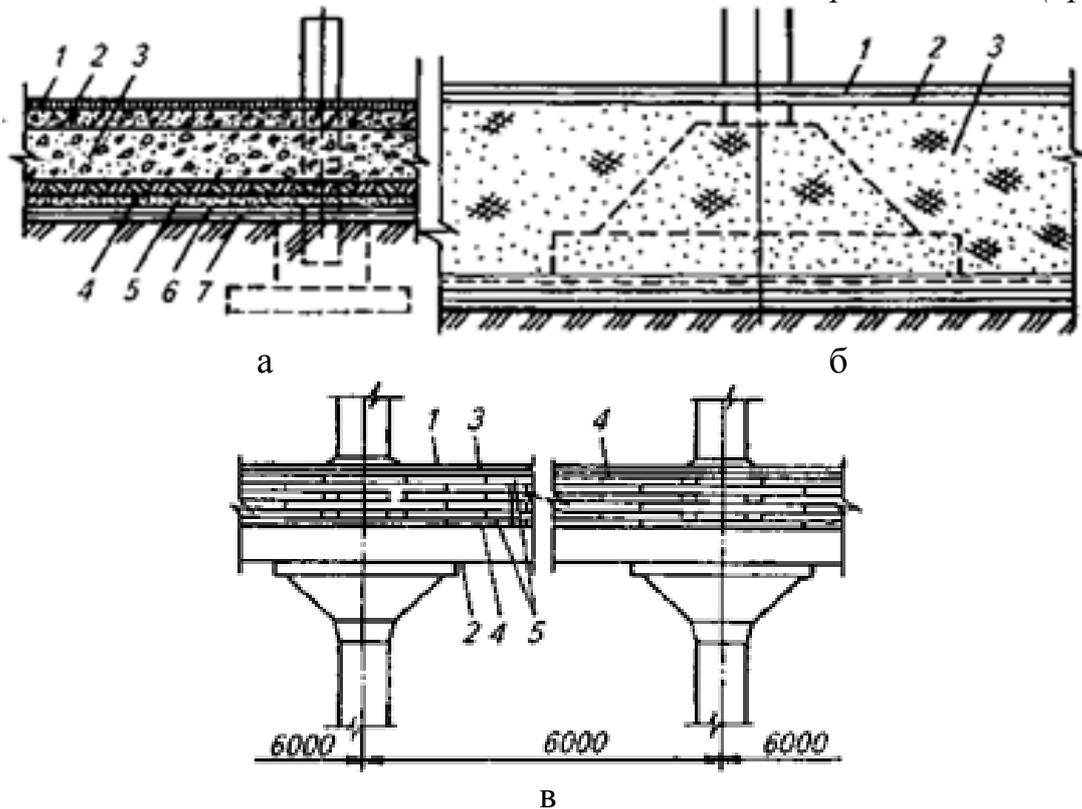


Рис. 18.3. Полы холодильников:

a – одноэтажного холодильника: 1 – плитка толщиной 50 мм; 2 – бетонная подготовка; 3 – керамзитовый щебень; 4 – песок; 5 – бетонная подготовка толщиной 100 мм с электронагревателями; *б* – гидроизоляция; 7 – бетонная стяжка толщиной 50 мм; *б* – полы подвальных этажей холодильника: 1 – плитка; 2 – бетонная подготовка; 3 – уплотнительный песок; *в* – полы по междуэтажным перекрытиям: армобетонная стяжка; 4 – гидроизоляция; 5 – теплоизоляция.

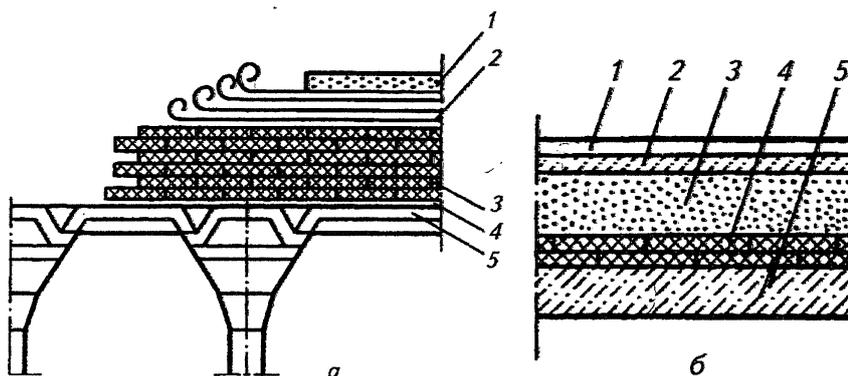


Рис. 18.4. Изоляционные конструкции покрытий холодильника:

a – многоэтажного: 1 – асбоцементная плита; 2 – Кровельный ковер из рулонных материалов на горячей битумной, мастике; 3 – плиточный изоляционный материал; 4 – пароизоляция; 5 – сборное железобетонное покрытие; *б* – одноэтажного: 1 – кровельный рулонный ковер; 2 – бетонная стяжка; 3 – засыпная теплоизоляция; 4 – плитная теплоизоляция; 5 – железобетонная плита покрытия

Таблица 19.1

Дополнительная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации, Δt_c , °С

Стена	Избыточная разность температур, °С, при ориентировке по сторонам света									
	Ю		ЮВ	ЮЗ	В	З	СВ	СЗ	С	
	географическая широта									
	40°	50°	60°	от 40 до 60°						
Бетонная	5,9	8,0	9,8	8,8	10,0	9,8	11,7	5,1	5,5	0
Кирпичная	6,6	9,1	11,0	9,9	11,3	11,0	13,2	5,8	6,3	0
Побеленная известью или оштукатуренная светлой штукатуркой	3,6	4,9	6,0	5,4	6,1	6,0	7,2	3,2	3,5	0
Покрытая темной штукатуркой	5,1	7,1	8,5	7,7	8,8	8,5	10,2	4,5	4,9	0
Облицованная белыми глазурованными плитами	2,3	3,2	3,9	3,5	4,0	3,9	4,7	2,0	2,2	0

Удельный теплоприток B из соседних помещений через открытые двери

Помещение	Удельный теплоприток B (Вт/м ²) при высоте камеры 6 м.		
	до 50	50...150	более 150
Камеры:			
охлаждения	23	12	10
замораживания	32	15	12
хранения охлажденных продуктов	29	15	12
хранения мороженных	22	12	8
хранения фруктов	10	5	4
Экспедиции, приемные	78	38	20

Таблица 20. 2

Удельное тепловыделение (q) плодов и овощей при «дыхании», Вт/т

Фрукты, овощи	Температура, °С					
	0	2	5	10	15	20
Яблоки:						
ранние	19	21	31	60	92	121
поздние	10	14	21	31	58	73
Груши:						
ранние	20	28	47	63	160	278
поздние	10	22	41	56	126	219
Абрикосы	17	27	50	102	155	199
Черешня	21	31	47	97	165	219
Персики	19	22	41	92	131	181
Слива	21	35	65	126	184	233
Виноград	9	17	24	36	49	78
Лимоны (зрелые)	9	13	20	33	47	58
Апельсины	10	13	19	35	50	69
Дыня	20	23	28	43	76	102
Лук	20	21	26	31	34	58
Капуста белокочанная	33	36	51	78	121	194
Картофель	20	22	24	26	36	44
Морковь	28	34	38	44	97	135
Огурцы	20	24	34	60	121	174
Свекла	20	28	34	60	116	213
Томат	17	20	28	41	87	102

Параметры R 717 при температуре насыщения

Температура		Давление p , МПа	Удельный объем v , м ³ /кг		Удельная энтальпия i , кДж/кг	
t , °C	T, К		жидкости	пара	жидкости	пара
-45	228,1	0,054	0,001437	2,005	215,34	1619,32
-44	229,1	0,057	0,001439	1,903	219,68	1620,95
-43	230,1	0,060	0,001442	1,807	224,13	1622,63
-42	231,1	0,064	0,001444	1,717	228,61	1624,26
-41	232,1	0,068	0,001447	1,632	233,13	1625,90
-40	233,1	0,071	0,001449	1,552	237,49	1627,49
-39	234,1	0,075	0,001452	1,477	241,88	1629,12
-38	235,1	0,079	0,001454	1,406	246,28	1630,71
-37	236,1	0,084	0,001457	1,339	250,84	1632,30
-36	237,1	0,088	0,001460	1,276	255,32	1633,88
-35	238,1	0,093	0,001462	1,216	259,80	1635,44
-34	239,1	0,096	0,001465	1,160	264,16	1636,99
-33	240,1	0,103	0,001467	1,107	268,32	1638,54
-32	241,1	0,108	0,001470	1,056	273,24	1640,09
-31	242,1	0,113	0,001473	1,009	277,64	1641,60
-30	243,1	0,119	0,001476	0,964	282,20	1643,10
-29	244,1	0,125	0,001478	0,921	286,64	1644,61
-28	245,1	0,131	0,001480	0,881	291,16	1646,08
-27	246,1	0,138	0,001484	0,842	295,64	1647,54
-26	247,1	0,144	0,001487	0,806	300,12	1649,01
-25	248,1	0,151	0,001489	0,772	304,69	1650,47
-24	249,1	0,158	0,001492	0,739	309,17	1651,90
-23	250,1	0,166	0,001495	0,708	313,65	1658,32
-22	251,1	0,173	0,001498	0,678	318,17	1654,70
-21	252,1	0,181	0,001500	0,650	322,69	1656,13
-20	253,1	0,190	0,001504	0,624	327,21	1657,51
-19	254,1	0,198	0,001507	0,598	331,74	1658,85
-18	255,1	0,207	0,001521	0,574	336,26	1660,19
-17	256,1	0,216	0,001512	0,551	340,78	1661,53
-16	257,1	0,226	0,001515	0,530	345,34	1662,87
-15	258,1	0,236	0,001520	0,509	349,91	1664,16
-14	259,1	0,246	0,001521	0,489	354,43	1665,46
-13	260,1	0,257	0,001524	0,470	358,99	1666,76
-12	261,1	0,267	0,001528	0,452	363,60	1668,02
11	262,1	0,2711	0,001530	0,435	368,12	1669,27
-10	263,1	0,290	0,001534	0,419	372,69	1670,90
-9	264,1	0,302	0,001537	0,403	377,29	1671,70
-8	265,1	0,315	0,001540	0,388	381,90	1672,92
-7	266,1	0,328	0,001543	0,374	386,42	1674,09
-6	267,1	0,341	0,001546	0,360	391,11	1675,30
-5	268,1	0,354	0,001550	0,347	395,67	1676,43
-4	269,1	0,363	0,001553	0,334	400,23	1677,56
-3	270,1	0,383	0,001556	0,322	404,84	1678,69
-2	271,1	0,398	0,001560	0,311	409,45	1679,82
-1	272,1	0,413	0,001563	0,300	414,09	1680,91

Продолжение (прил. 21 таб. 21.1)

Температура		Давление p , МПа	Удельный объем v , м ³ /кг		Удельная энтальпия i , кДж/кг	
t , °С	T , К		жидкости	пара	жидкости	пара
0	273,1	0,429	0,001566	0,290	418,70	1682,00
1	274,1	0,445	0,001570	0,280	423,31	1683,05
2	275,1	0,462	0,001573	0,270	427,95	1684,10
3	276,1	0,479	0,001576	0,261	432,56	1685,10
4	277,1	0,497	0,001580	0,252	437,29	1686,15
5	278,1	0,515	0,001583	0,243	441,90	1687,15
6	279,1	0,534	0,001586	0,235	446,54	1688,11
7	280,1	0,553	0,001590	0,227	451,23	1689,08
8	281,1	0,573	0,001594	0,220	455,23	1690,04
9	282,1	0,594	0,001597	0,213	460,57	1690,92
10	283,1	0,614	0,001600	0,206	465,26	1691,88
11	284,1	0,636	0,001604	0,199	469,91	1692,76
12	285,1	0,658	0,001608	0,193	474,60	1693,60
13	286,1	0,681	0,001612	0,186	479,29	1694,48
14	287,1	0,704	0,001616	0,181	484,06	1695,32
15	288,1	0,728	0,001619	0,175	488,75	1696,15
16	289,1	0,752	0,001620	0,169	493,48	1696,99
17	290,1	0,777	0,001627	0,164	498,38	1697,83
18	291,1	0,803	0,001630	0,159	502,94	1698,54
19	292,1	0,830	0,001635	0,154	507,67	1699,29
20	293,1	0,857	0,001640	0,149	512,49	1700,05
21	294,1	0,884	0,001643	0,145	517,26	1700,76
22	295,1	0,913	0,001647	0,140	522,12	1701,47
23	296,1	0,942	0,001650	0,136	526,81	1702,14
24	297,1	0,972	0,001655	0,132	531,62	1702,85
25	298,1	1,002	0,001660	0,128	536,48	1703,44
26	299,1	1,034	0,001663	0,124	541,25	1704,07
27	300,1	1,065	0,001670	0,121	546,11	1704,78
28	301,1	1,098	0,001671	0,117	550,97	1705,37
29	302,1	1,132	0,001676	0,114	555,70	1705,91
30	303,1	1,166	0,001680	0,111	560,56	1706,45
31	304,1	1,201	0,001684	0,107	565,29	1706,96
32	305,1	1,237	0,001690	0,104	570,27	1707,50
33	306,1	1,274	0,001693	0,101	575,04	1707,96
34	307,1	1,311	0,001698	0,099	579,98	1708,46
35	308,1	1,349	0,001700	0,096	584,92	1708,88
36	309,1	1,399	0,001710	0,093	589,82	1709,34
37	310,1	1,429	0,001711	0,090	594,72	1709,76
38	311,1	1,469	0,001716	0,088	599,58	1710,10
39	312,1	1,511	0,001720	0,086	604,43	1710,35
40	313,1	1,554	0,001726	0,083	609,50	1710,68

Параметры R22 при температуре насыщения

Температура		Давление p , МПа	Удельный объем v , м ³ /кг		Удельная энтальпия i , кДж/кг	
t , °C	T , К		жидкости	пара	жидкости	пара
-36	237,1	0,126	0,000714	0,173	378,170	609,460
-34	239,1	0,138	0,000717	0,153	380,389	610,423
-32	241,1	0,151	0,000720	0,146	382,566	611,386
-30	243,1	0,164	0,000723	0,135	384,785	612,349
-28	245,1	0,178	0,000727	0,125	387,088	613,312
-26	247,1	0,194	0,000730	0,116	389,391	614,275
-24	249,1	0,209	0,000734	0,108	391,526	615,112
-22	251,1	0,227	0,000737	0,100	393,745	615,991
-20	253,1	0,246	0,000740	0,093	396,006	616,945
-18	255,1	0,264	0,000744	0,086	398,267	617,917
-16	257,1	0,286	0,000747	0,081	400,487	618,839
-14	259,1	0,306	0,000751	0,075	402,706	619,760
-12	261,1	0,330	0,000754	0,070	404,883	620,639
-10	263,1	0,355	0,000758	0,065	407,186	621,560
-8	265,1	0,381	0,000762	0,061	409,405	622,314
-6	267,1	0,403	0,000766	0,057	411,524	623,151
-4	268,1	0,437	0,000770	0,054	413,969	623,989
-2	271,1	0,467	0,000774	0,050	416,313	624,682
0	273,1	0,500	0,000779	0,047	418,700	625,663
2	275,1	0,531	0,000782	0,044	421,128	626,501
4	277,1	0,566	0,000787	0,042	423,557	627,254
6	279,1	0,606	0,000791	0,039	426,111	628,092
8	281,1	0,644	0,000796	0,037	428,749	628,887
10	283,1	0,685	0,000800	0,035	431,261	629,557
12	285,1	0,727	0,000805	0,033	433,773	630,227
14	287,1	0,771	0,000810	0,031	436,495	631,065
16	289,1	0,817	0,000814	0,029	439,091	631,693
18	291,1	0,865	0,000819	0,027	441,729	632,237
20	293,1	0,916	0,000824	0,026	444,366	632,781
22	295,1	0,969	0,000829	0,024	447,088	633,367
24	297,1	1,023	0,000834	0,023	449,768	633,828
26	299,1	1,081	0,000840	0,022	452,615	634,498
28	301,1	1,140	0,000845	0,021	455,336	634,959
30	303,1	1,202	0,000850	0,019	458,225	635,503
32	305,1	1,267	0,000857	0,018	460,989	635,880
34	307,1	1,333	0,000863	0,017	463,794	636,298
36	309,1	1,402	0,000869	0,017	466,557	636,550
38	311,1	1,472	0,000876	0,016	469,363	636,717
40	313,1	1,548	0,000883	0,015	472,168	636,929

Термодинамические свойства R134a при температуре насыщения

Температура		Давление p		Удельный объем v , $\text{м}^3/\text{кг}$		Удельная энтальпия i , кДж/кг		Удельная энтропия s , (кДж/кг*К)	
T, К	t , °C	бар	МПа	жидкости $\cdot 10^{-3}$	пара	жидкости	пара	жидкости	пара
236	-37	0,602	0,060	0,7098	0,30898	153,51	374,74	0,8180	1,7548
237	-36	0,633	0,063	0,7113	0,29474	154,70	375,37	0,8231	1,7535
238	-35	0,665	0,066	0,7127	0,28128	155,89	375,99	0,8281	1,7523
239	-34	0,699	0,070	0,7142	0,26855	157,09	376,62	0,8331	1,7510
240	-33	0,734	0,073	0,7157	0,25651	158,29	377,24	0,8381	1,7498
241	-32	0,770	0,077	0,7172	0,24511	159,49	377,87	0,8431	1,7486
242	-31	0,808	0,081	0,7187	0,23431	160,70	378,49	0,8480	1,7474
243	-30	0,847	0,085	0,7202	0,22408	161,91	379,11	0,8530	1,7463
244	-29	0,888	0,089	0,7218	0,21438	163,13	379,73	0,8580	1,7452
245	-28	0,930	0,093	0,7233	0,20518	164,35	380,35	0,8630	1,7441
246	-27	0,974	0,097	0,7249	0,19645	165,57	380,97	0,8679	1,7430
247	-26	1,020	0,102	0,7264	0,18817	166,80	381,59	0,8729	1,7420
248	-25	1,067	0,107	0,7280	0,18030	168,03	382,21	0,8778	1,7410
249	-24	1,116	0,112	0,7296	0,17282	169,26	382,82	0,8828	1,7400
250	-23	1,167	0,117	0,7312	0,16571	170,50	383,44	0,8877	1,7390
251	-22	1,219	0,122	0,7328	0,15896	171,74	384,05	0,8927	1,7380
252	-21	1,274	0,127	0,7345	0,15253	172,99	384,67	0,8976	1,7371
253	-20	1,330	0,133	0,7361	0,14641	174,24	385,28	0,9025	1,7362
254	-19	1,388	0,139	0,7378	0,14059	175,49	385,89	0,9075	1,7353
255	-18	1,448	0,145	0,7394	0,13504	176,75	386,50	0,9124	1,7345
256	-17	1,511	0,151	0,7411	0,12975	178,01	387,11	0,9173	1,7336
257	-16	1,575	0,158	0,7428	0,12471	179,27	387,71	0,9222	1,7328
258	-15	1,641	0,164	0,7445	0,11991	180,54	388,32	0,9271	1,7320
259	-14	1,710	0,171	0,7463	0,11533	181,81	388,92	0,9320	1,7312
260	-13	1,781	0,178	0,7480	0,11095	183,09	389,52	0,9369	1,7304
261	-12	1,854	0,185	0,7498	0,10678	184,36	390,12	0,9418	1,7297
262	-11	1,929	0,193	0,7515	0,10279	185,65	390,72	0,9467	1,7289
263	-10	2,007	0,200	0,7533	0,09898	186,93	391,32	0,9515	1,7282
264	-9	2,088	0,209	0,7551	0,09534	188,22	391,92	0,9564	1,7275
265	-8	2,170	0,217	0,7569	0,09186	189,52	392,51	0,9613	1,7269
266	-7	2,256	0,226	0,7588	0,08853	190,82	393,10	0,9661	1,7262
267	-6	2,344	0,234	0,7606	0,08535	192,12	393,70	0,9710	1,7255
268	-5	2,434	0,243	0,7625	0,08230	193,42	394,28	0,9758	1,7249
269	-4	2,527	0,253	0,7644	0,07938	194,73	394,46	0,9807	1,7243
270	-3	2,623	0,262	0,7663	0,07659	196,04	396,04	0,9855	1,7237
271	-2	2,722	0,272	0,7682	0,07391	197,36	396,62	0,9903	1,7231
272	-1	2,824	0,282	0,7701	0,07135	198,68	397,20	0,9952	1,7225
273	0	2,928	0,293	0,7721	0,06889	200,00	397,78	1,0000	1,7220
274	1	3,036	0,304	0,7740	0,06653	201,33	398,36	1,0048	1,7214
275	2	3,146	0,315	0,7760	0,06427	202,66	398,93	1,0096	1,7209

