

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Солоненко Анна Александровна
Должность: Директор
Дата подписания: 04.06.2026 15:10:30
Уникальный программный ключ:
d9ba9a2cd160ab70421b5337f8b3050e51



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована
ООО «ДКС РУС» по международному стандарту ISO 9001:2015

Факультет высшего образования
Кафедра «Технология продуктов питания
и холодильная техника»

Установки низкотемпературной техники

Методические указания

по курсовому проекту

для обучающихся по направлению подготовки

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Авторы: кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника» ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Дроздов М.М.

Рецензент: доктор технических наук, профессор ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Ковалёв О. П.

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта утверждены на заседании кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника», протокол №2 от 13 марта 2024 г.

Введение. Курсовой проект (КП) является индивидуальной работой студента, завершающей подготовку по специализированным курсам. Проектированием руководит преподаватель, назначаемый распоряжением по кафедре, консультирующий проектанта и утверждающий принятые решения. Кафедра холодильных машин (КХМ) контролирует исполнение графика выполнения КП. Ответственность за принятые технические решения несет исполнитель. С вопросами по организации проектирования обращаться к ответственному за КП.

1. Исходными данными для проектирования является задание кафедры, в котором отражены: место строительства холодильника, его грузовместимость и назначение, производительность замораживающих или льдогенерирующих устройств, холодильный агент и способ его подачи в охлаждающие устройства.

КП состоит из графической части (3 чертежа формата А1) и пояснительной записки (ПЗ).

Оформление графической части и пояснительной записки должно соответствовать требованиям ЕСКД к конструкторской документации.

Все разделы согласовываются и утверждаются руководителем КП и должны содержать: цель и задачу расчета; исходные данные; эскизы рассчитываемого объекта, узла, детали; схему установки; цикл машины в тепловой диаграмме.

2. Содержание пояснительной записки.

2.1. Введение, в котором отражаются основные объемно-планировочные, схемные и конструктивные решения, принятые в проекте.

2.2. Технологический процесс на холодильнике, где разрабатывается технологическая схема, в которой отражаются температурно-влажностные условия приема, хладообработки, хранения и выгрузки продукта.

2.3. Расчет требуемой площади, грузопотоков и подбор средств механизации, разработка планировки холодильника.

Заданная грузовместимость холодильника в % соотношении делится на грузовместимость камер хранения мороженных, охлажденных продуктов и универсальных (обязательных для каждого КП) камер.

В соответствии с принятой грузовместимостью камер, заданным видом продукта, выбранным способом хранения производится расчет требуемой грузовой, строительной площади камер и составляется план холодильника. Принимая коэффициент оборачиваемости (B) холодильника рассчитываются грузопотоки, на основании которых подбираются средства механизации.

2.4. Расчет изоляции. На основании выбранного сопротивления теплопередаче для каждого из ограждений [5.6] рассчитывается толщина изоляционного слоя. Температурные условия до и за ограждением принимаются в соответствии с технологией хранения [5.6] и местом строительства. Пароизоляционный материал выбирают в соответствии со СНиП. Расчет для одной из камер приводится полностью, остальные результаты расчетов сводят в таблицу, форма которой приведена в приложении. Методика проверки правильности решения: толщина изоляции пропорциональна разности температур.

2.5. Расчет теплопритоков. Заключается в последовательном учете всех (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5) тепlopоступлений в охлаждаемые помещения. Для одного из помещений приводится подробный расчет, содержащий все необходимые пояснения. Результаты расчетов для других камер сводятся в таблицы (см. приложение). Необходимо учесть возникающие различия в учете теплопритоков на компрессор и оборудование: отрицательный теплоприток не учитывается; $Q_1^{\text{ком}}$ на компрессор и оборудование учитывается в различной мере; при расчете Q_2 необходимо учесть

различия в массе продукта ($G_{пр}$), подвергаемого термообработке при учете нагрузки на компрессор и оборудование. При расчете Q_4 необходимо учесть мощность вентиляторов воздухоохладителей. Универсальная камера считается дважды при определении суммарных теплопритоков по двум температурным отсекам.