Продолжение (прил. 23 таб. 23.1)

Температура		Давление p		Удельный объем v , м ³ /кг		Удельная энтальпия i , кДж/кг		Удельная энтропия s , (кДж/кг*К)	
T, К	t , °C	бар	МПа	жидкости • 10 ⁻³	пара	жидкости	пара	жидкости	пара
276	3	3,260	0,326	0,7781	0,06210	203,99	398,93	1,0144	1,7204
277	4	3,376	0,338	0,7801	0,06001	205,33	399,50	1,0192	1,7199
278	5	3,496	0,350	0,7821	0,05801	206,67	400,07	1,0240	1,7194
279	6	3,619	0,362	0,7842	0,05609	208,02	400,64	1,0288	1,7189
280	7	3,746	0,375	0,7863	0,05425	209,37	401,21	1,0336	1,7184
281	8	3,876	0,388	0,7884	0,05248	210,72	401,77	1,0384	1,7179
282	9	4,009	0,401	0,7906	0,05077	212,08	402,33	1,0432	1,7175
283	10	4,145	0,415	0,7927	0,04913	213,44	402,89	1,0480	1,7170
284	11	4,286	0,429	0,7949	0,04756	214,80	403,44	1,0527	1,7166
285	12	4,429	0,443	0,7971	0,04604	216,17	404,00	1,0575	1,7162
286	13	4,577	0,458	0,7994	0,04458	217,54	404,55	1,0623	1,7158
287	14	4,728	0,477	0,8016	0,04318	218,92	405,10	1,060	1,7154
288	15	4,883	0,488	0,8039	0,04183	220,30	405,64	1,0718	1,7150
289	16	5,042	0,504	0,8062	0,04052	221,68	406,18	1,0765	1,7146
290	17	5,204	0,520	0,8085	0,03927	223,07	406,72	1,0813	1,7142
291	18	5,371	0,537	0,8109	0,03806	224,44	407,26	1,0859	1,7139
292	19	5,541	0,554	0,8133	0,03690	225,84	407,80	1,0907	1,7135
293	20	5,716	0,572	0,8157	0,03577	227,23	408,33	1,0954	1,7132
294	21	5,895	0,590	0,8182	0,03469	228,64	408,86	1,1001	1,7128
295	22	6,078	0,608	0,8206	0,03365	230,05	409,38	1,1049	1,7125
296	23	6,265	0,627	0,8231	0,03264	231,46	409,91	1,1096	1,7122
297	24	6,457	0,646	0,8257	0,03166	232,87	410,42	1,1143	1,7118
298	25	6,653	0,665	0,8283	0,03072	234,29	410,94	1,1190	1,7115
299	26	6,853	0,685	0,8309	0,02982	235,72	411,45	1,1237	1,7112
300	27	7,058	0,706	0,8335	0,02894	237,15	411,96	1,1285	1,7109
301	28	7,267	0,727	0,8362	0,02809	238,58	412,47	1,1332	1,7106
302	29	7,482	0,748	0,8389	0,02727	240,02	412,97	1,1379	1,7103
303	30	7,701	0,770	0,8416	0,02648	241,46	413,47	1,1426	1,7100

Термодинамические свойства R 404a при температуре насыщения

Температура		Давление p		Удельный объем v , $\text{м}^3/\text{кг}$		Удельная энтальпия i , кДж/кг		Удельная энтропия s , ($\text{кДж/кг}\cdot\text{К}$)	
T, К	t , °C	бар	МПа	жидко- сти $\cdot 10^{-3}$	пара	жидкости	пара	жидкости	пара
234	-39	1,391	0,139	0,7931	0,13689	146,09	344,46	0,7896	1,6368
235	-38	1,454	0,145	0,7951	0,13128	147,36	345,11	0,7950	1,63.60
236	-37	1,520	0,152	0,7971	0,12593	148,63	345,75	0,8004	1,6351
237	-36	1,587	0,159	0,7992	0,12086	149,91	346,40	0,8058	1,6343
238	-35	1,658	0,166	0,8012	0,11602	151,65	347,05	0,8131	1,6336
239	-34	1,730	0,173	0,8034	0,11142	152,92	347,69	0,8184	1,6328
240	-33	1,805	0,180	0,8055	0,10704	154,20	348,33	0,8237	1,6321
241	-32	1,882	0,188	0,8077	0,10287	155,48	348,97	0,8290	1,6313
242	-31	1,962	0,196	0,8099	0,09889	156,77	349,60	0,8343	1,6306
243	-30	2,045	0,205	0,8121	0,09510	159,17	350,26	0,8441	1,6300
244	-29	2,130	0,213	0,8143	0,09148	160,44	350,89	0,8493	1,6294
245	-28	2,218	0,222	0,8166	0,08803	161,72	351,52	0,8545	1,6287
246	-27	2,309	0,231	0,8189	0,08473	163,00	352,16	0,8596	1,6281
247	-26	2,402	0,240	0,8213	0,08158	164,28	352,79	0,8648	1,6275
248	-25	2,499	0,250	0,8236	0,07858	165,57	353,41	0,8699	1,6269
249	-24	2,598	0,260	0,8261	0,07570	166,86	354,04	0,8751	1,6264
250	-23	2,701	0,270	0,8285	0,07295	168,16	354,66	0,8802	1,6258
251	-22	2,806	0,281	0,8310	0,07032	169,47	355,29	0,8854	1,6253
252	-21	2,915	0,291	0,8335	0,06781	170,77	355,91	0,8905	1,6248
253	-20	3,027	0,303	0,8361	0,06540	172,08	356,52	0,8957	1,6243
254	-19	3,142	0,314	0,8387	0,06309	173,40	357,14	0,9008	1,6238
255	-18	3,260	0,326	0,8413	0,06088	174,72	357,75	0,9060	1,6233
256	-17	3,382	0,338	0,8440	0,05876	176,05	358,36	0,9111	1,6228
257	-16	3,507	0,351	0,8467	0,05673	177,38	358,97	0,9162	1,6224
258	-15	3,635	0,363	0,8495	0,05479	178,71	359,58	0,9214	1,6220
259	-14	3,767	0,377	0,8523	0,05292	180,06	360,18	0,9265	1,6215
260	-13	3,903	0,390	0,8551	0,05113	181,40	360,78	0,9316	1,6211
261	-12	4,043	0,404	0,8580	0,04941	182,75	361,38	0,9367	1,6207
262	-11	4,186	0,419	0,8610	0,04775	184,13	361,97	0,9420	1,6204
263	-10	4,333	0,433	0,8640	0,04617	185,48	362,56	0,9470	1,6200
264	-9	4,484	0,448	0,8670	0,04464	186,85	363,15	0,9522	1,6196
265	-8	4,639	0,464	0,8701	0,04318	188,22	363,74	0,9573	1,6192
266	-7	4,798	0,480	0,8733	0,04177	189,60	364,32	0,9624	1,6189
267	-6	4,961	0,496	0,8765	0,04041	190,98	364,90	0,9676	1,6186
268	-5	5,128	0,513	0,8798	0,03911	192,37	365,47	0,9727	1,6182
269	-4	5,299	0,530	0,8831	0,03785	193,77	366,04	0,9778	1,6179

Продолжение (прил. 23 таб. 23.2)

Температура		Давление p		Удельный объем v , м ³ /кг		Удельная энтальпия i , кДж/кг		Удельная энтропия s , (кДж/кг*К)	
T, К	t , °C	бар	МПа	жидко- сти • 10 ⁻³	пара	жидкости	пара	жидкости	пара
270	-3	5,475	0,548	0,8865	0,03665	195,17	366,61	0,9829	1,6176
271	-2	5,655	0,566	0,8899	0,03548	196,57	367,17	0,9881	1,6172
272	-1	5,839	0,584	0,8934	0,03436	197,99	367,73	0,9932	1,6169
273	0	6,028	0,603	0,8970	0,03328	199,41	368,28	0,9984	1,6166
274	1	6,222	0,622	0,9006	0,03224	200,83	368,83	1,0035	1,6163
275	2	6,420	0,642	0,9043	0,03124	202,26	369,38	1,0086	1,6160
276	3	6,622	0,662	0,9080	0,03027	203,70	369,92	1,0138	1,6157
277	4	6,830	0,683	0,9119	0,02934	205,15	370,46	1,0189	1,654
279	6	7,260	0,726	0,9198	0,02757	208,06	371,52	1,0293	1,6148
280	7	7,482	0,748	0,9239	0,02673	209,52	372,04	1,0344	1,6145
281	8	7,710	0,771	0,9280	0,02592	211,00	372,56	1,0396	1,6143
282	9	7,943	0,794	0,9322	0,02514	212,48	373,07	1,0448	1,6140
283	10	8,180	0,818	0,9366	0,02438	213,96	373,58	1,0500	1,6137
284	11	8,424	0,842	0,9410	0,02365	215,46	374,08	1,0552	1,6134
285	12	8,672	0,867	0,9455	0,02295	216,96	374,57	1,0604	1,6131
286	13	8,926	0,893	0,9501	0,02226	218,47	375,06	1,0656	1,6128
287	14	9,186	0,919	0,9548	0,02160	219,99	375,54	1,0708	1,6125
288	15	9,451	0,945	0,9596	0,02097	221,52	376,02	1,0760	1,6122
289	16	9,722	0,972	0,9645	0,02035	223,06	376,48	1,0812	1,6118
290	17	9,999	1,000	0,9695	0,01975	224,60	376,95	1,0865	1,6115
291	18	10,281	1,028	0,9746	0,01917	226,16	377,40	1,0917	1,6112
292	19	10,570	1,057	0,9798	0,01861	227,72	377,85	1,0970	1,6109
293	20	10,864	1,086	0,9852	0,01806	229,29	378,29	1,1023	1,6105
294	21	11,165	1,117	0,9907	0,01754	230,88	378,72	1,1076	1,6102
295	22	11,472	1,147	0,9963	0,01703	232,47	379,14	1,1129	1,6098
296	23	11,785	1,179	1,0021	0,01653	234,07	379,56	1,1182	1,6094
297	24	12,104	1,210	1,0080	0,01605	235,68	379,97	1,1235	1,6091
298	25	12,430	1,243	1,0141	0,01559	237,31	380,37	1,1288	1,6087
299	26	12,763	1,276	1,0203	0,01514	238,94	380,75	1,1342	1,6083
300	27	13,102	1,310	1,0267	0,01470	240,59	381,13	1,1396	1,6078
301	28	13,448	1,345	1,0332	0,01427	242,24	381,50	1,1450	1,6074
302	29	13,801	1,380	1,0400	0,01386	243,91	381,86	1,1504	1,6069
303	30	14,160	1,416	1,0469	0,01346	245,60	382,21	1,1558	1,6065
304	31	14,527	1,453	1,0540	0,01307	247,29	382,55	1,1613	1,6060
305	32	14,900	1,490	1,0613	0,01269	249,00	382,87	1,1668	1,6055
306	33	15,281	1,528	1,0688	0,01233	250,72	383,19	1,1723	1,6049
307	34	15,669	1,567	1,0766	0,01197	252,46	383,49	1,1778	1,6044
308	35	16,065	1,607	1,0845	0,01162	254,21	383,78	1,1833	1,6038

Диаграмма $i - \lg p$ для R22. Цикл холодильной машины одноступенчатого сжатия

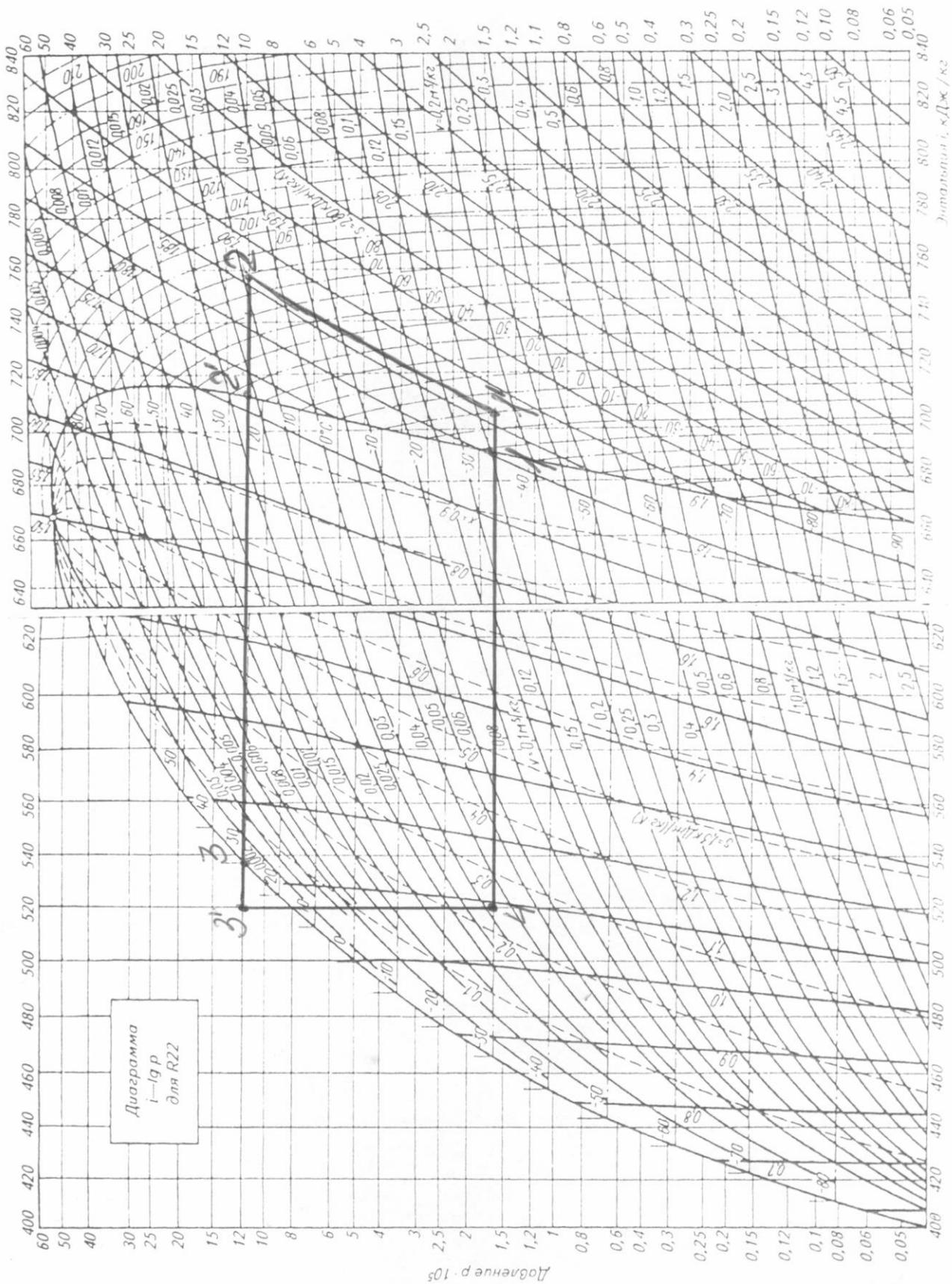
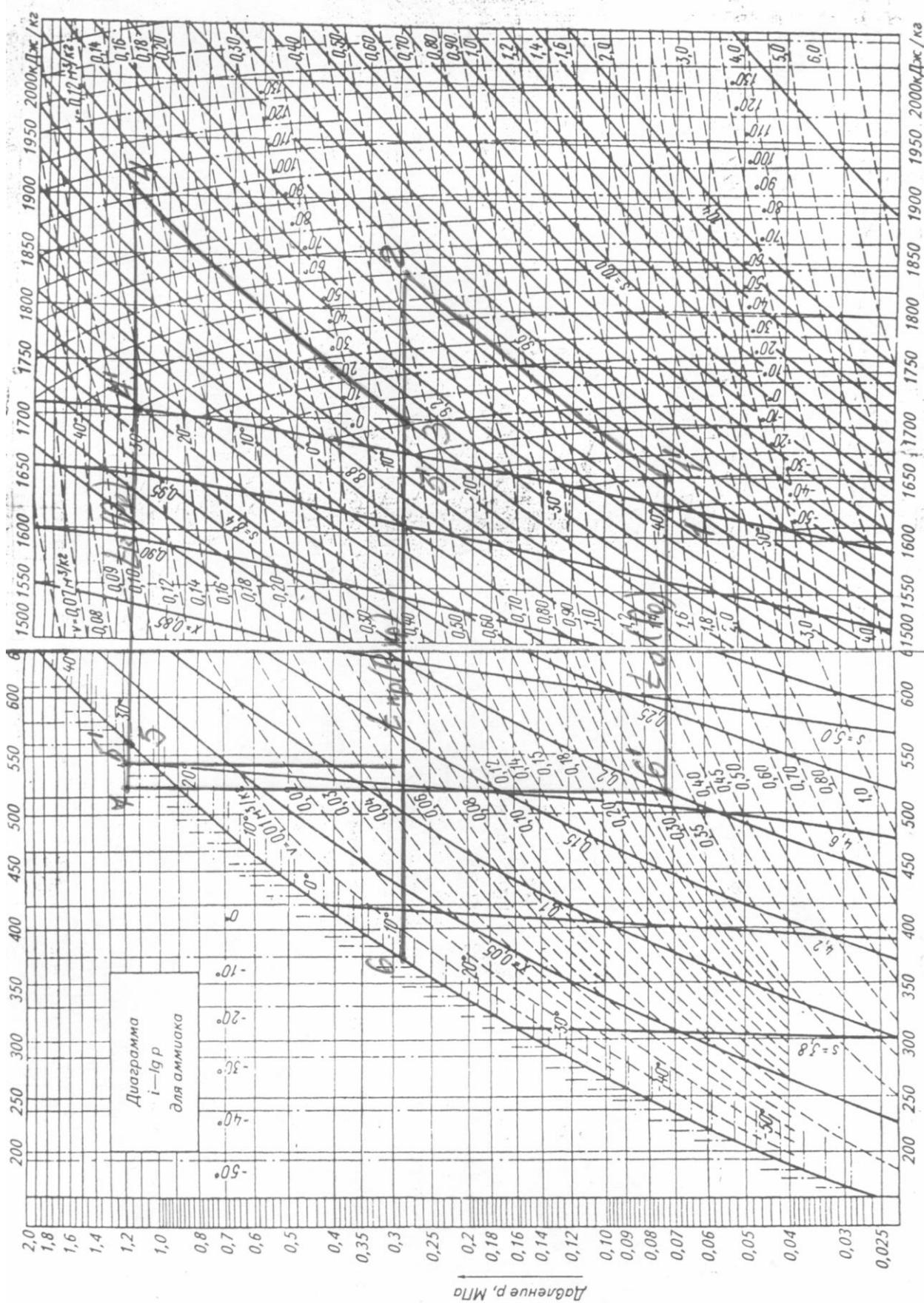


Диаграмма $i - \lg p$ для R22. Цикл холодильной машины двухступенчатого сжатия



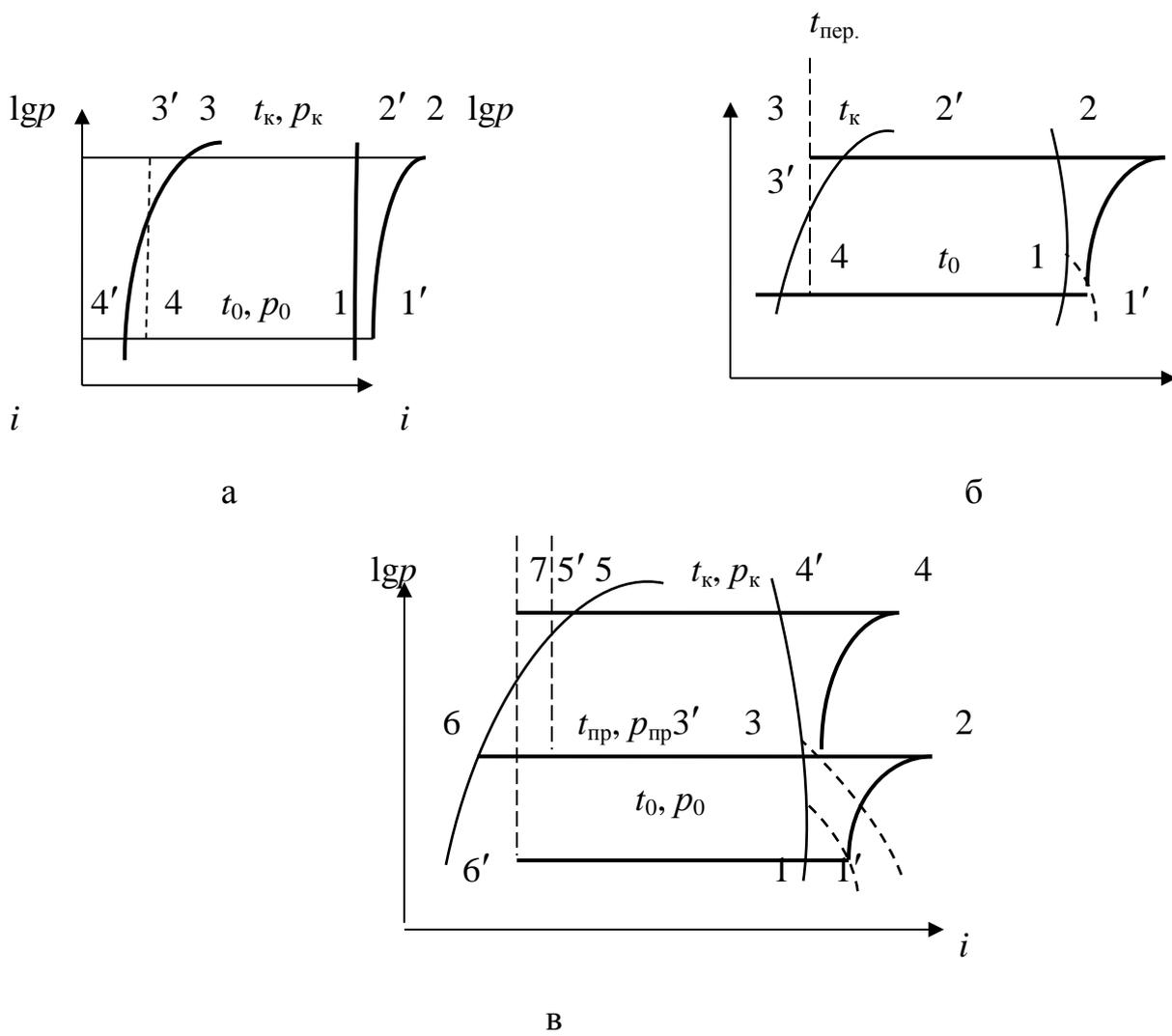


Рис. 26.1. Циклы холодильных машин:

а – цикл паровой холодильной машины; б - к расчету цикла холодильной машины для R134a; в - цикл холодильной машины двухступенчатого сжатия

Основные технические данные горизонтальных кожухотрубных конденсаторов типа КТГ

Конденсатор	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Размеры, мм			Число труб	Вместимость пространства, м ³		Диаметр условного прохода патрубков, мм			Масса, кг
		диаметр D	длина L	высота H		межтрубного	трубного	d	d ₁	d ₂	
КТГ-25	25	500	2910	910	106	0,38	0,13	50	20	65	950
КТГ-32	32	500	3410	910	144	0,46	0,16	50	20	65	1070
КТГ-40	40	500	4410	910	144	0,61	0,2	50	20	65	1350
КТГ-50	50	600	3510	1000	216	0,61	0,24	70	25	80	1520
КТГ-63	63	600	4510	1000	216	0,86	0,31	70	25	80	1900
КТГ-80	80	600	5510	1000	216	1,07	0,37	80	25	100	2300
КТГ-125	125	800	4650	1230	386	1,49	0,61	80	32	125	3440
КТГ-160	160	800	5650	1230	386	1,86	0,7	80	32	125	4292
КТГ-200	200	1000	4750	1670	614	2,32	0,99	100	40	200	5580
КТГ-250	250	1000	5750	1670	614	2,91	1,19	100	40	200	6780
КТГ-315	315	1200	5850	1940	870	4,52	1,5	100	50	250	9480
КТГ-400	400	1200	6800	1940	870	5,6	4,6	100	50	250	15550

Таблица 27.2

Основные технические характеристики кожухотрубных горизонтальных конденсаторов

Конденсатор	Габаритные размеры, мм				Масса, кг
	L	B	H	D _{вн}	
	<i>Хладагент R717</i>				
МК40	3200	780	800	500	1040
МК60	3500	815	800	600	1509
125КТГ	4680	1000	1230	800	3540
200КТГ	4775	1800	1670	1000	5650
250КТГ	5775	1800	1670	1000	6870
300КТГ	5875	2100	1940	1200	9500
	<i>Хладагент R22</i>				
КХ12	2300	510	660	307	360
1КХ35	2975	550	850	500	630
КР43	3620	700	750	500	790
1КФ130	3610	845	975	600	1345
1КФ260	3655	1050	1150	800	2220

Основные технические характеристики кожухотрубных горизонтальных конденсаторов типа КА

Конденсатор	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Размеры, мм			Число труб	Вместимость пространства, м ³		Диаметр условного прохода патрубков, мм			Масса, кг
		диаметр <i>D</i>	длина <i>L</i>	высота <i>H</i>		межтрубного	трубного	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	
КА-35	35	426	4425	720	175	0,35	—	50	25	80	1250
КА-50	50	500	4425	720	252	0,43	—	50	25	80	1580
КА-80	80	600	4550	820	400	0,58	—	50	32	125	2400
КА-100	100	600	5550	820	400	0,77	—	50	32	125	3100
КА-150	150	800	4675	1025	750	0,99	—	65	40	150	4500
КА-180	185	800	5675	1025	750	1,23	—	65	40	150	5500
КА-230	225	1000	4850	1470	1150	1,59	—	80	50	200	6800
КА-280	280	1000	5850	1470	1150	1,99	—	100	65	200	8400
КА-350	340	1000	6850	1470	1150	2,39	—	100	65	200	9900

Таблица 27.4

Характеристика фреоновых горизонтальных кожухотрубных конденсаторов

Конденсатор	Действительная площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Длина труб <i>l</i> , м	Диаметр обечайки <i>D</i> , мм	Число труб, <i>n</i>	Число ходов, <i>z</i>
КТР-4	4,8	1,0	194	23	4; 2
КТР-6	6,8	1,5	219	29	4; 2
КТР-9	9,0	1,0; 1,3	273; 377	46; 53	4; 2
КТР-12	12,8	1,0; 1,2	377; 325	86	4; 2
КТР-18	18,0	1,8	377	86	4;-2
КТР-25	30,0	1,5	404	135	4
КТР-35	40,0	2,0	404	135	4
КТР-50	49,6	2,5	404	135	4
КТР-65	62	2,0	500	210	4; 2
КТР-85	92,5	3,0	500	210	4; 2
КТР-110	107	2,5	600	293	4
КТР-150	150	3,5	600	293	2
КТР-200	200	3,0	800	455	4; 2
КТР-260	260	4,0	800	455	2
КТР-308	407	4,0	900	680	—
КТР-500	500	5,0	900	680	—

Примечание. Условное обозначение: К – конденсатор, Т – трубчатый, Г – горизонтальный, Р – ребристый, А – работа на R717, цифры после букв – площадь поверхности теплообмена, м².

Основные технические данные вертикальных кожухотрубных конденсаторов

Конденсатор	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Вместимость пространства, м ³		Число труб <i>n</i>	Диаметр кожуха D, мм	Диаметр условного прохода, мм		Масса, кг
		межтрубного	трубного			<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	
50 КВИ	50	0,66	0,44	48	600	65	32	1716
75 КВИ	75	0,87	0,63	68	700	65	32	2258
100 КВИ	100	1,07	0,88	96	800	80	40	2996
125 КВИ	125	1,40	1,16	126	900	80	40	3865
150 КВИ	150	1,79	1,38	150	1000	100	50	4553
250 КВИ	250	2,42	2,12	230	1200	125	50	6868

Примечание. Условное обозначение. К – конденсатор, В – вертикальный, И – интенсифицированный.

Таблица 27.6

Характеристика оросительных конденсаторов

Конденсатор	Площадь поверхности охлаждения, м ²	Число секций	Объем ресивера, м ³	Диаметр аммиачных штуцеров, мм			Ширина В, мм	Масса, кг
				<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃		
30 МКО	30	2	0,053	50	20	15	1225	1280
45 МКО	45	3	0,110	70	25	20	1775	1850
60 МКО	60	4	0,153	80	32	20	2325	2460
75 МКО	75	5	0,194	80	32	20	2875	3050
90 МКО	90	6	0,225	100	32	20	3425	3795

Таблица 27.7

Основные технические данные конденсаторов типа ВКЛ для аммиака

Конденсатор	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Число теплообменных батарей	Ширина конденсатора, мм	Диаметр условного прохода, мм		Масса, кг
				<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	
ВКЛ-500	505	3	1272	70	70	2037
ВКЛ-630	700	3	1272	70	70	2341
ВКЛ-800	842	4	1636	70	70	2753

Примечание. Условное обозначение: В – воздушный; К – конденсатор; Л – ленточное оребрение; цифры после букв – площадь наружной поверхности теплообмена, м².

Конденсатор	Номинальный тепловой поток (при $t_k = 35\text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{вл.т}} = 18\text{ }^\circ\text{C}$) кВт	Площадь поверхности теплообмена, м^2	Объемный расход воздуха (общий) $\text{м}^3/\text{ч}$	Объемный расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$		Число вентиляторов	Мощность электродвигателя, кВт		Диаметр (D_y , мм) патрубков				Длина L , мм	Масса, кг
				циркулирующей	свежей		установленная	потребляемая	аммиачных		водяных			
									А	Б	Г	Д		
				вход (газ)	выход (жидкость)		вход на оросительное устройство	выход из поддона						
МИК1-100-Н	273	105,5	18000	28	0,35	1	2,2	2,0	100	50	80	100	1080	1440
МИК2-200-Н	547	211,0	36000	56	0,70	2	4,4	4,0	100	50	100	150	2020	3100
МИК3-300-Н	821	316,5	54000	84	1,05	3	6,6	6,0	150	70	100	150	2940	4500
МИК4-400-Н	1095	422,0	72000	112	1,40	4	8,8	8,0	150	70	100	150	3880	5900
МИК5-500-Н	1368	527,5	90000	140	1,75	5	11,0	10,0	150	80	100	200	4820	7400
МИК6-600-Н	1642	633,0	108000	168	2,10	6	13,2	12,0	150	80	125	200	5760	8800

Рис. 27.1. Таблица: «Технические характеристики испарительных конденсаторов МИК»

Основные технические данные центробежных насосов типа К

Марка насоса	Подача, м ³ /с	Напор, кПа	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры насоса, мм			Масса, кг
				длина	ширина	высота	
1,5к-8/19б	0,0026	116	1,0	400	214	227	25
1,5к-8/19а	0,0028	140	1,7	400	214	227	25
1,5к-8/19	0,0030	174	1,7	400	214	227	25
2к-20/18б	0,0046	120	1,7	411	227	233	27
2к-20/18а	0,0050	140	1,7	411	227	233	27
2к-20/18	0,0055	180	2,8	411	227	233	27
2к-20/30б	0,0055	200	2,8	413	267	250	28,8
2к-20/30а	0,0062	250	2,8	413	267	250	28,8
2к-20/30	0,0065	285	4,5	413	267	250	28,8
3к-45/30а	0,011	210	4,5	482	280	294	42
3к-45/30	0,014	280	7,0	482	280	294	42
4к-90/20а	0,018	185	7,0	498	292	300	44,8
4к-90/20	0,028	220	7,0	498	292	300	44,8

Таблица 28.2

Основные технические данные центробежных насосов типа АГ

Типоразмер	Подача, м ³ /с	Напор столба жидкого хладагента, м	Мощность электродвигателя, кВт	$D_{у.вс.}$, мм	$D_{у.наг.}$, мм	Габаритные размеры, мм			Масса электронасоса, кг
						длина	ширина	высота	
АГ-6,3/32-0(1)	0,00056	32	2,2	50	32	640	395	290	86
	0,00175	62	2,2	50	32	640	395	290	86
	0,00264	30	2,2	50	32	640	395	290	86
АГ-12,5/50-0(1)	0,0035	50	4,0	50	32	730	405	340	100
АГ-25/50-0(1)	0,0069	50	7,5	65	50	805	438	445	235

Физические свойства рассола хлорида натрия NaCl

Плотность при +15 °С, кг/л	Содержание соли, %		Температура замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/(кгК)				
	в раство- ре	На 100 частей воды		0	-5	-10	-15	-20
1,00	0,1	0,8	0,0	4,191	—	—	—	—
1,01	1,5	1,5	-0,9	4,074	—	—	—	—
1,02	2,9	3,0	-1,8	4,003	—	—	—	—
1,03	4,3	4,5	-2,6	3,940	—	—	—	—
1,04	5,6	5,9	-3,5	3,965	—	—	—	—
1,05	7,0	7,5	-4,4	3,827	—	—	—	—
1,06	8,3	9,0	-5,4	3,772	3,768	—	—	—
1,07	9,6	10,8	-6,4	3,722	3,718	—	—	—
1,08	11,0	12,3	-7,5	3,676	3,668	—	—	—
1,09	12,3	14,0	-8,6	3,630	3,626	—	—	—
1,10	13,6	15,7	-9,8	3,588	3,584	3,580	—	—
1,11	14,9	17,5	-11,0	3,550	3,546	3,538	—	—
1,12	16,2	19,3	-12,2	3,533	3,508	3,500	—	—
1,13	17,5	21,2	-13,6	3,475	3,471	3,467	—	—
1,14	18,8	23,1	-15,1	3,441	3,437	3,429	3,421	—
1,15	20,0	25,0	-16,6	3,408	3,404	3,385	3,387	—
1,16	21,2	26,9	-18,2	3,375	3,370	3,362	3,354	—
1,17	22,4	29,0	-20,0	3,341	3,337	3,333	3,328	3,320
1,175*	23,1	30,1	-21,2	3,328	3,324	3,320	3,316	3,308
1,18	23,7	31,1	-17,2	3,312	3,308	3,303	3,299	—
1,19	24,9	33,1	-9,5	3,282	3,278	—	—	—
1,20	26,1	35,3	-1,7	3,257	—	—	—	—
1,203	26,3	35,7	0,0	3,249	—	—	—	—

* Эвтектический раствор.

Продолжение (прил.29)

Таблица 29.2

Физические свойства рассола хлорида кальция CaCl₂

Плотность при +15 °С, кг/л	Содержание соли, %		Температура замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/(кгК)				
	в раство- ре	На 100 частей воды		0	-10	-20	-30	-40
1,00	0,1	0,1	0,0	4,199	—	—	—	—
1,05	5,9	6,3	-3,0	3,831	—	—	—	—
1,10	11,5	13,0	-6,1	3,500	—	—	—	—
1,15	16,8	20,2	-12,7	3,224	3,199	—	—	—
1,16	17,8	21,7	-14,2	3,174	3,153	—	—	—
1,17	17,9	23,3	-15,7	3,127	3,107	—	—	—
1,18	19,9	24,9	-17,4	3,036	3,060	—	—	—
1,19	20,9	26,5	-19,2	3,044	3,019	—	—	—
1,20	21,9	28,0	-21,2	3,002	2,977	2,952	—	—
1,21	22,8	29,6	-23,3	2,964	2,939	2,914	—	—
1,22	23,8	31,2	-25,7	2,931	2,906	2,880	—	—
1,23	24,7	32,9	-28,8	2,897	2,872	2,877	—	—
1,24	25,7	34,6	-31,2	2,868	2,843	2,818	2,793	—
1,25	25,6	35,2	-34,6	2,839	2,813	2,788	2,763	—
1,26	27,5	37,9	-38,6	2,809	2,784	2,759	2,734	—
1,27	28,4	39,7	-43,6	2,780	2,755	2,730	2,705	2,679
1,28	29,4	41,6	-50,1	2,755	2,730	2,705	2,679	2,654
1,286*	29,9	42,7	-55,0	2,732	2,713	2,688	2,663	2,633
1,29	30,3	43,5	-50,6	2,726	2,700	2,675	2,650	2,625
1,30	31,2	45,4	-41,6	2,700	2,675	2,650	2,625	2,60
1,31	32,1	47,3	-27,1	2,675	2,659	2,621	—	—
1,32	33,0	49,3	-23,9	2,650	2,625	2,596	2,596	—
1,33	33,9	51,3	21,2	2,625	2,600	2,571	—	—
1,25	25,6	35,2	-34,6	2,839	2,813	2,788	2,763	—
1,26	27,5	37,9	-38,6	2,809	2,784	2,759	2,734	—

* Эвтектический раствор.

Плотность рассола NaCl, кг/л

Массовая доля соли в растворе, %	Температура, °С					
	-20	-10	0	10	20	30
5			1,03820	1,03659	1,03405	1,03074
6	—	—	1,04590	1,04403	1,04131	1,03786
7	—	—	1,05361	1,05150	1,04860	1,04503
8	—	—	1,06133	1,05900	1,05594	1,05225
9	—	—	1,06909	1,06654	1,06332	1,05951
10	—	—	1,07686	1,07411	1,07074	1,06682
И	—	—	1,08467	1,08173	1,07821	1,07411
12	—	—	1,09251	1,08939	1,08572	1,08158
13	—	—	1,10039	1,09709	1,09329	1,08904
14	—	—	1,10830	1,10483	1,10090	1,09656
15	—	1,11945	1,11626	1,11262	1,10857	1,10413
16	—	1,12765	1,12427	1,12047	1,11630	1,11177
17	—	1,13588	1,13232	1,12833	1,12409	1,11946
18	—	1,14415	1,14041	1,13634	1,13193	1,12722
19	—	1,15246	1,14857	1,14436	1,13984	1,13504
20	—	1,16082	1,15678	1,15244	1,14782	1,14293
21	—	1,16923	1,16505	1,16058	1,15586	1,15089
22	—	1,17770	1,17337	1,16880	1,16397	1,15891
23	1,19044	1,18622	1,18176	1,17707	1,17215	1,16702
24	—	1,19480	1,19022	1,18542	1,18040	1,17519
25	—	—	1,19874	1,19383	1,18873	1,18344

Плотность рассола CaCl₂, кг/л

Массовая доля соли в растворе, %	-30	-20	Температура, °С			20	30
			-10	0	10		
5				1,0488	1,0425	1,0402	1,0369
6	—	—	—	1,0528	1,0513	1,0489	1,0456
7	—	—	—	1,0619	1,0602	1,0577	1,0544
8	—	—	—	1,0710	1,0691	1,0664	1,0629
9	—	—	—	1,0802	1,0781	1,0753	1,0718
10	—	—	—	1,0895	1,0872	1,0843	1,0808
11	—	—	—	1,0989	1,0964	1,0934	1,0899
12	—	—	—	1,1083	1,1056	1,1025	1,0993
13	—	—	—	1,1178	1,1150	1,1117	1,1079
14	—	—	—	1,1274	1,1244	1,1210	1,1172
15	—	—	1,1396	1,1371	1,1340	1,1304	1,1261
16	—	—	1,1449	1,1469	1,1438	1,1399	1,1357
17	—	—	1,1597	1,1568	1,1534	1,1495	1,1451
18	—	—	1,1698	1,1667	1,1632	1,1592	1,1548
19	—	—	1,1801	1,1768	1,1731	1,1690	1,1645
20	—	—	1,1904	1,1869	1,1831	1,1788	1,1742
21	—	1,2046	1,2010	1,1972	1,1932	1,1889	1,1844
22	—	1,2150	1,2114	1,2075	1,2033	1,1989	1,1942
23	—	1,2260	1,2221	1,2180	1,2137	1,2092	1,2045
24	—	1,2369	1,2328	1,2285	1,2240	1,2194	1,2146
25	—	1,2481	1,2437	1,2392	1,2346	1,2299	1,2251
26	1,2634	1,2634	1,2590	1,2545	1,2499	1,2452	1,2354
27	1,2749	1,2703	1,2656	1,2608	1,2559	1,2510	1,2460
28	1,2868	1,2818	1,2768	1,2718	1,2668	1,2617	1,2567
29	1,2981	1,2930	1,2879	1,2828	1,2777	1,2725	1,2674
30	1,3098	1,2045	1,2933	1,2940	1,2888	1,2835	1,2783