2.6. Подбор оборудования. После расчета t_o и t_k , t_{w1} и t_{w2} определяются параметры циклов, производится подбор: Км, Кд, И, ЛР, ДР, ЦР, МО, МС, ТО, ПС, Н. При выборе оборудования необходимо учесть эксплуатационные особенности (одна база, взаимозаменяемость и т.п.). Раздел должен содержать характеристики выбранного оборудования. Выбранное оборудование размещается на плане холодильника. Размещение оборудования должно соответствовать [5.3., 5.4]. Выбранные и размещенные в плане холодильника охлаждающие приборы должны обеспечивать требуемое воздухораспределение.

2.7. Расчет трубопроводов. Выполняется расчет диаметра и сопротивления движению для одного из всасывающих трубопроводов, приводится эскиз рассчитываемого трубопровода.

3. Графическая часть выполняется на 3^х листах формата А1.

3.1. Лист 1 - план и разрезы холодильника. Строительный чертеж, который должен содержать максимум информации об объемно-планировочных и конструктивных решениях здания и размещении оборудования. Для бытовых помещений предусматривается только их общая площадь. Обозначение листа – вид общий (ВО).

3.2. Лист 2 - схема трубопроводов холодильного агента в машинном отделении должна содержать оборудование, трубопроводы и арматуру, необходимые для безопасной, экономичной, удобной эксплуатации и проведения всех технологических операций. Требования к схемам холодильных установок изложены в НТД [5.3, 5.4, 5.6], в частности, емкость системы или ее частей должна быть минимальной. Расположение оборудования должно соответствовать планировке (лист 1). Необходимо предусмотреть взаимозаменяемость оборудования при выходе из строя любой (кроме ресиверов) единицы оборудования, а также возможность выполнения всех эксплуатационных операций (оттайка, выпуск воздуха и масла, заправка агентом и маслом). На чертеже указываются: диаметр рассчитанного

трубопровода, необходимые уклоны, маркировка. Обозначение листа – чертеж монтажный (МЧ).

Хладоновые системы проектируются иначе аммиачных. Главные отличия – циркуляция масла, минимальные емкости и т.д.

3.3. Лист 3 - схема разводки трубопроводов холодильного агента по холодильнику должна обеспечивать равномерную раздачу хладагента по приборам охлаждения, безопасное и удобное проведение технологических операций. Чертеж выполняют для одной из температур кипения (включая универсальные камеры). В «0^{ВЫХ}» камерах потолочные батареи не устанавливают. Размещение арматуры в камерах АХУ запрещено. На хладоновые установки этот запрет не распространяется, поэтому, обычно, запорная и регулирующая арматура размещается у охлаждающих устройств. В рассольных схемах необходимо предусмотреть возможность оттайки; вентили в камерах ставят. Обозначение чертежа – МЧ.

4. Порядок защиты. Защита КП проводится в комиссии за неделю до окончания семестра. Для защиты КП студент должен представить работу руководителю не позже 3-4 дней до установленного срока.

5. Литература.*

5.1. Колиев И.Д. Судовые холодильные установки.- Одесса: Фенжс, 2009. - 264 с.

5.2. Брайднрт Г.-Й. Проектирование холодильных установок. Расчеты, параметры, примеры. М.: Техносфера, 2006.-336с.

5.3. ПБ 09-595-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.. Утв. Госгортехнадзор. 03 г.

5.4. ПОТРМ 015-2000 Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок, 2001 г.

5.5. ПБ 09-592-03; ПБ 03-585-03; ПБ 03-582-03; ПБ 03-576-03 - Правила устройства и безопасной эксплуатации

5.6. СНиП 2.11.02-87, СНиП 23-01-99, СНиП 3.05.05-84.

6. Приложения

Результаты расчета толщины изоляции.