Продолжение (прил.29)

Таблица 29.5

Теплофизические свойства водного раствора этиленгликоля

Плотность, кг/м ³	Массовая доля этиленгли- коля, %	Температура замерзания, °С	Удельная теплоемкость водного раствора этиленгликоля [кДж/(Дкг • К)] при t, °С				
			50	20	0	-10	-20
1005	4,6	-2	4,14	4,14	4,10	—	—
1010	8,4	-4	4,10	4,06	4,06	—	—
1015	12,2	-5	4,06	4,02	3,98	—	—
1020	16,0	-7	4,02	3,94	3,89	—	—
1025	19,8	-10	3,98	3,89	3,85	—	—
1030	23,6	-13	3,94	3,85	3,77	3,77	—
1035	27,4	-15	3,85	3,74	3,73	3,68	—
1040	31,2	-17	3,81	3,73	3,64	3,64	—
1045	35,0	-21	3,73	3,64	3,56	3,56	—
1050	38,5	-26	3,68	3,56	3,52	3,48	3,43
1055	42,6	-29	3,60	3,48	3,43	3,39	3,35
1060	46,4	-33	3,52	3,39	3,35	3,31	3,26

Основные технические данные панельных испарителей

Типоразмер	Площадь поверхности охлаждения, м ²	Число секций	Размеры бака, мм			Диаметр штуцеров, мм					Вместимость по аммиаку, м ³	Мощность мешалки, кВт	Масса, кг
			L	B	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d			
40ИП	40	8x5	3470	735	1050	100	100	50	20	70	0,223	1	1540
60ИП	60	12x5	3670	1060	1050	100	100	50	20	100	0,332	1	2185
90ИП	90	18x5	3670	1545	1050	150	100	50	20	100	0,497	1,7	3040
120ИП	120	12x10	6100	1115	1050	200	200	125	40	150	0,501	1	3970
180ИП	180	18x10	6100	1625	1200	250	200	125	40	150	0,744	1,7	5530
240ИП	240	24x10	6100	2135	1200	250	200	125	40	200	1,008	1,7	7120
320ИП	320	32x10	6100	2815	1200	300	200	125	40	200	1,34	1	9440

Таблица 30.2

Технические характеристики панельных аккумуляторов

Типоразмер	Площадь поверхности теплообмена одного яруса, м ²	Аккумулярующая способность за цикл намерзания, кВт/ч	Мощность мешалки, кВт	Размеры бака, мм			Диаметр штуцеров, мм					Масса, кг
				L	B	H	d ₁	d ₂	d ₃ *	d ₄ *	d	
АКХ-30	30	76	1,1	3268	908	1258	100	20	<u>50</u>	<u>25</u>	65	1440
АКХ-45	45	116	1,1	3438	1328	1258	150	20	100	40	65	2040
АКХ-120	120	302	2,2	5958	1748	1258	250	20	<u>100</u>	<u>40</u>	150	4500
АКХ-160	160	407	2,2	5958	2308	1258	300	20	150	80	150	5560
2АКХ-30	60	152	2,2	3268	908	1258	100	20	<u>50</u>	<u>25</u>	100	2940
2АКХ-45	90	232	2,2	3438	1328	1258	150	20	100	40	100	4180
2АКХ-120	240	604	4,4	5958	1748	1258	250	20	<u>100</u>	<u>40</u>	200	9860
2АКХ-160	320	814	4,4	5958	2308	1258	300	20	150	125	200	11960

* В числителе значение d₃ и d₄ для верхнего яруса, а в знаменателе для нижнего

Основные технические данные аммиачных горизонтальных кожухотрубных испарителей

Испаритель	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Размеры, мм			Число труб	Число ходов	Вместимость пространства, м ³		Условный проход патрубков, мм			Масса, кг
		диаметр	длина	высота			межтрубного	трубного	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	
		<i>D</i>	<i>L</i>	<i>H</i>								
ИТГ-40	40	500	4510	1285	138	8	0,5	0,18	80	25	80	1435
ИТГ-50	50	600	3560	1470	210	8	0,52	0,25	80	25	100	1585
ИТГ-63	63	600	4560	1470	210	8	0,7	0,32	80	25	100	1970
ИТГ-80	80	600	5560	1740	210	8	0,885	0,4	80	25	125	2400
ИТГ-125	125	800	4650	1800	390	8	1,14	0,61	125	25	150	3530
ИТГ-160	160	800	5650	1800	390	8	1,58	0,72	125	25	150	4230
ИТГ-200	200	1000	4780	2060	626	8	2,1	0,76	150	25	200	5530
ИТГ-250	250	1000	5780	2060	626	8	2,64	0,95	150	40	200	6600
ИТГ-315	315	1200	5890	2520	870	4	3,8	2,0	200	40	250	9380
ИТГ-400	400	1200	6890	2520	870	4	4,3	2,3	200	40	250	15550

Примечание. Условное обозначение: И – испаритель, Т – трубчатый, Г – горизонтальный, цифры после букв – площадь наружной поверхности теплообмена, м²

Таблица 30.4

Основные технические данные фреоновых горизонтальных кожухотрубных испарителей

Испаритель	Хладагент	Площадь наружной поверхности, м ²	Размеры кожуха, мм		Число труб	Число ходов	Диаметр штуцеров, мм			Масса, кг
			<i>D</i>	<i>L</i>			жидкостного	всасывающего	хладоносителя	
ИТР-12	R12, R134a	12	325	1415	70	6	25	50	50	300
ИТР-18	R12, R134a	18	325	1665	84	6	32	50	50	360
ИТР-25	R12, R134a	25	400	1665	118	6	32	50	70	425
ИТР-35	R12, R134a	35	500	2500	145	4	40	70	80	575
ИТР-105	R12, R134a	105	600	3700	241	4	50	100	125	1650
ИТР-210	R12, R134a	210	800	3700	491	4	50	125	150	3000
ИТР-400	R12, R134a	400	1200	3870	920	4	70	125	200	6068
ИТР-65	R22, R134a	65	500	2435	210	4	32	100	80	1035
ИТР-35Н*	R22, R134a	35	500	3000	123	4	25	125	80	900

* Н – низкотемпературный при *t*₀ до -80°С

Основные технические данные труб для изготовления приборов охлаждения

Размеры, мм			Площадь поверхности теплопереда- чи 1 м оробренной трубы $f\text{м}^2$	Масса 1 м трубы, кг		Объем 1 м трубы $V, \text{м}^3$
труб (ГОСТ-8732)	ленты 1-НП-М-710	шаг оребре- ния, мм		гладкой	оробренной	
<i>Аммиачные батареи</i>						
57x3,5	1x45	35,7	1,01	4,62	9,22	0,00196
38x2,5		30,0	0,93	2,19	6,99	0,00086
38x2,5		20,0	1,33	2,19	9,39	0,00086
<i>Рассольные батареи</i>						
57x3,5	1x45	35,7	1,01	4,62	9,22	0,00196
38x3		30,0	0,93	2,59	7,39	0,00086
38x3		20,0	1,33	2,59	9,79	0,00086
<i>Аммиачные воздухоохладители</i>						
38x2,5	0,8x30	20,0	0,76	2,19	5,08	0,00086
38x2,5	0,8x30	13,3	1,08	2,19	6,53	0,00086
25x2,5	0,6x20	16,0	0,44	1,39	2,59	0,000314
25x2,5	0,6x20	10,0	0,65	1,39	3,29	0,000314
<i>Рассольные воздухоохладители</i>						
38x3	0,8x30	20,0	0,76	2,59	5,48	0,00086
38x3	0,8x30	13,3	1,08	2,59	6,93	0,00086
25x3	0,8x20	16,0	0,44	1,63	2,83	0,000284
25x3	0,8x20	10,0	0,65	1,63	3,53	0,000284

Характеристика секций для изготовления батарей

Тип секций	Размеры, мм		Число промежутков между трубами	Площадь поверхности теплообмена (м ²) при шаге t ₁ , мм		Масса (кг) при шаге t ₁ , мм	
	L	H		20	30	20	30
СК		1000	3	20,7	14,3	108,9	83,9
		1500	5	31,0	21,5	163,6	126,1
СЗГ	2750	1000	3	19,9	13,7	104,4	80,4
		1500	5	29,8	20,5	157,5	120,5
СЗХ	3000	1000	3	19,9	13,7	105,2	81,2
		1500	5	29,8	20,5	158,3	121,3
СС	4500	1000	3	34,5	23,8	178,2	135,7
		1500	5	51,8	35,7	267,2	203,7
	6000	1000	3	46,3	31,9	238,3	181,7
		1500	5	69,5	47,9	357,4	272,4
СЗ	2000	1000	3	13,1	9,1	73,0	57,2
	2000	1500	5	19,7	13,6	109,9	84,7
С2К	4500	1000	3	32,7	22,6	171,2	431,5
	4500	1500	5	49,1	33,9	257,1	197,6
	2000	1000	3	14,6	10,2	89,8	71,7
	2000	1500	5	21,9	15,4	133,5	107,4
	4500	1000	3	34,2	23,7	183,3	142,0
	4500	1500	5	51,4	35,6	274,5	212,5

Основные технические данные воздухоохладителей типов ВОП, ВОГ,
НВО и ФВП

Типоразмер	Площадь наружной поверхности теплообмена, м ²	Номинальный тепловой поток (Вт) при $\theta = 10^{\circ}\text{C}$	Число секций	Шаг оребрения	Мощность вентилятора, кВт		Объемная подача воздуха, м ³ /с		Габаритные размеры, мм			Вместимость труб, м ³	Масса, кг
					при частоте вращения, с ⁻¹				L	B	H		
					16,7	25	16,7	25					
Я10-AB2-50	50	5800	3	13,4	0,37	0,55	0,67	0,94	1900	1000	730	0,025	340
Я10-AB2-75	75	8700	3	8,6	0,37	0,55	0,67	0,94	1900	1000	730	0,025	380
Я10-AB2-100	100	11600	8	17,5	1,1	1,5	1,37	2,7	1910	2176	800	0,061	735
Я10-AB2-150	150	17400	8	11,3	1,1	1,5	1,37	2,7	1910	2176	800	0,061	843
Я10-AB-250	250	29000	16	17,5 и 13,4	1,5	4,0	4,86	7,5	1950	2200	1270	0,150	1570 1525
НВО-80	80	9300	9	15 и 7,5	—	1,5	—	2,2	1750	1070	1100	0,041	390
НВД-125	125	14530	9	15 и 7,5	2,2	—	3,5	—	2430	1070	1100	0,058	435
НВД-200	200	23260	12	15 и 7,5	—	3,0	—	5,55	2700	1200	1100	0,099	735
Я10 - ФВП	330	38280	24	17,5 и 13,4	—	2,2	—	4,4	2145	1840	3080	0,208	2400

Таблица 32.2

Основные технические данные воздухоохладителей с поперечно-спиральным оребрением

Воздухоохладитель	Площадь поверхности охлаждения, м ²	Шаг оребрения, мм	Объемная подача воздуха (расчетная), м ³ /с	Вместимость по аммиаку, лм ³	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
					длина	ширина	высота	
НВОЛ-1-80	84	10	2,22	40,5	1760	960	1130	613
НВОЛ-1-100	105	10	2,77	50,5	2120	960	1130	677
НВОЛ-1-125	123	10	3,47	58,3	2360	1020	1320	712
НВОЛ-1-160	158	10	4,44	75,0	2910	1020	1320	764
НВОЛ-1-200	210	10	5,55	99,4	3260	1170	1360	998
НВОЛ-1-250	251	10	6,94	122,2	3860	1170	1158	1198
НВОЛ-П-160	172	16	5,55	122,2	2910	1020	1320	764
НВОЛ-11-200	201	16	6,94	141,6	3260	1170	1360	998
НВОЛ-11-250	250	16	8,33	177,0	3860	1170	1158	1198
ПВОЛ-100	100	13,3	2,72	81,5	3270	460	3050	1100
НВОЛ-160	158	13,3	4,44	130,4	3270	540	3090	1600
ПВОЛ-250	250	13,3	6,94	203,7	3270	760	3050	2300

Основные технические данные комбинированных воздухоохладителей

Показатель	Воздухоохладитель площадью поверхности охлаждения, м ²			
	120	180	270	405
Тепловой поток через воздухоохладитель при $\theta = 10$ °С	28000	42000	63000	94000
Габаритные размеры, мм:				
длина	1530	1750	2300	3150
ширина	1440	1440	1530	1530
высота	3725	4200	4200	4200
Объемный расход, м ³ /с:				
воздуха	1,39	1,80	2,0	3,0
антифриза	0,0019	0,0024	0,0027	0,0041

Физические свойства сухого воздуха

Температура, t , °С	Плотность, ρ , кг/м ³	Удельная теплоемкость, c_p , кДж/(кг · К)	Теплопроводность, $\lambda \cdot 10^2$, Вт/(м · К)	Температуропроводность, $a \cdot 10^6$, м ² /с	Кинематическая вязкость, $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	Коэффициент вязкости, $\mu \cdot 10^6$, Н · с/м ²	Число Прандтля
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	9,23	14,6	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	10,04	15,2	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	10,80	15,7	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	12,79	16,2	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	12,43	16,7	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	13,28	17,2	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	14,16	17,6	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	15,06	18,1	0,703

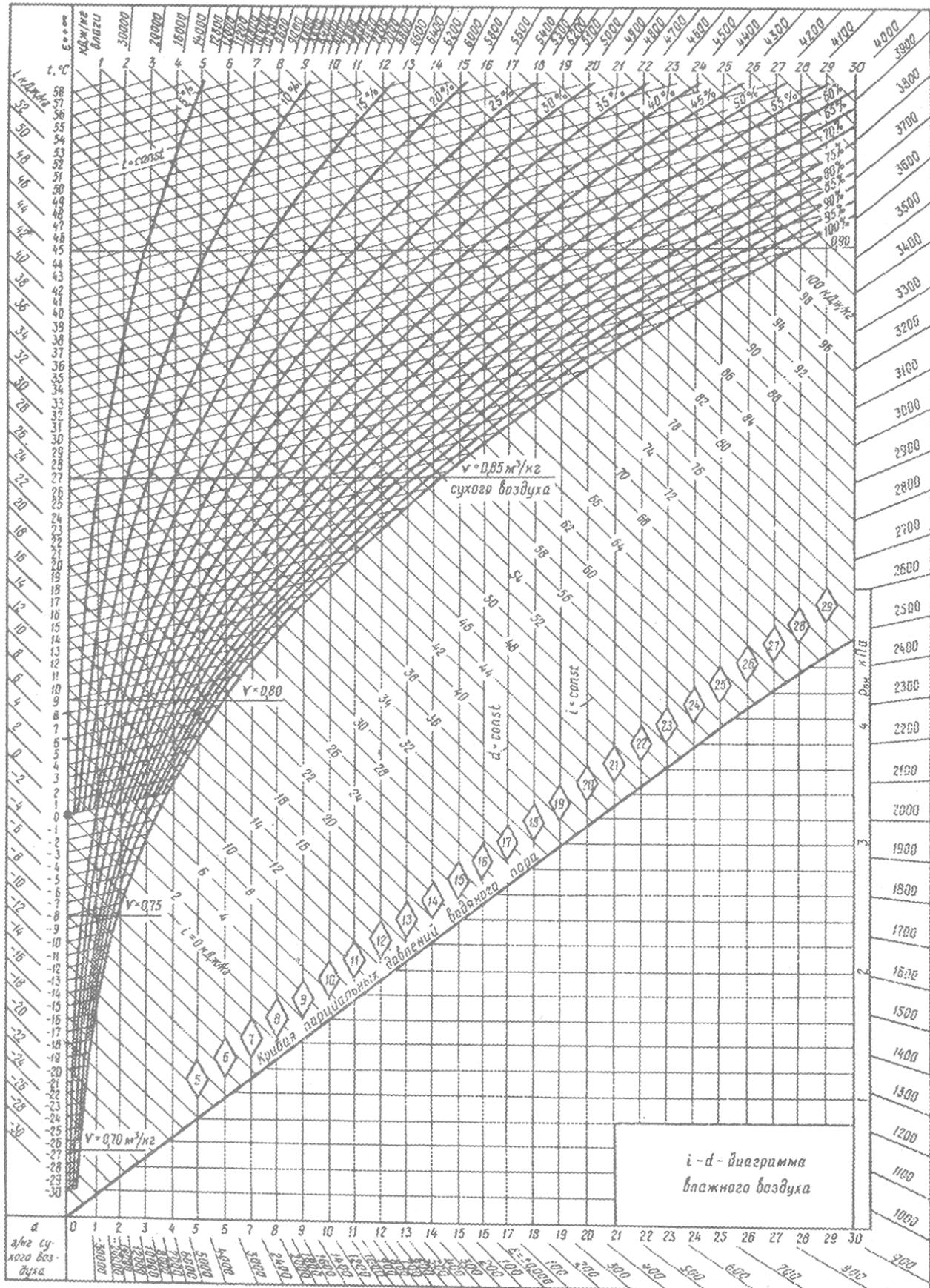


Рис. 34.1. $i-d$ -диаграмма влажного воздуха

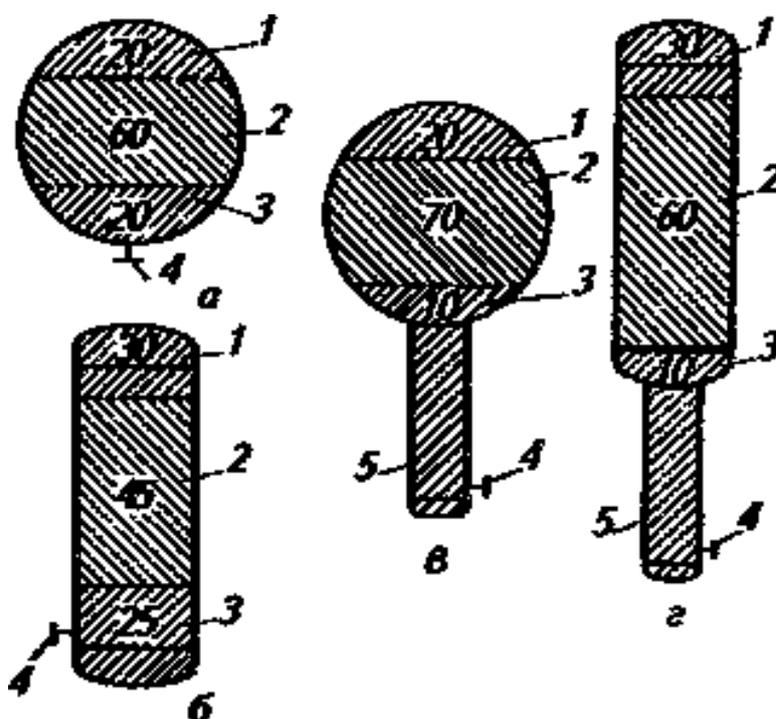


Рис. 35.1. Расчетные схемы заполнения циркуляционных ресиверов:

a – горизонтальной; *б* – вертикального; *в* – горизонтального со стояком; *г* – вертикального со стояком: 1 – паровое пространство ресивера %; 2 – объем для приема жидкого аммиака из испарительной системы $V_{жс}, \%$; 3 – рабочее заполнение ресивера $V_{р.з}, \%$; 4 – жидкостный патрубок к насосу; 5 - жидкостный стояк

Приложение 36
Таблица 36.1

Основные технические данные отделителей жидкости

Типоразмер	Диаметр корпуса $D_{кс}, мм$	Высота H , мм	Диаметры штуцеров, мм			Масса, кг
			d	d_1	d_2	
70 ОЖВ	426x9	1725	70	20	40	185
100 ОЖГ	500x8	2060	100	32	40	244
125 ОЖГ	600x8	2100	125	32	80	310
150 ОЖГ	800x8	2710	150	50	80	540
200 ОЖГ	1000x10	2815	200	50	125	940
250 ОЖМ	1000x10	2935	250	32	50	960
300 ОЖМ	1200x12	3045	300	50	50	1370