Табл.1

Камера	Ограждение	Расчетная наружная температура	R _{расч}	δ _{расч}	R _{действит}	δ _{действит}	Расход изоляции, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8

Результаты расчета теплоступлений, из-за разницы температур. Табл. 2

Камера, $t_{\text{внутр}}$	Ограждение	$F_{\text{огр}},$ м^2	$t_{\text{н}},$ $^{\circ}\text{C}$	Δt	$K,$ $\text{Вт/м}^2\text{K}$	$\Delta t_{\text{с}},$ $^{\circ}\text{C}$	$Q_1,$ Вт	$Q_{\text{сол}},$ Вт	$Q_1 + Q_{\text{сол}},$ Вт		Примечание
									на компрессор	на оборудован.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ИТОГО по камере или температурному отсеку											

Результаты расчета теплопритока от продукта

Табл.3

Номер камеры	Грузовместимость, т	Кол-во, термо-обрабатываемого продукта, т	$t_{\text{нач}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{кон}},$ $^{\circ}\text{C}$	$i_{\text{нач}},$ кДж/кг	$i_{\text{кон}},$ кДж/кг	Δi	$Q_2, \text{Вт}$		Примечание
								на компрессор	на оборудован.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Результаты расчета теплопритока от вентиляции.

Табл.4

Камера, $t_{\text{кам}}$	$V_{\text{стр}},$ м^3	$t_{\text{нар}},$ $^{\circ}\text{C}$	Энтальпия воздуха, кДж/кг		Δi	Кратность воздухообмена.	$Q_3, \text{Вт}$		Примечание
			наруж	внут			на компрессор	на оборудован.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Результаты расчета эксплуатационных теплопритоков.

Табл. 5

Камера	n	$Q'_{\text{4}},$ Вт	B	$Q''_{\text{4}},$ Вт	A	$Q'''_{\text{4}},$ Вт	N, Вт	$Q''''_{\text{4}},$ Вт	$Q_4, \text{Вт}$		Примечание
									на компрессор	на оборудован.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											

Некоторые типичные ошибки.

1. Во фреоновых системах не обеспечивается циркуляция масла..
2. На планировке отсутствует оборудование за пределами машинного отделения.
3. На разрезах отсутствуют двери, колонны, оборудование.
4. Неверно учитывается $Q_{1\text{солн.}}$ на компрессор и оборудование.
5. Невозможно выполнить оттайку или заправку хладагентом и маслом, выпуск воздуха.
6. На чертежах нет номеров позиций оборудования.
7. Неверно учтена масса продукта при расчете Q_2 .
8. Неверно рассчитан Q_1 для необогреваемого пола.
9. Нет взаимозаменяемости оборудования.
10. Патрубки оборудования не соответствуют паспорту.
11. Нет обоснования выбора параметров цикла.
12. Параметры цикла отличается от аналогичных величин при подборе оборудования.
13. Отсутствуют КИП и ПАЗ на сосудах и аппаратах.
14. Трубопровод отсоса из МС, воздухоотделителя и пр. подключен после ОЖ.
15. Невозможно обеспечить равномерность подачи хладагента в батареи, когда их более 3.
16. Отсутствуют сведения о защите грунта от промерзания.
19. Дальноточность струи воздухоохладителя недостаточна для камеры.
20. Отсутствует ПК на коллекторе горячего пара, ОК за компрессорами и насосами.

Типичные вопросы при защите КП.*

1. Почему принята та или иная конструкция холодильника ?
2. Как осуществляются погрузо-разгрузочные работы ?
3. Что предусмотрено в проекте для уменьшения установленной производительности оборудования ?
4. Что предусмотрено в проекте для уменьшения усушки продукта ?
5. Как обеспечивается подача необходимого количества хладагента в различные И ?
6. Как выполнить очистку теплообменных поверхностей ?
7. Как осуществляется циркуляция масла по системе (для фреоновых систем) ?
8. Как произвести оттайку конкретных охлаждающих устройств ?
9. Каковы требования к монтажу нагнетательного (всасывающего) трубопровода ?
10. Как обеспечить при монтаже вертикальность и горизонтальность оборудования ?
11. Как выполнить проверку работоспособности ПРУ ?
12. Как обеспечивается поддержание уровня масла в картере компрессора ?
13. Как определить требуемое количество соли, добавляемой в систему ?
14. Как уменьшить образование водяного камня в трубах конденсатора ?
15. Как локализовать аварийную ситуацию, вызванную разгерметизацией оборудования ?
16. Как осуществляется поддержание температуры в универсальной камере ?
17. Где расположены датчики системы контроля уровня загазованности ?
18. Как работает установка при выходе из строя того или иного оборудования ?
19. Как выполняются технологические операции ?
20. Как рассчитывается система вентиляции машинного отделения ?

* **Примечание.** Все вопросы относятся к конкретно защищаемому проекту.