Основные технические данные маслоотделителей

Типоразмер	Условный проход штуцера (вход и выход пара) d , мм	Диаметр корпуса $D \times s$, мм	Высота H , мм	Объем, m^3	Масса, кг
50 МА	50	273x8	1335	0,043	98
80 МА	80	325x9	1440	0,065	139
100 МА	100	426x9	1760	0,173	220
125 М	125	500x8	1945	0,278	256
150 М	150	600x8	2305	0,492	403
200 М	200	700x8	2410	0,707	535
300 М	300	1200x12	3555	0,330	1780
100 ОММ	100	426x9	1850	0,174	223
125 ОММ	125	500x6	2125	0,320	275
150 ОММ	150	600x8	2650	0,780	359
200 ОММ	200	700x8	2750	0,830	520
65 МО	65	325x9	1100	0,063	108
100 МО	100	325x9	1100	0,063	130
80ЦМО	80	500x6	1210	0,170	158
21ЦМО 100	100	600x8	1690	0,140	228

Примечание. Маслоотделители марки ОММ – барбатажные, остальные циклонные

Основные технические данные маслособирателей типа МЗС

Типоразмер	Диаметр кор- пуса $D \times s$, мм	Высота H , мм	Объем, m^3	Масса, кг
10 МЗС	159x4,5	720	0,01	16
60 МЗС	325x8	1200	0,06	81

Основные технические данные промежуточных сосудов

Типо-размер	Диаметр корпуса $D_{нXS}$, мм	Высота H , м	Условные проходы патрубков, мм				Площадь теплопередающей поверхности змеевика, m^2	Объем аппарата, m^3	Масса, кг
			На входе пара	на входе пара d_2	на выходе и входе жидкости в змеевик d_3	выпрыска жидкости d_4			
40ПС ₃	426x9	2390	70	70	20	20	1,75	0,22	330
60ПС ₃	600x6	2800	150	125	32	32	4,3	0,67	570
80ПС ₃	800x6	2920	150	150	32	32	6,3	1,15	800
100ПС ₃	1000x8	2940	200	200	50	40	8,6	1,85	1230
120ПС ₃	1200x10	3640	300	300	50	40	10,0	3,3	1973
СП600	600x8	2215	100	100	25	20	—	0,514	450
СП800	800x8	2990	150	150	32	32	—	1,15	895

Сортамент стальных труб

D_y , мм	$D_{нXS}$, мм	f , m^3	$v \cdot 10^3$, m^3	Масса трубы 1 м, кг	D_y , мм	$D_{нXS}$, мм	f , m^3	$v \cdot 10^3$, m^3	Масса трубы 1 м, кг
10	14x1,6	0,0440	0,092	0,49	100	108x4,0	0,3390	7,85	10,26
15	18x1,6	0,0565	0,172	0,65	125	133x4,0	0,4176	12,26	12,73
20	25x1,6	0,0785	0,373	0,92	150	159x4,5	0,4993	17,66	17,15
25	32x2,0	0,1005	0,615	1,48	200	219x7,0	0,6877	33,00	36,60
32	38x2,0	0,1193	0,907	1,78					
40	45x2,5	0,1413	1,260	2,62	250	273x8,0	0,8572	51,85	52,28
50	57x3,5	0,1790	1,960	4,62	300	328x8,0	1,0299	76,41	62,54
70	76x3,5	0,2386	3,740	6,26	350	377x9,0	1,1838	101,17	81,68
80	89x3,5	0,2790	5,280	7,38	400	426x10	1,3188	125,60	102,59

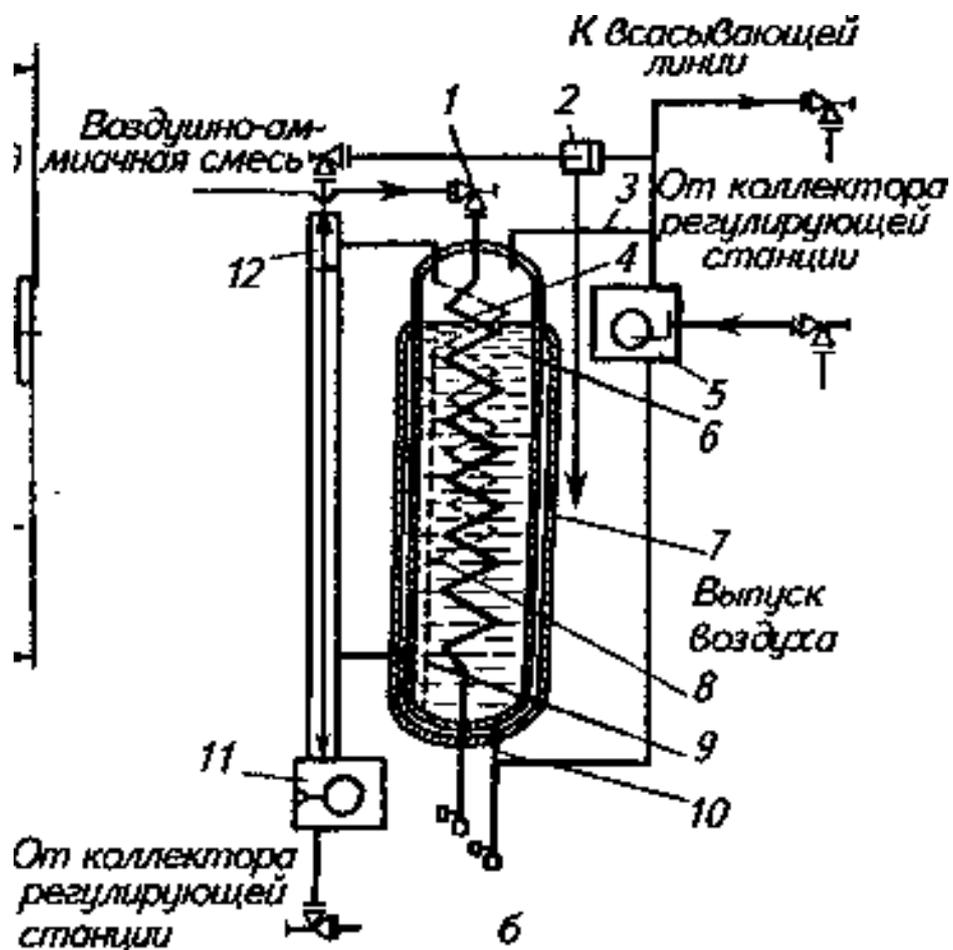


Рис. 41.1. Воздухоотделитель автоматический АВ-4:

1 – вентиль; 2 – мембранный клапан; 3, 9, 10 – трубки; 4, змеевики; 5, 11 - поплавковые регуляторы; 6,7 – сосуды; 12 – клапан для выпуска воздуха

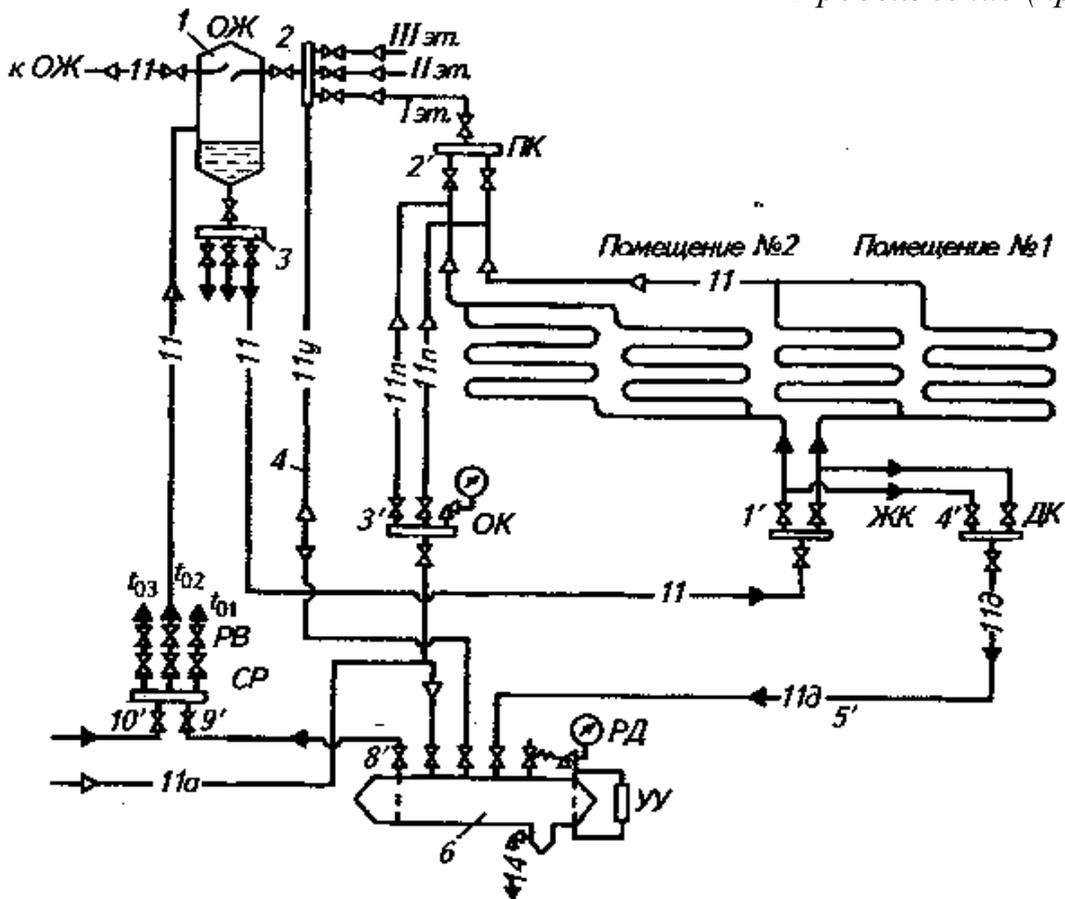


Рис. 42.3. Безнасосная схема с верхним расположением отделителя жидкости

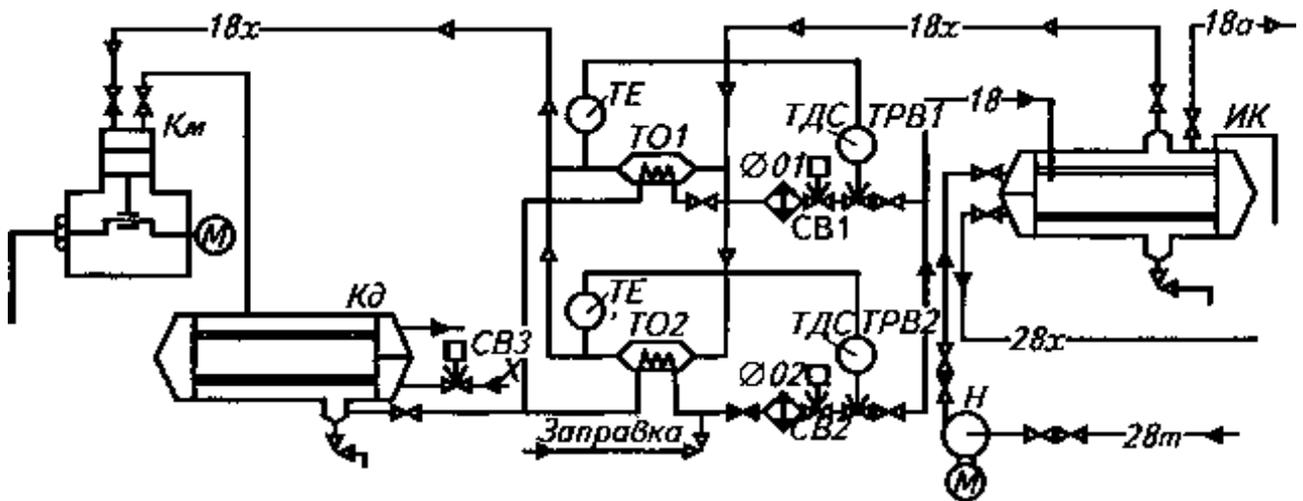


Рис. 42.4. Схема фреоновой холодильной машины с промежуточным хладоносителем

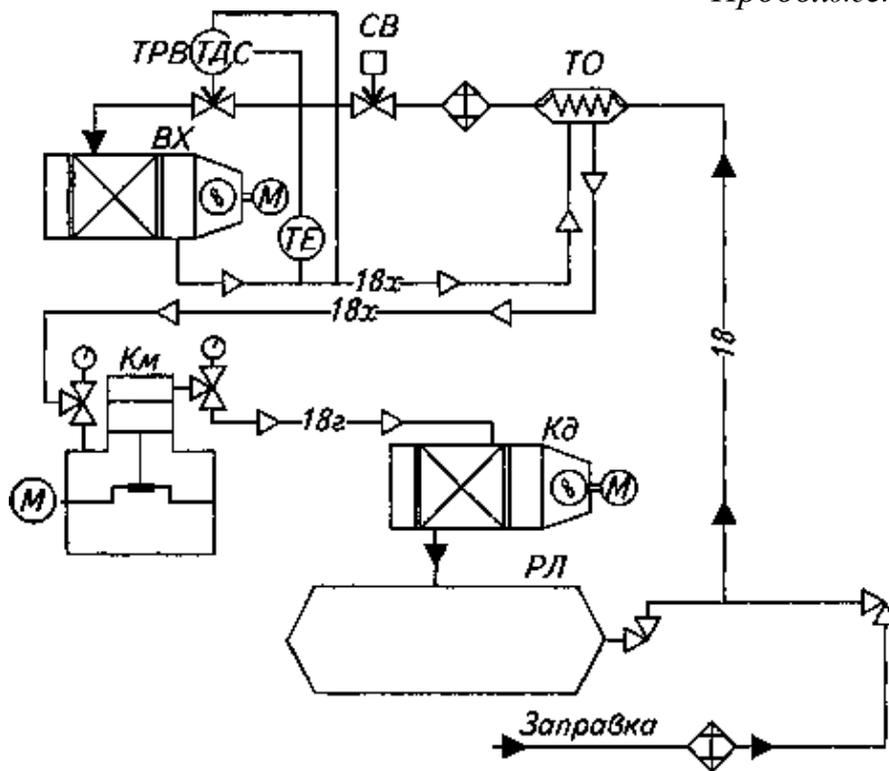


Рис. 42.5. Схема агрегатированной холодильной машины на R134ac непосредственным охлаждением

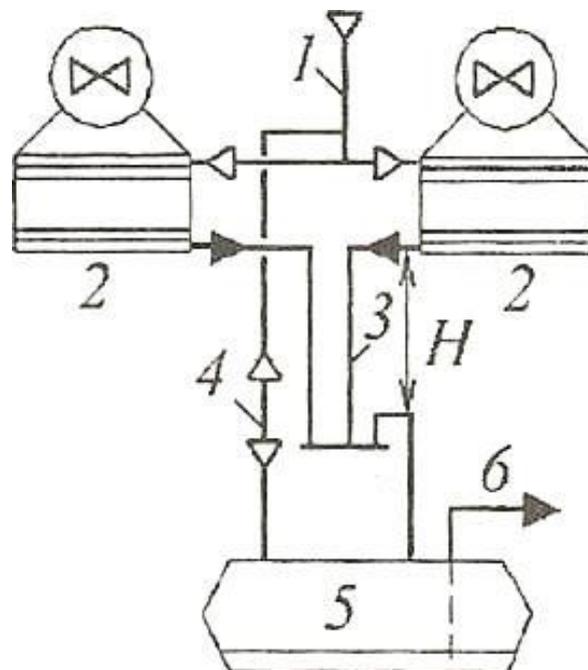


Рис. 42.6. Схема соединения воздушных конденсаторов и линейного ресивера: 1 – нагнетательный трубопровод; 2 – конденсаторы; 3 – сливные трубопроводы; 4 – уравнильный трубопровод; 5 – линейный ресивер; 6 – жидкостный трубопровод.

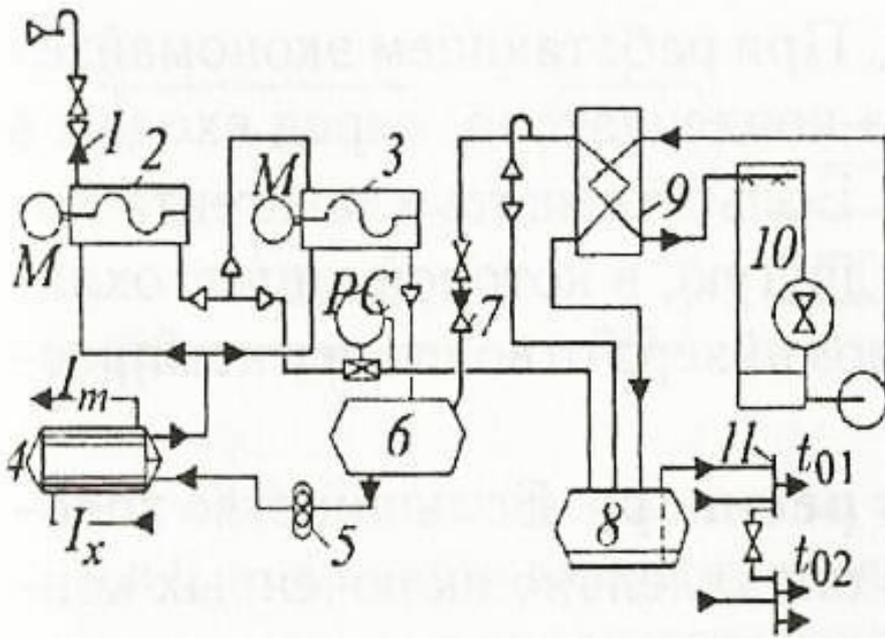


Рис. 42.7. Схема с двухступенчатым компрессорным агрегатом:
 1, 7 – обратные клапаны; 2 – компрессор ступени низкого давления; 3 – компрессор ступени высокого давления; 4 – маслоохладитель; 5 – шестеренчатый насос; 6 – маслоотделитель; 8 – линейный

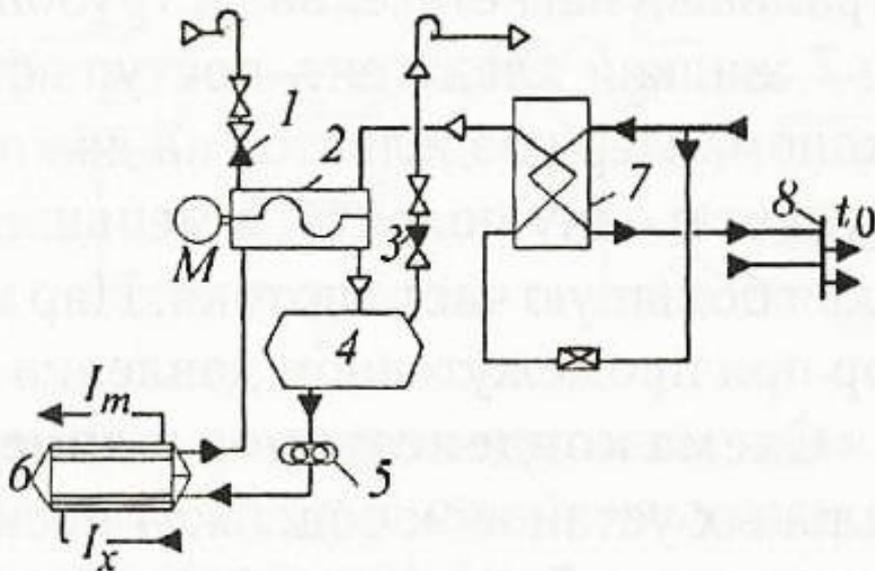
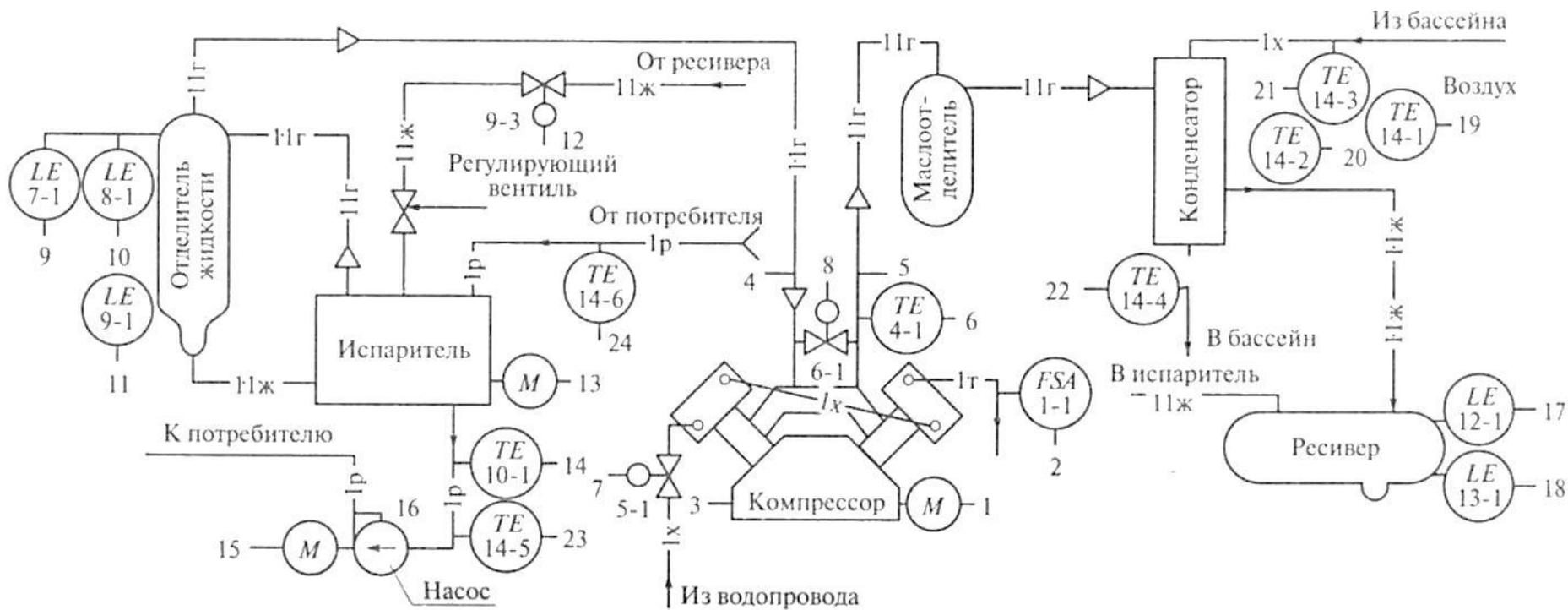


Рис. 42.8. Экономайзерная схема винтового компрессорного аппарата:
 1, 3 – обратные клапаны; 2 – винтовой компрессор; 4 – маслоотделитель; 5 – шестеренчатый насос; 6 – маслоохладитель; 7 – экономайзер; 8 – распределительный коллектор регулирующей станции

СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ



Условные обозначения: - 1х - холодная вода; -1 т- отработанная вода; -1р- рассол; -11г- газообразный аммиак; -11ж- жидкий аммиак

Рис. 43.1. Схема автоматизации холодильной установки

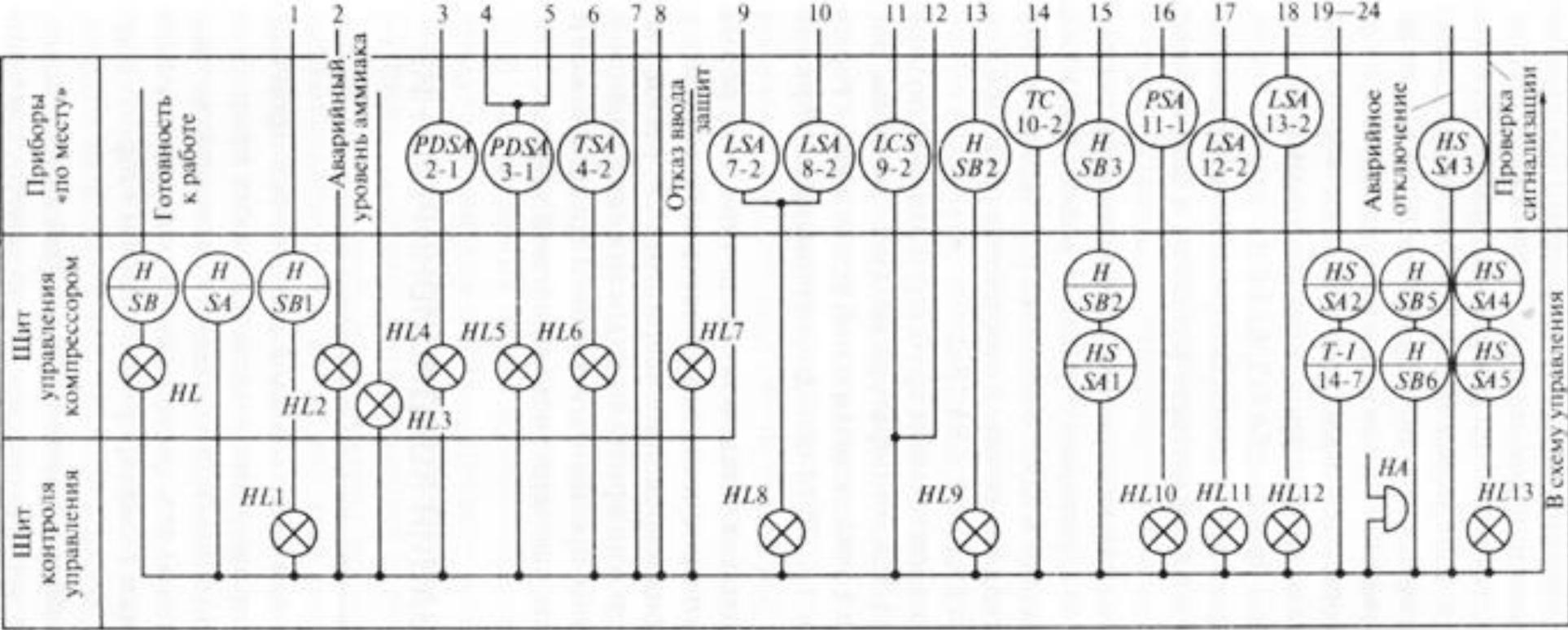


Рис. 43.1. Схема автоматизации холодильной установки

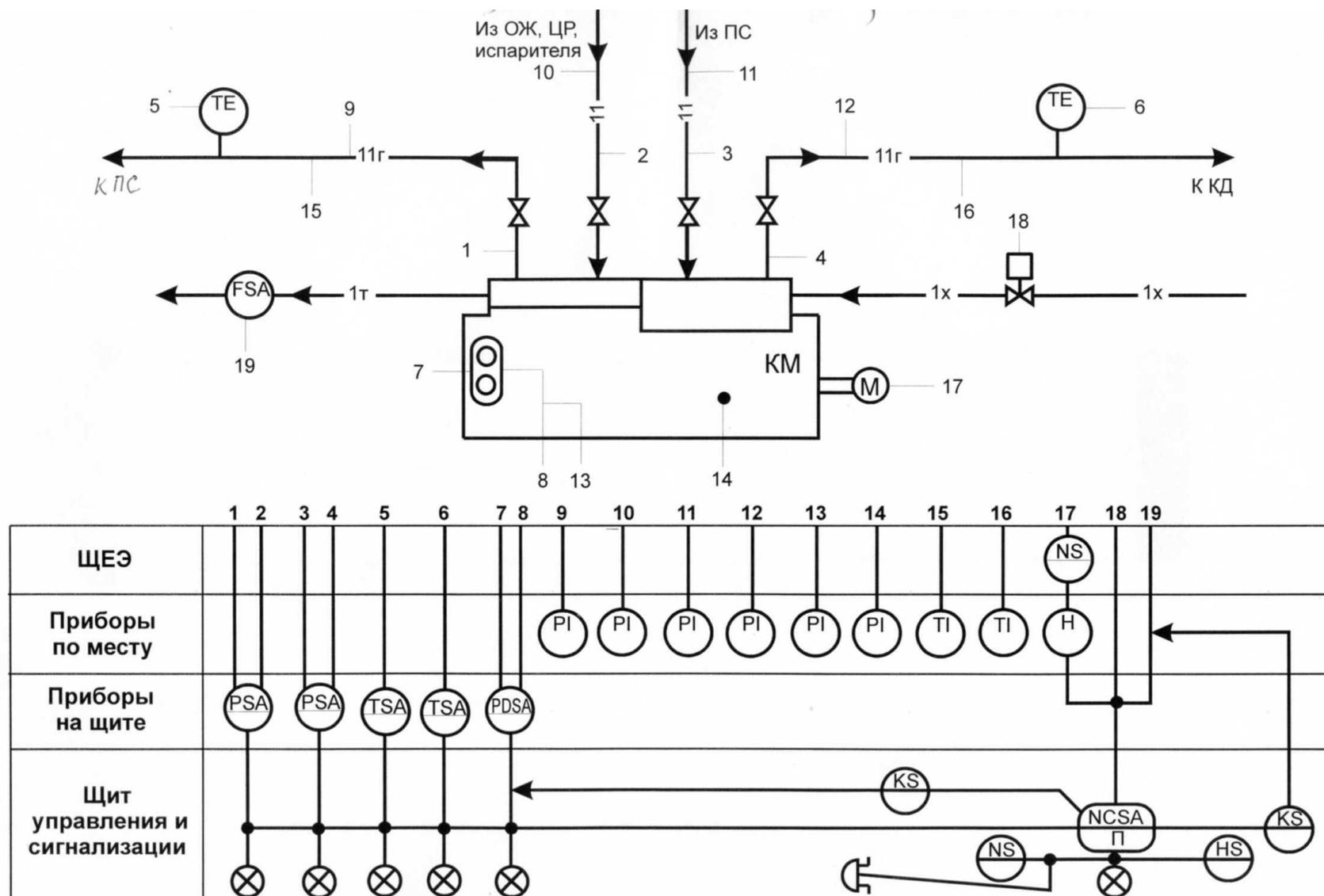


Рис. 43.2 Схема автоматизации аммиачного двухступенчатого компрессора.

Продолжение (прил. 43)
К потребителям холода;

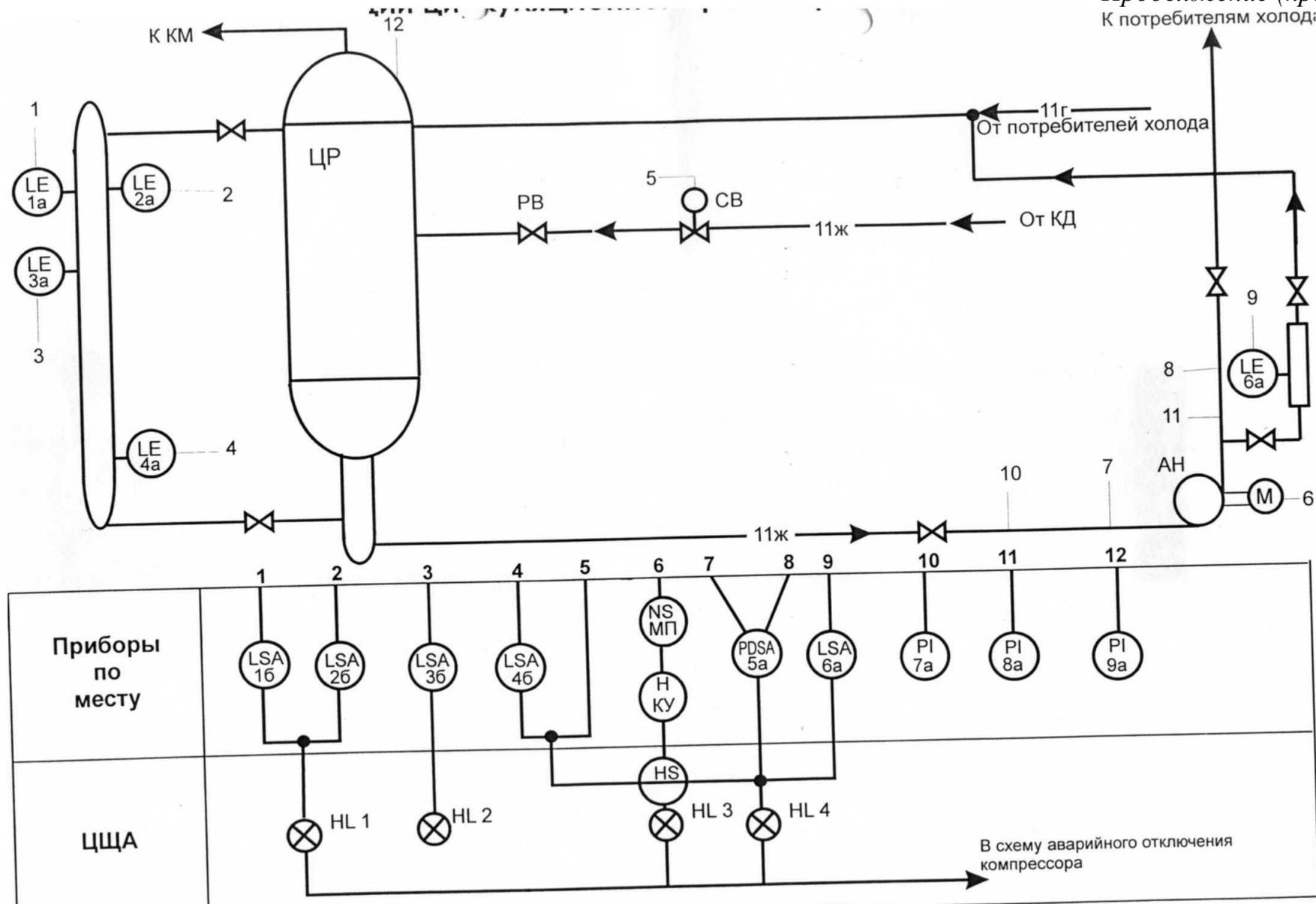


Рис. 43.3. Схема автоматизации циркуляционного ресивера и аммиачного насоса

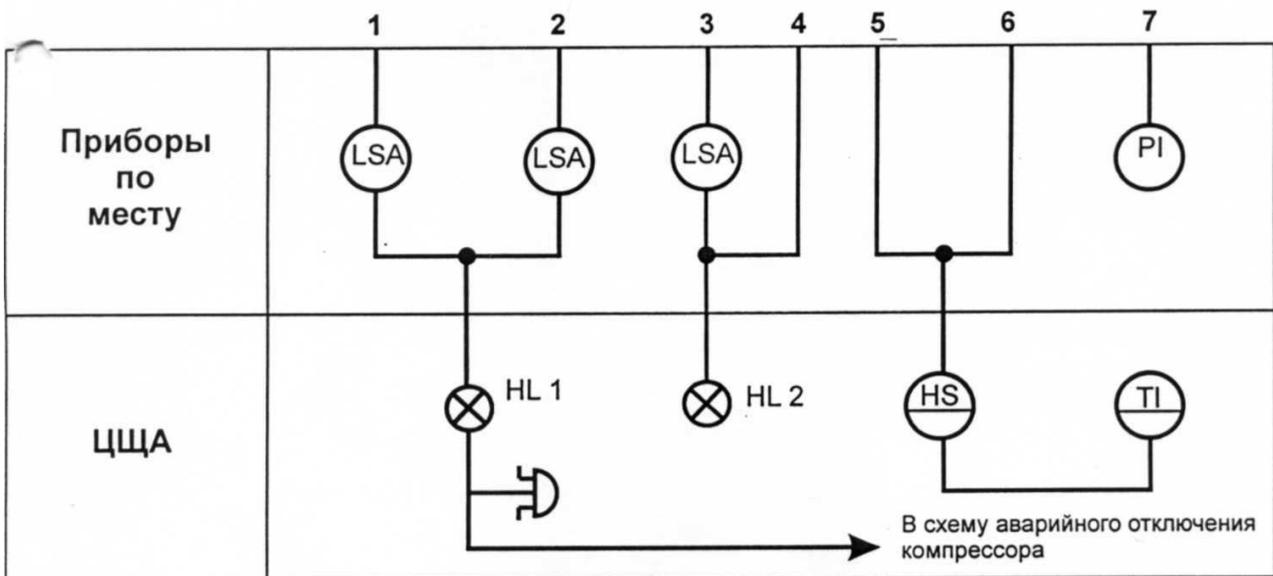
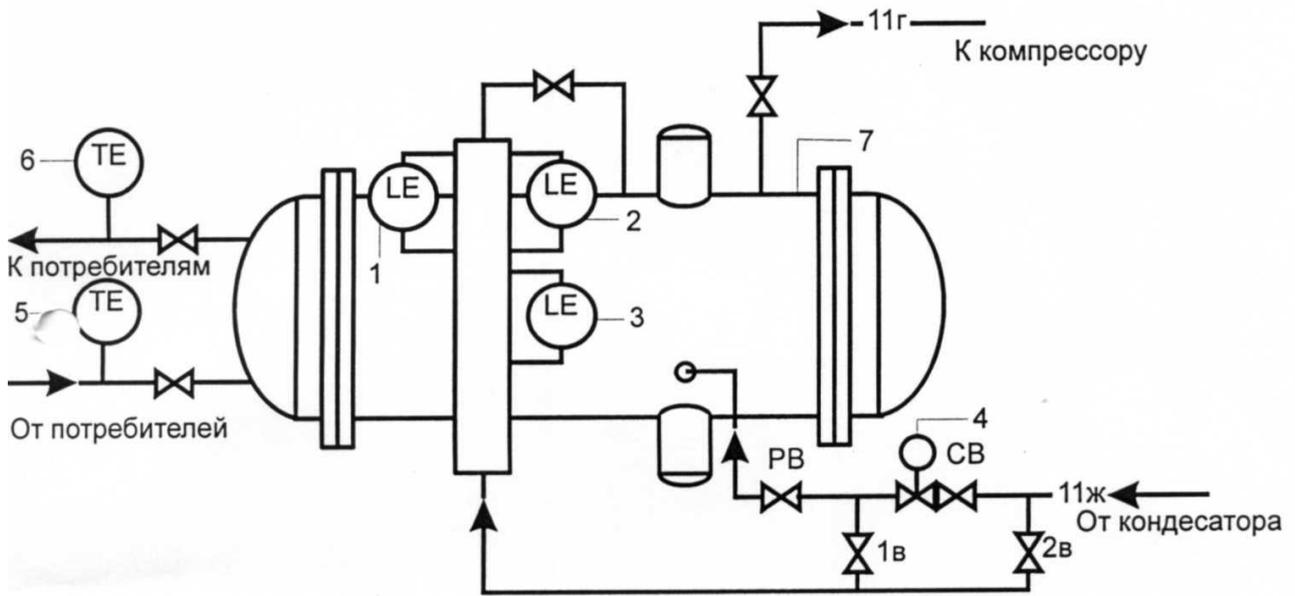
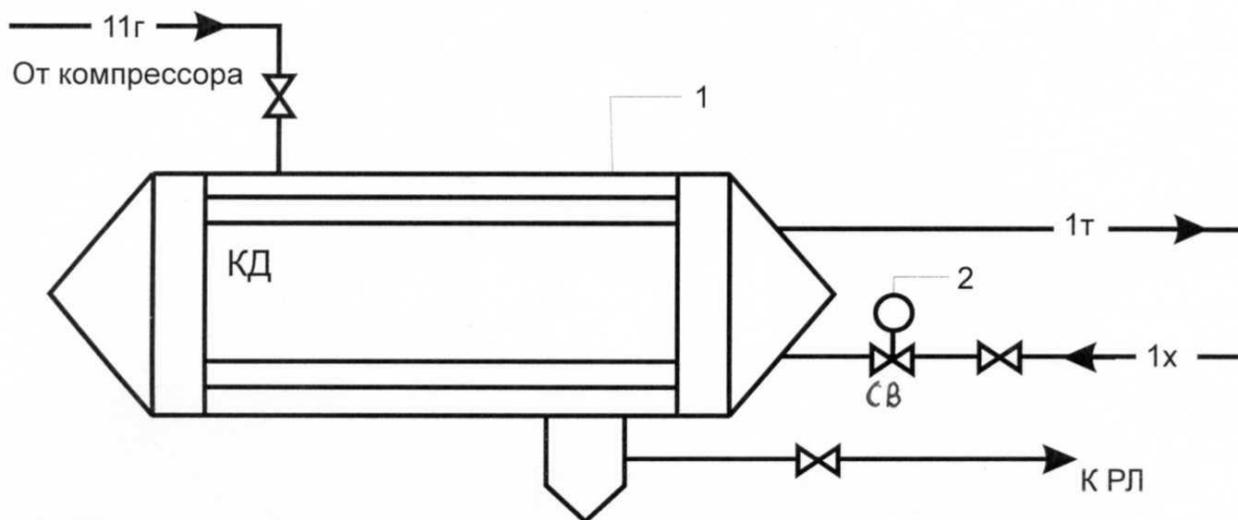