Примеры заполнения поля чертежей КП

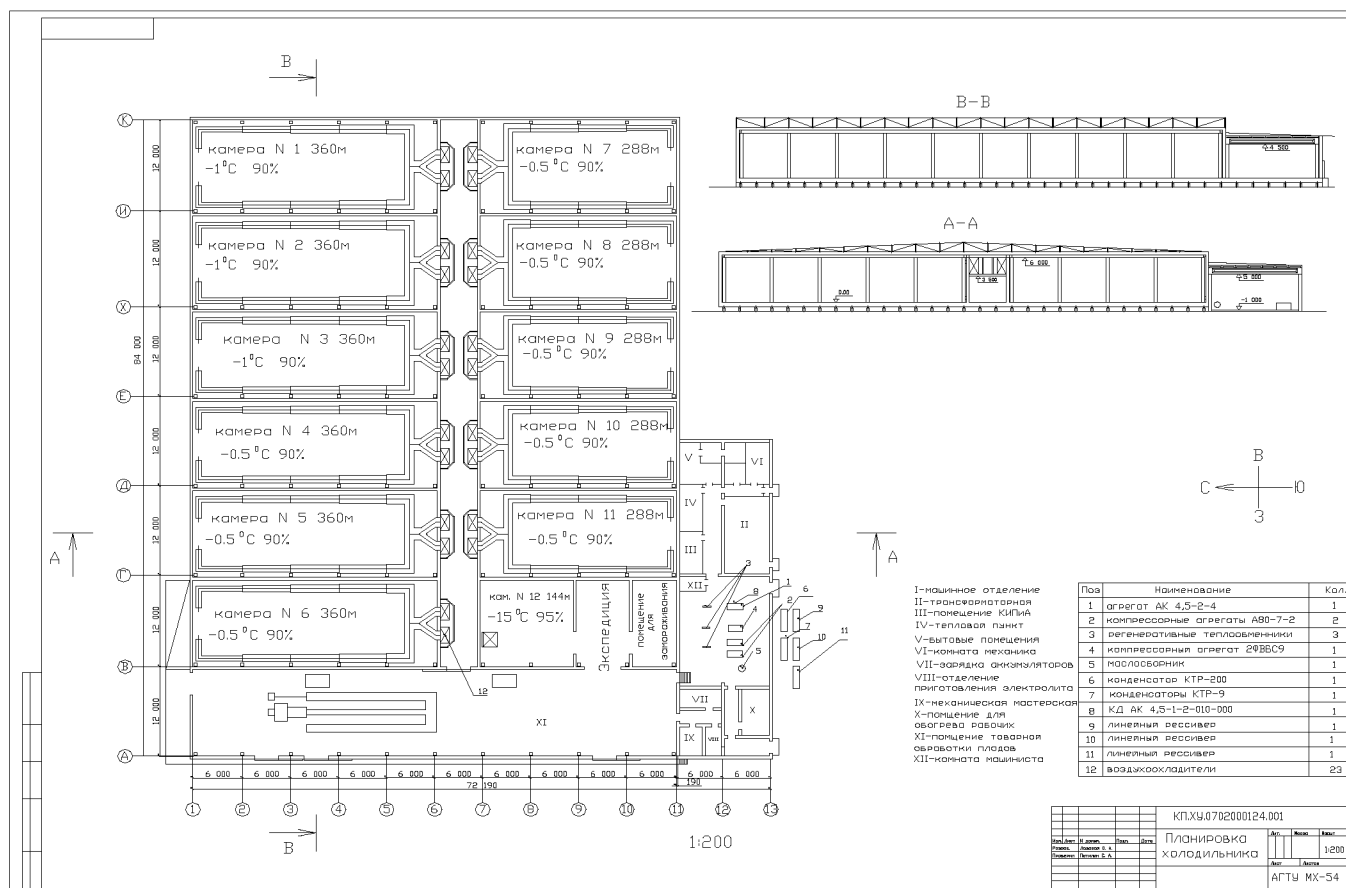
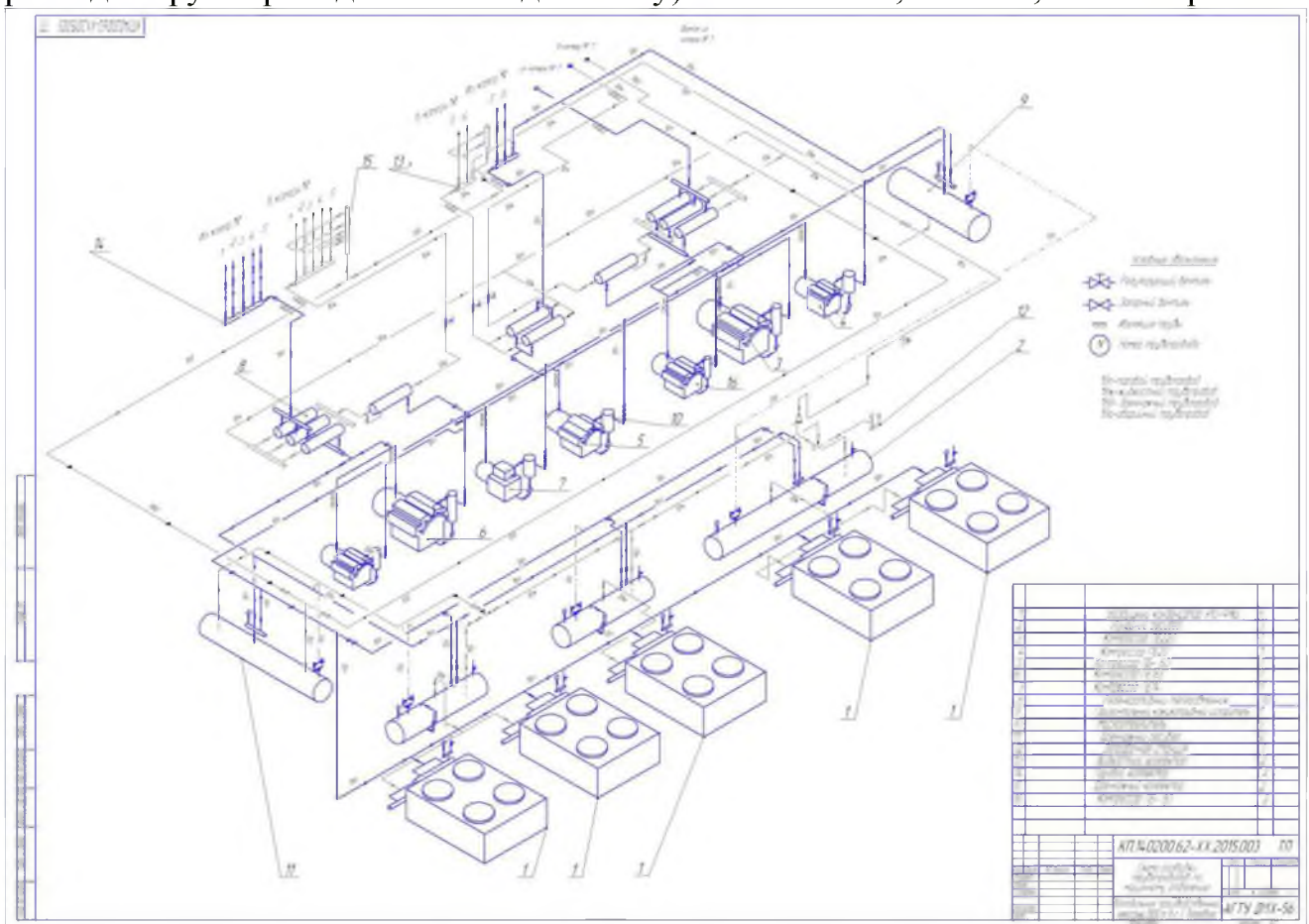
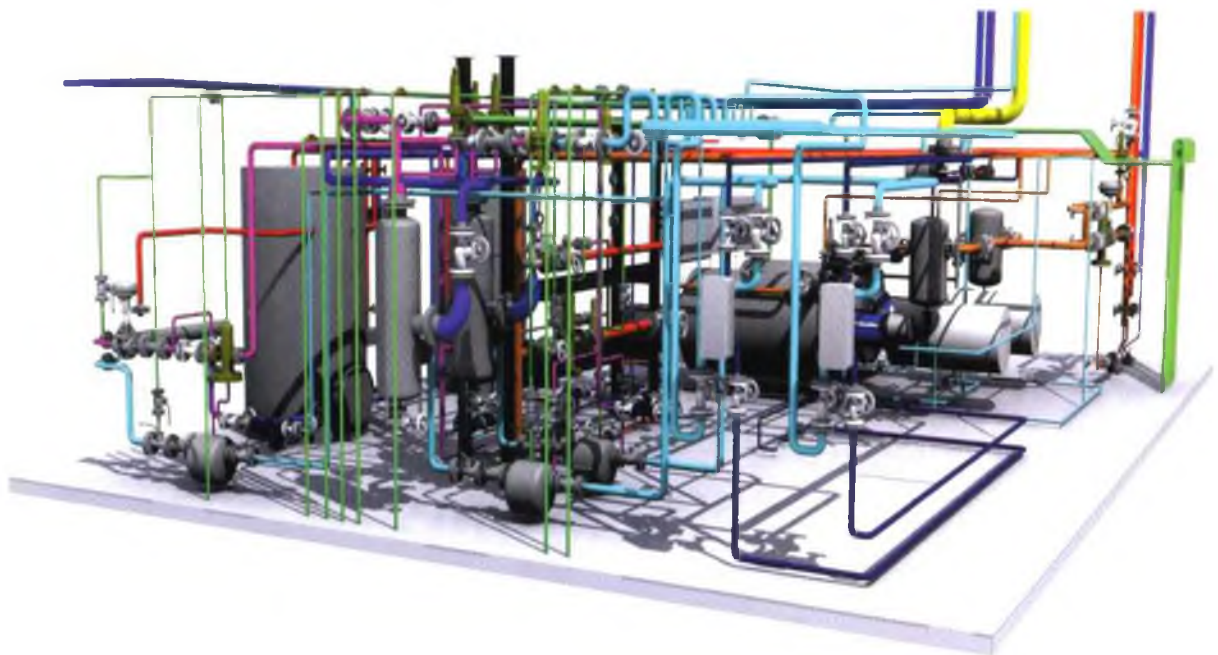


Схема трубопроводов холодильного агента в машинном отделении (а также разводка трубопроводов по холодильнику) выполняется, обычно, в изометрии:



В настоящее время все большее применение находит «твердотельное моделирование». Модель трубопроводов представлена на следующем рисунке:



Подобная модель машинного отделения выполняется по желанию; в обязательном порядке разрабатывается трехмерная модель разводки трубопроводов по холодильнику.