Рис. 43.4. Схема автоматизации кожухотрубного испарителя



	1	2
Приборы по месту		
Сигнализация		 К пульту управления компрессоромкомпрессором

Рис. 43.5 Схема автоматизации кожухотрубного конденсатора

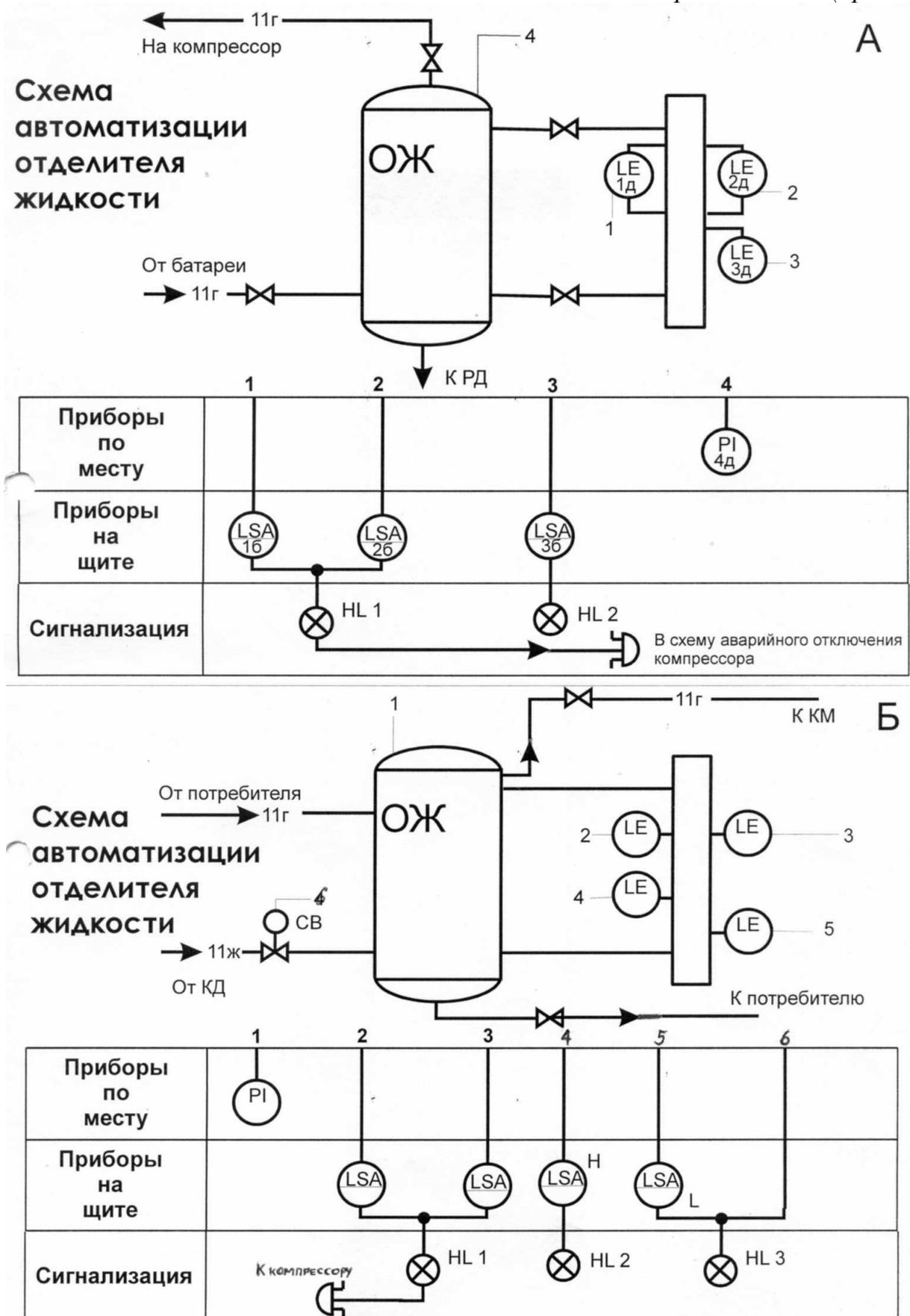


Рис. 43.6 Схема автоматизации отделителя жидкости:

a – схема автоматизации с верхним расположением ОЖ; *б* - схема автоматизации с нижним расположением ОЖ

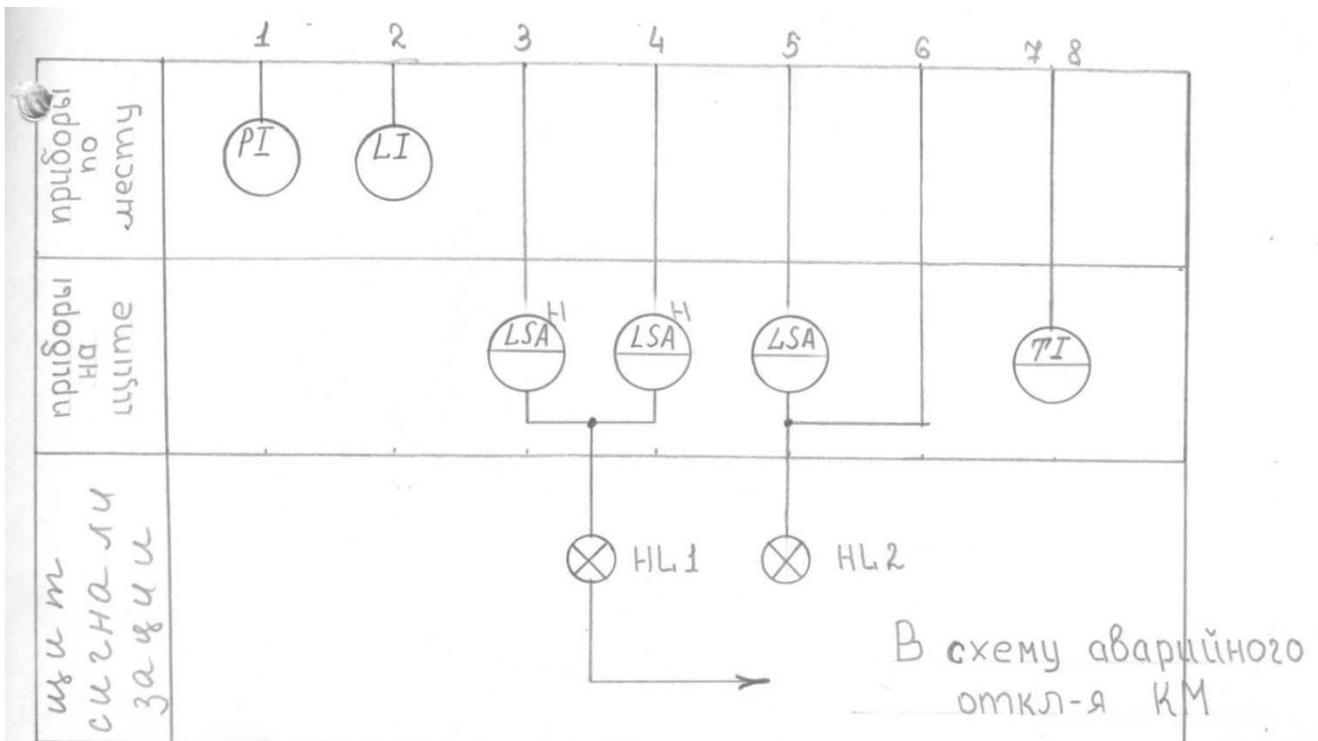
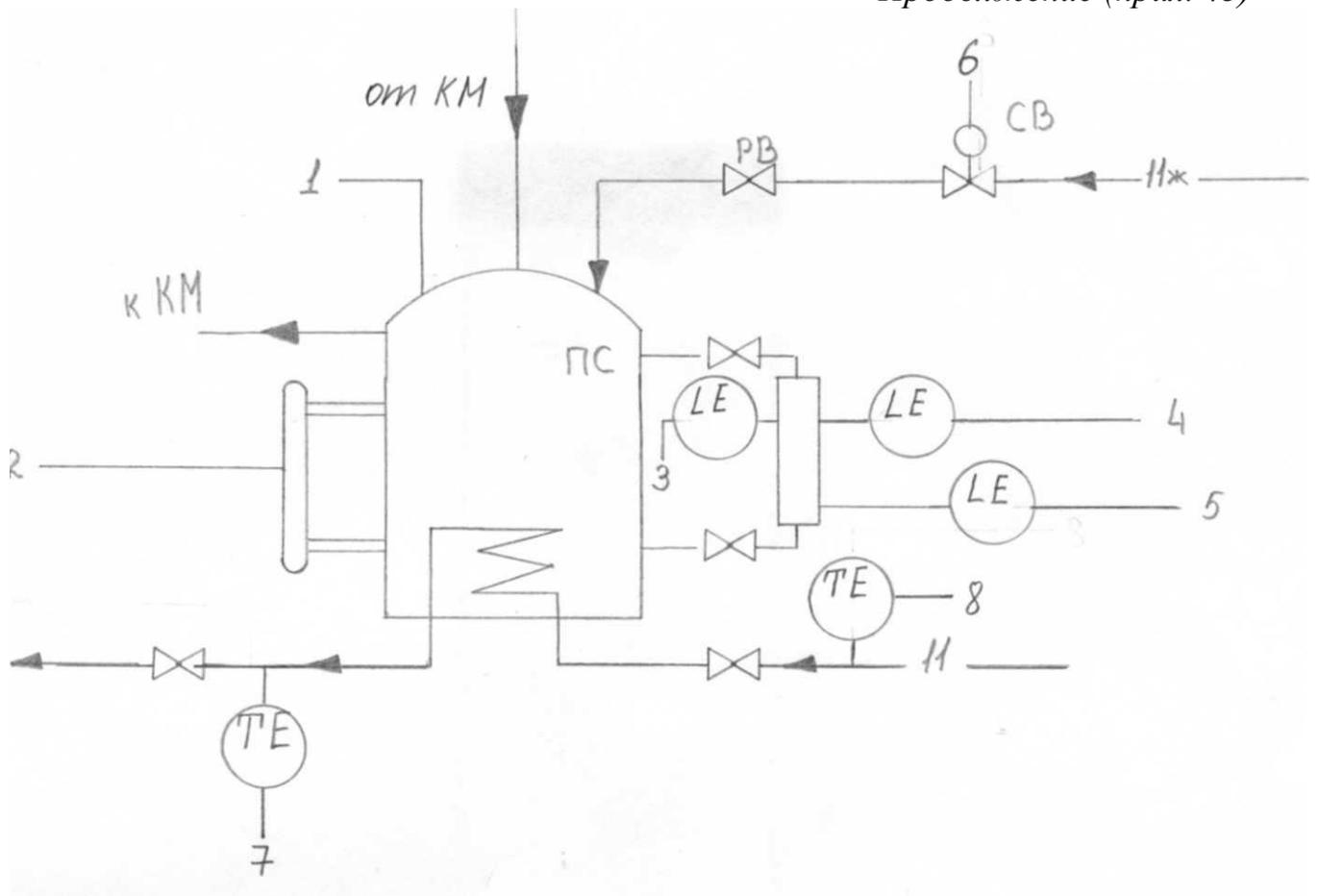
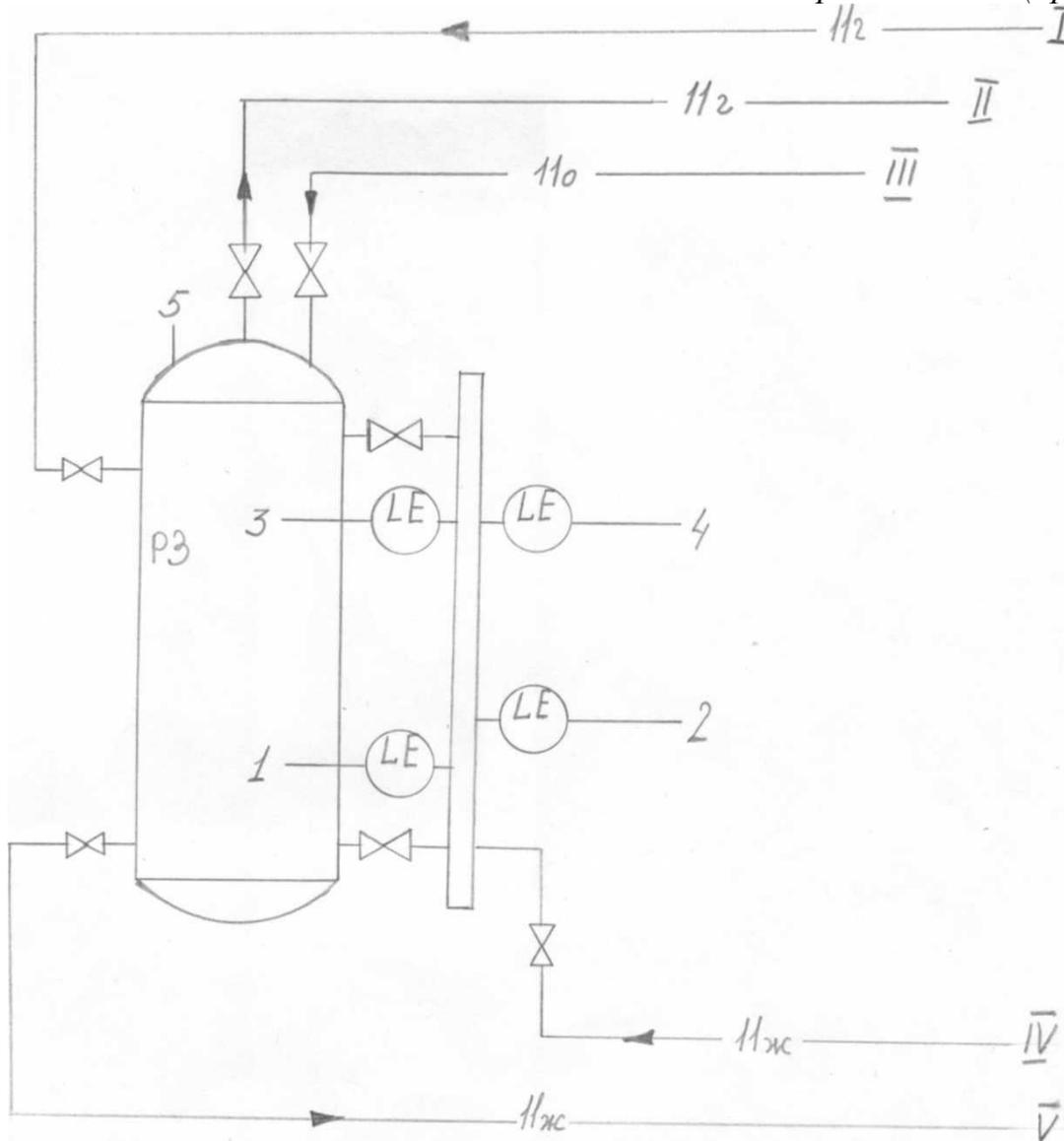


Рис. 43.7 Схема автоматизации промежуточного сосуда.



	1	2	3	4	5
приборы по месту					PI
приборы на щите	LSA L	LSA	LSA	LSA	
ЦЛЦЦА	HL1	HL2	HL3	В схеме аварийного отключения холодильной установки	

Рис. 43.8. Схема автоматизации защитного ресивера

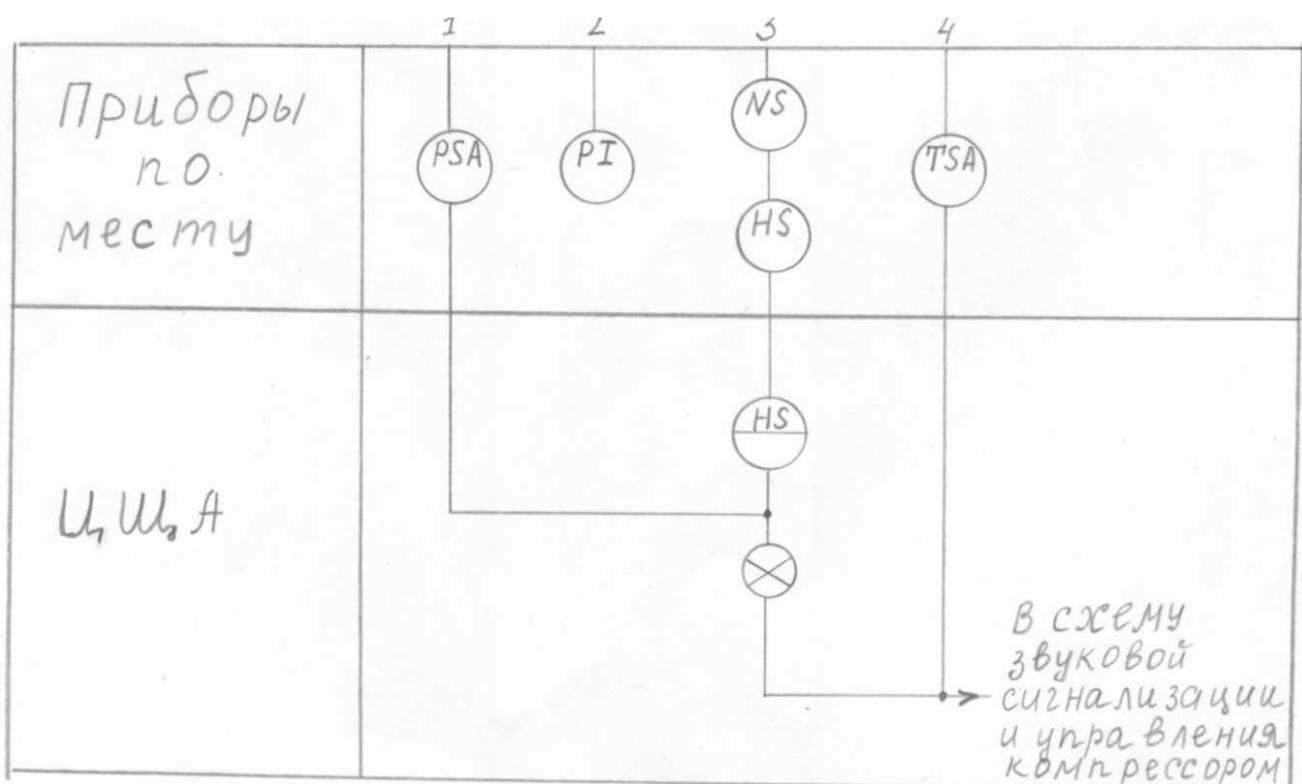
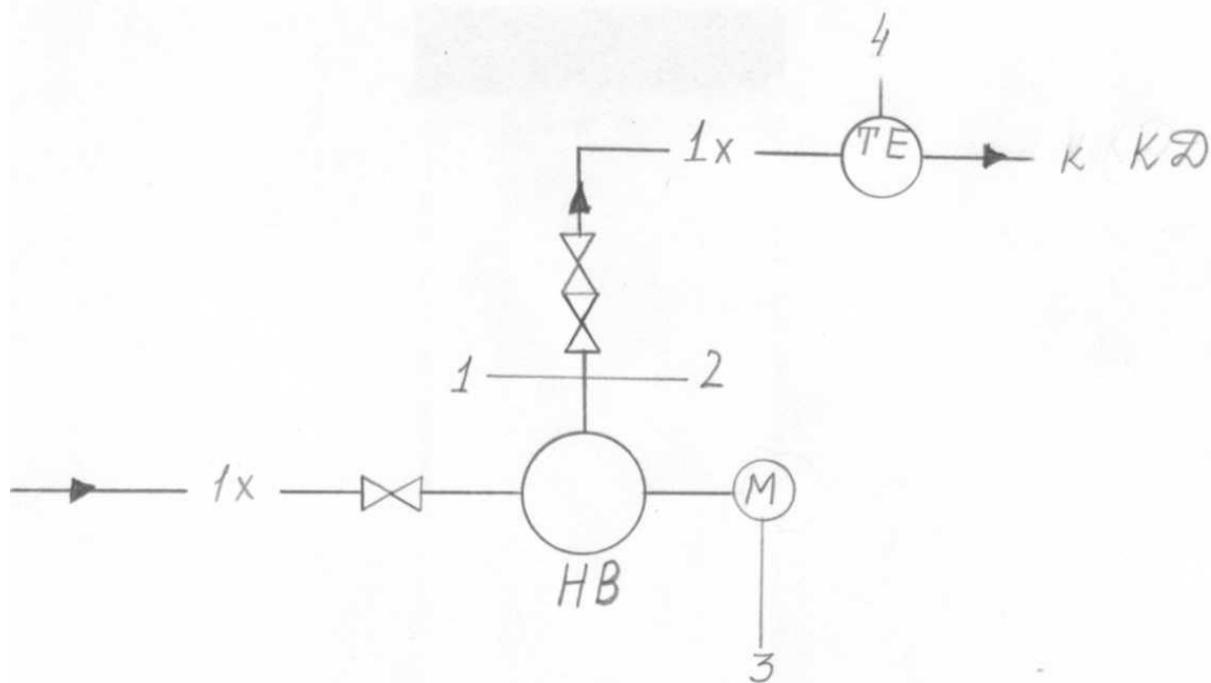


Рис. 43.9. Схема автоматизации водяных (рассольных) насосов

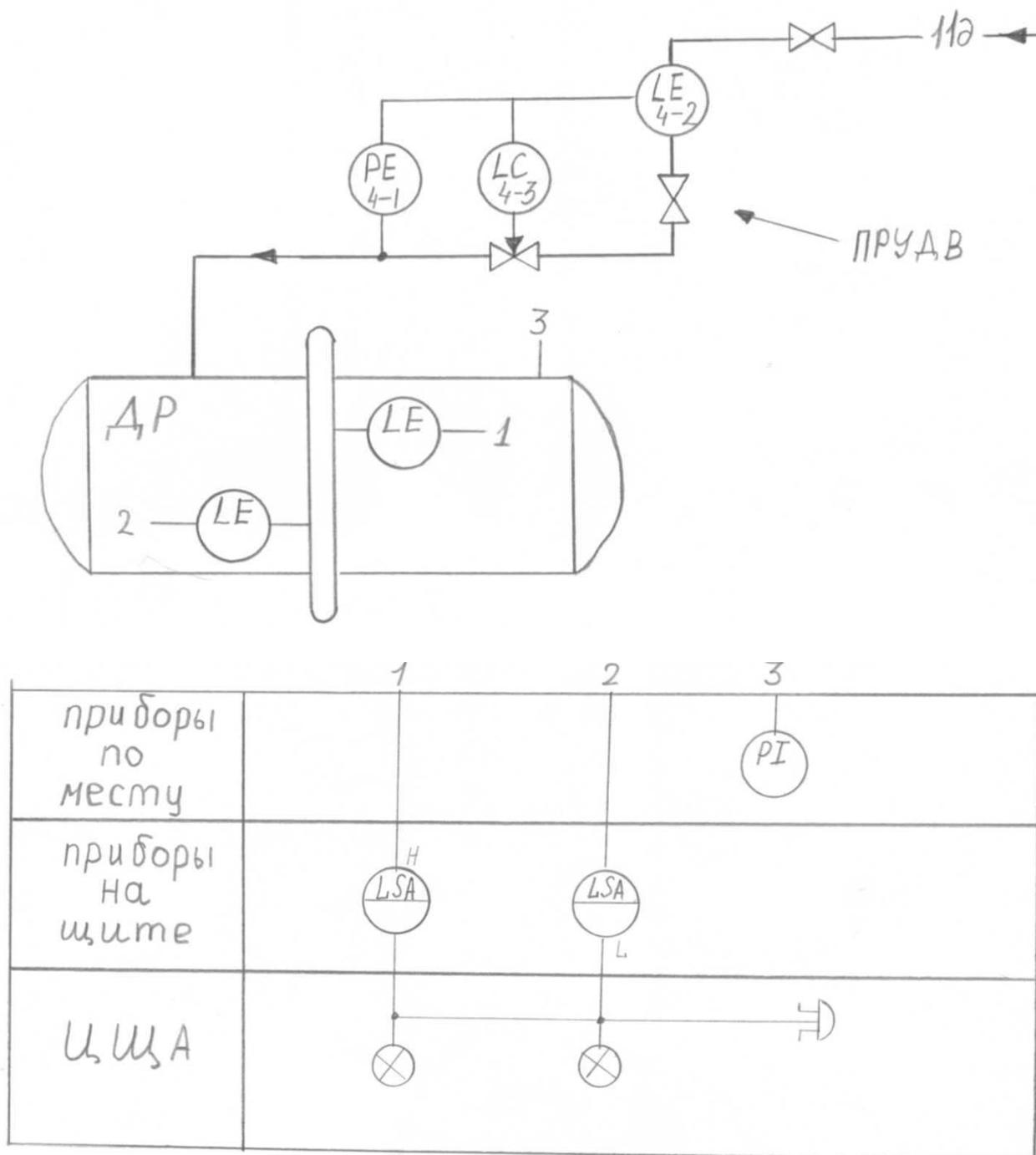


Рис. 43.10. Схема автоматизации узла дренажного ресивера

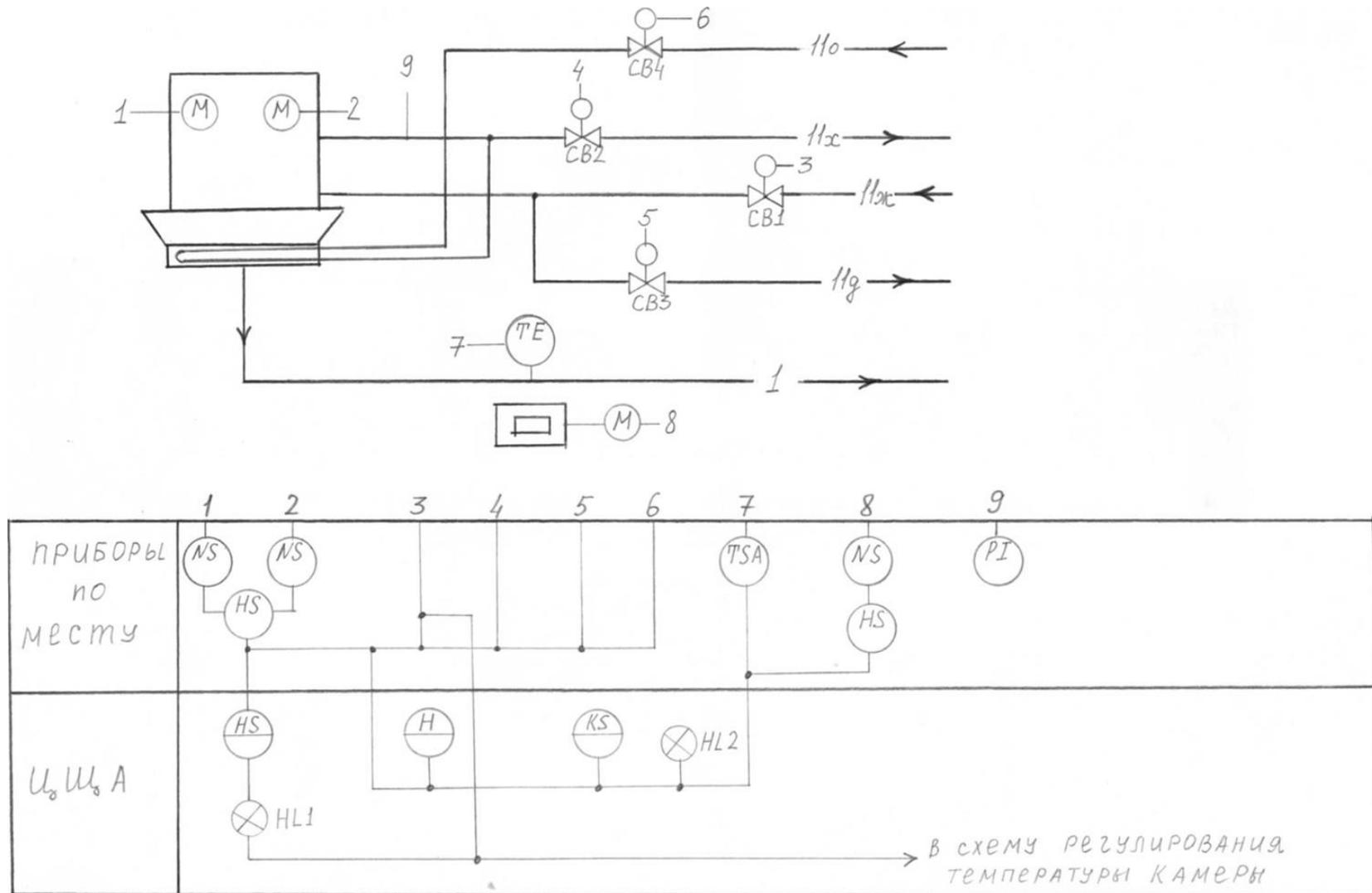


Рис. 43.11. Схема автоматизации процесса оттаивания воздухоохлаждителя горячими парами

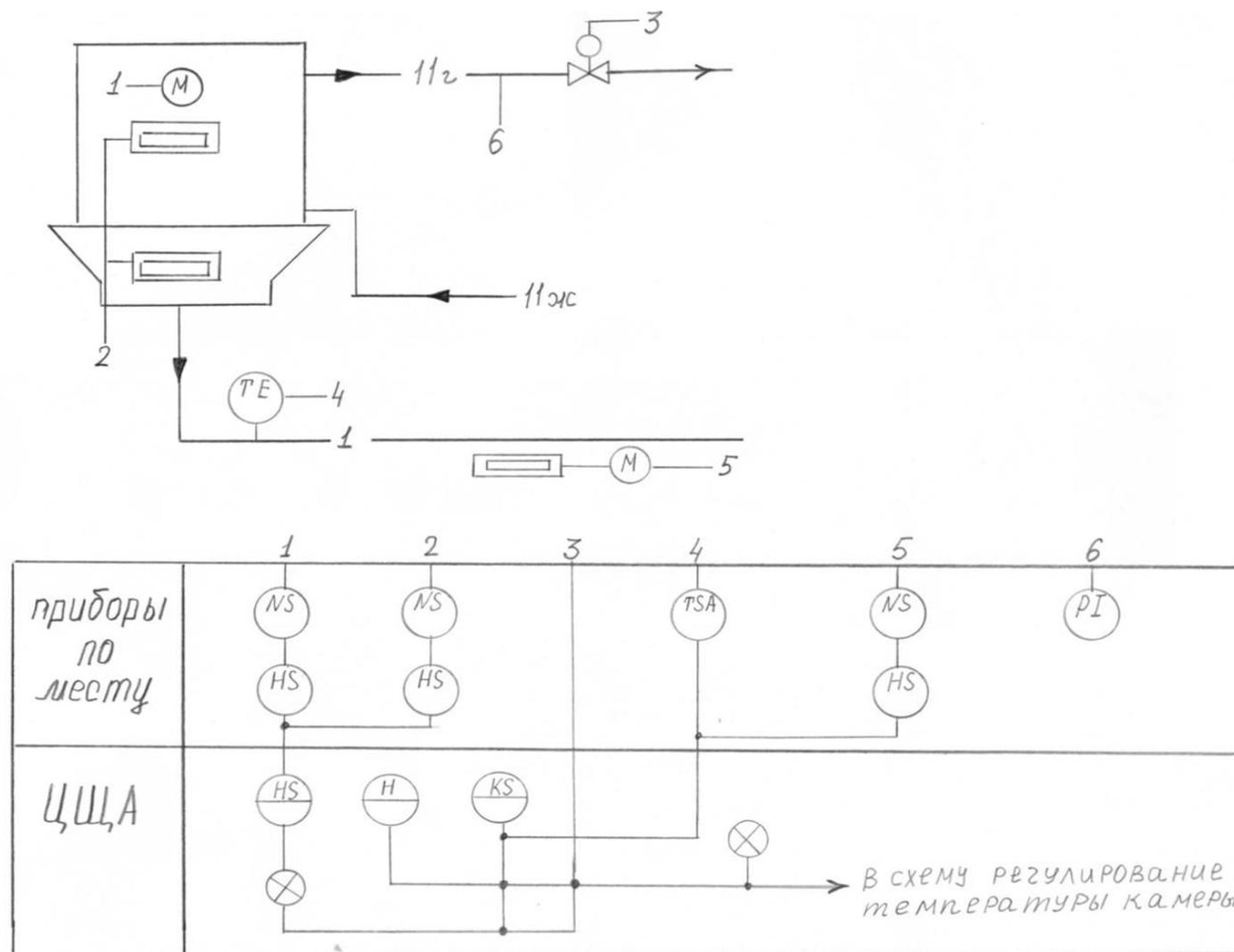


Рис. 43.12. Схема автоматизации процесса оттаивания воздухоохладителя с помощью электронагревателя

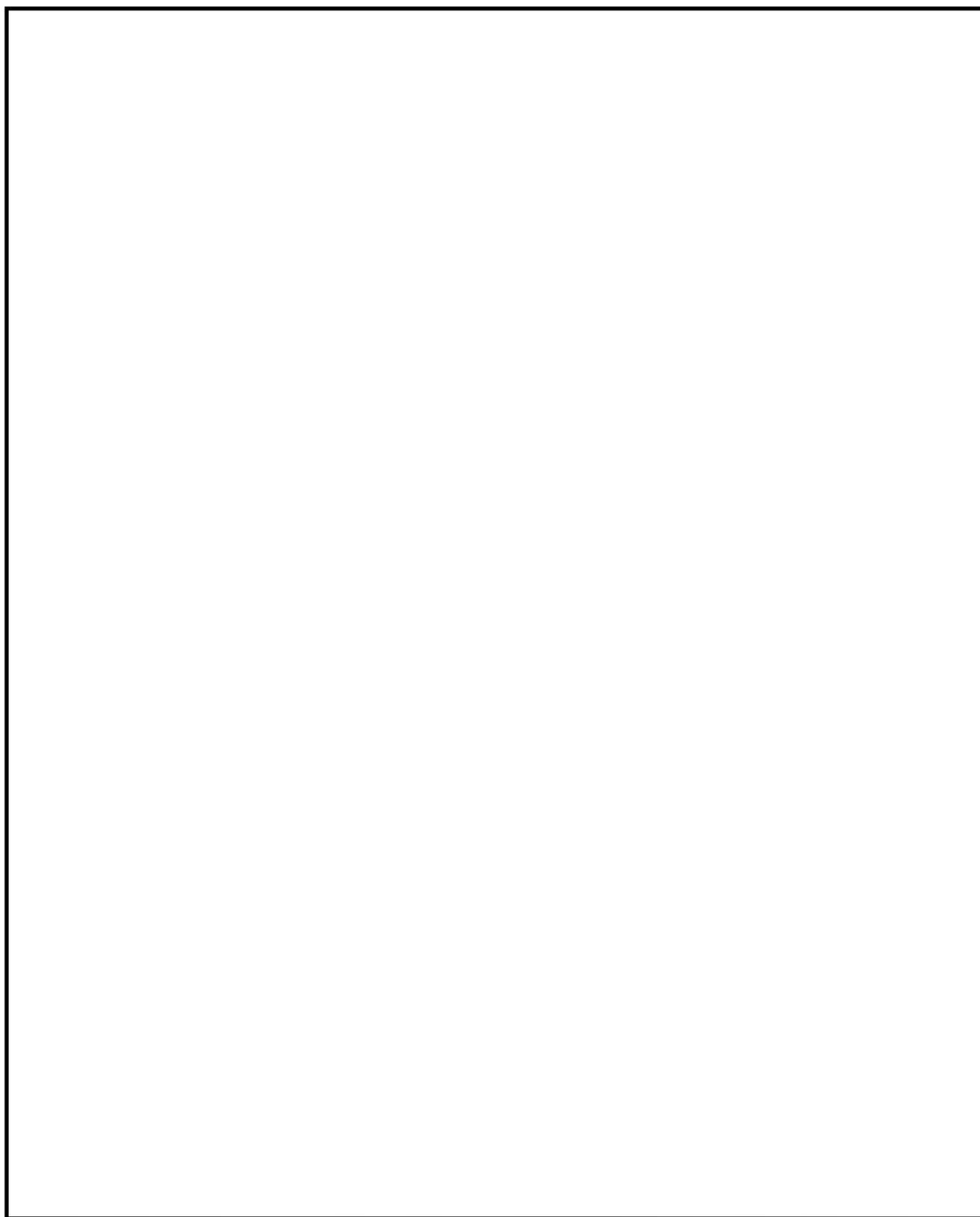
Таблица 44.1

Нормативы численности машинистов холодильных установок на один компрессор

Холодопроизводительность компрессора, кВт (база)	Хладагент	Тип компрессора	Агрегатированных			Моноблочных	
			с ручным управлением		с автоматическим режимом	с ручным управлением	с автоматическим режимом
			не полностью укомплектованных приборами автоматики	укомплектованных приборами автоматики			
35 – 100 (III)	Аммиак	Сальниковый	1,2	0,9	0,38	0,8	0,36
	Хладон	»	1,06	0,85	0,35	0,8	0,3
	»	Бессальниковый	0,98	0,78	0,33	0,7	0,31
115 – 250 (IV)	Аммиак	Сальниковый	1,7	1,2	0,57	1,15	0,52
	Хладон	»	1,5	1,15	0,55	1,1	0,52
350 – 500 (V)	Аммиак	Поршневой	2,0	1,55	0,8	-	-
		Винтовой	1,45	1,15	0,55	1,1	0,51
	Хладон	Поршневой	1,8	1,5	0,75	-	-
		Винтовой	1,32	1,05	0,5	1,0	0,47
600- 1400 (VI)	Аммиак	Поршневой	2,75	2,2	-	-	-
Свыше 1500 (VII)	»	Центробежный	2,45	1,9	-	-	-
	Хладон	»	2,3	1,8	-	1,75	-

Нормативы численности слесарей-ремонтников холодильных установок.

Холодопроизводительность компрессора, кВт (база)	Хладагент	Тип компрессора	На один компрессор, чел.
35 – 100 (III)	Аммиак Хладон	Сальниковый »	0,098 – 0,24 0,062 – 0,138
115 – 250 (IV)	Аммиак Хладон	» »	0,147 – 0,217
350 – 500 (V)	Аммиак Хладон	Поршневой Винтовой	0,45 0,19
600- 1400 (VI)	Аммиак	Поршневой	0,52 – 0,85
Свыше 1500 (VII)	» Хладон	Центробежный »	0,7 0,6



					МФ ФГБОУ ВО БГАУ 15.02.06		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.							
Н. Контр.							
Утв.							

Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

РЕЦЕНЗИЯ
на дипломный проект

Студент (ка) _____

Отделение _____

Специальность _____

Представленный дипломный проект на тему: _____

содержит _____ листов.

Проект по содержанию разделов, глубине их проработки и объему _____ требованиям, предъявляемым к дипломному проекту.

(соответствует, не соответствует)

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

1. Актуальность, значимость темы в теоретическом и практическом плане _____

2. Краткая характеристика дипломного проекта

3. Достоинства дипломного проекта, в которых проявились: самостоятельность студента, уровень теоретической подготовки, знание литературы и т.д.

4. Недостатки дипломного проекта (по содержанию и оформлению).

5. Замечания, предложения и пожелания

Дипломный проект заслуживает _____ оценки.

(отличной, хорошей, удовлетворительной, неудовлетворительной)

Рецензент _____

(фамилия, имя, отчество, должность, место работы)

Дата: « _ » _____ 20 __ г.

Подпись:

Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

ОТЗЫВ

руководителя о дипломном проекте

студента (ки) _____
(фамилия, имя, отчество)

Группа _____

На тему: _____

1. Объем работы: количество страниц _____

2. Цель и задачи дипломного проектирования: _____

3. Соответствие содержания дипломного проекта заданию (полное или неполное):

4. Оценка деятельности студента в период выполнения дипломного проекта (степень добросовестности, работоспособности, ответственности, аккуратности и т.п.):

5. Достоинства и недостатки оформления текстовой части, графического, демонстрационного, иллюстративного, компьютерного и информационного материала. Соответствие оформления требованиям стандартов:

6. Общее заключение и предлагаемая оценка дипломного проекта

Руководитель _____
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Дата: « _ » _____ 20 __ г.

Подпись: _____

Учебное издание

Бохан К.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению дипломного проекта
по специальности
15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация
холодильно-компрессорных машин и установок
(по отраслям)

Учебно-методическое пособие

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 22.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 8,71. Тираж 25 экз. Изд. 5527.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