Данный проект холодильной установки хладокомбината емкостью 4000 т в городе Москва, содержит разработанную схему холодильной установки. Схема аммиачная насосно-циркуляционная двухступенчатая с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением жидкого холодильного агента в змеевике промежуточного сосуда.

В пояснительной записке дано обоснование выбора системы охлаждения, температурных режимов работы, выбрана планировка холодильника, компрессорного цеха и вспомогательных помещений. Рассчитаны теплоизоляционные слои и теплопритоки для подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования.

В специальной части разработана технология производства газирования пищевых продуктов.

Планировка компрессорного цеха осуществлялась с учётом технике безопасности предъявляемые к аммиачным холодильным установкам. Выбор оборудования также осуществлен с необходимостью безопасного эксплуатации и долгосрочного применения в холодильной установке.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение………………………………………………………………………...5

1 Технико-экономическое обоснование проекта……………………………6

2 Конструкторско-технологический раздел………………………………...8

2.1 Планировка холодильника………………………………………………..8

2.2 Расчёт толщины теплоизоляционного слоя ограждающих конструкция холодильника………………………………………………………………………….15

2.2.1 Расчёт теплоизоляционного слоя наружной стены…………………...15

2.2.2 Расчёт теплоизоляционного слоя покрытия охлаждаемых камер….17

2.2.3 Расчёт теплоизоляционного слоя пола охлаждаемых камер………18

2.2.4 Расчет теплоизоляционного слоя внутренней стены в коридор…..19

2.2.5 Расчёт теплоизоляционного слоя перегородок между камерами…...21

2.3 Расчет теплопритоков в охлаждаемые помещения…………………..24

2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции………….24

2.3.2 Расчёт теплопритоков при холодильной обработки……………….31

2.3.3 Расчёт эксплуатационных теплопритоков…………………………...33

3 Расчёт и выбор оборудования…………………………………………….38

3.1 Определение режима работы холодильной установки………………38

3.2 Расчет и подбор камерных приборов охлаждения……………………39

3.3 Расчет и подбор компрессорных агрегатов…………………………….46

3.4 Расчёт и подбор конденсаторов…………………………………………59

3.5 Расчёт и подбор циркуляционных ресиверов…………………………..60

3.6 Расчёт и подбор линейного ресивера…………………………………..63

3.7 Расчёт и подбор дренажного ресивера…………………………………64

3.8 Расчёт и подбор маслоотделителя и маслосборника………………...65

3.9 Расчет и подбор градирни……………………………………………….66

3.10 Расчёт и подбор водяных насосов…………………………………….67

3.11 Расчёт и подбор аммиачных насосов………………………………...67

3.12 Расчёт и подбор трубопроводов………………………………….......68

4 Описание схемы холодильной установки…………………………….....69

4.1 Заполнение системы аммиаком…………………………………………71

4.2 Удаление масла из системы…………………………………………….71

4.3 Оттаивание снеговой шубы…………………………………………….72

5 Специальная часть. Разработка технологии газирования пищевых продуктов…………………………………………………………………………….73

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Разраб.

Патраков Р.В.

Провер.

Усов А.В.

Реценз.

Усов А.В.

Н. Контр.

Иваненко О.В.

Утверд.

Усов А.В.

Проект хладокомбината ёмкостью 4000 тонн в городе Москва

Лит.

Листов

89

КемТИПП МФ ХМ-121

5.1 Газирование соков……………………………………………………….74

5.2 Газирование безалкогольных напитков………………………………...76

5.2.1 Приготовление сахарного сиропа……………………………………78

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

5.2.2 Приготовление сахарного колера…………………………………….79

5.2.3 Насыщение напитков диоксидом углерода, розлив, бракераж, наклейка этикеток и передача готовой продукции на склад………………………80

5.3 Газирование мороженого…………………………………………………82

Заключение……………………………………………………………………83

Список используемой литературы…………………………………………...84

Приложение…………………………………………………………………...85

**ВВЕДЕНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Искусственный холод – это холод, получаемый человеком в любое время года. Он является неотъемлемой частью как промышленных так и пищевых предприятий, помогает сохранять качество пищевых продуктов и увеличивает продолжительность их хранения.

На предприятиях пищевой промышленности проводят ряд мероприятий, направленных на использование и получение искусственного холода: решение проблем энергозатрат, повышения уровня надежности и безопасности холодильных установок, создания систем автоматизации на базе микропроцессорной техники, создания холодильного оборудования, работающего на озонобезопасных хладагентах, внедрение современного оборудования, замена и модернизация устаревшего оборудования.

Холодильник — это промышленное предприятие, предназначенное для ох­ла­ждения, замораживания и хранения скоропортящихся продуктов. Теплота и влага от наружного воздуха стремятся проникнуть внутрь, для этого при проектировании холодильного предприятия предусматривают тепло – влагоизоляцию и комплекс мер, для устранения этих явлений.

Основное назначение холодильного предприятия в пищевой промышлен­но­сти является создание оптимальных условий, для обеспечения сохранности скоро­портя­щихся продуктов животного и растительного происхождения. Решение данного вопроса сводится к созданию непрерывной холодильной цепи, т. е. ком­плекса технических средств, обеспечивающих непрерывное воздейст­вие низких тем­ператур на скоропортящиеся продукты, начиная с момента их про­изводства (или заго­товки) до их потребления.

Большой грузовой объем и необходимость проведения погрузо-разгрузочных работ, требуют широкого применения всех видов транспортных средств: автомобильный, железнодорожный, водный.

Холодильники можно классифицировать по назначению: производственные, базисные, распределительные, портовые, торговые, транспортные, домашние (бытовые). Каждый из них имеет свои особенности, достоинства и недостатки, которые приходится учитывать при проекти­ро­вании и эксплуатации. Данная классификация наиболее полно отражает особенно­сти ра­боты холодильников и их оборудования.

К холодильникам предъявляются высокие санитарные требования.

В настоящее время, применение искусственного холода нашло своё большее применение в пищевой промышленности, благодаря ему, мы можем охлаждать, замораживать и хранить скоропортящиеся продукты.

Задачей данного дипломного проекта является проектирование хладокомбината емкостью 4000 тонн в городе Москва.

Специальная часть проекта заключается в разработки технологии газирования пищевых продуктов.

**1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

В данном дипломном проекте разработан проект хладокомбината ёмкостью 4000 т. расположенном в городе Москва Московская область.

Москва – столица Российской Федерации, крупнейший по численности город России и её субъект — 12 330 126  человек, центр Московской городской агломерации.

Географические координаты города Москвы: 55º45’13 северной широты, 37º36’93 восточной долготы. [18]

В тёплое время года преобладают Северо-Западные ветра, в холодный период Юго-Западные. Абсолютная максимальная температура воздуха в летний период составляет 38ºС, среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца составляет 73%, среднемесячная температура самого жаркого месяца составляет 17,5ºС, среднемесячная температура составляет 5,4ºС.

Хладокомбинатом называют распределительный холодильник, имеющие производственные цехи: производство мороженого, водного и сухого льда, фасовка масла и др.

На хладокомбинате в камерах хранения замороженной продукции хранятся следующие виды продуктов: мясо, рыба, мясо птицы, полуфабрикаты, ягоды, мороженое при *t****кам*** = –18…-25 оC, в универсальных камерах: при *t****кам*** = -2…+4 оC хранится молочная, маргариновая, консервная продукция, свежие овощи и фрукты, при *t****кам*** = –18…-25 оC те же продукты, что в камере хранения замороженной продукции.

В проектируемом хладокомбинате в городе Москва, при холодильной обработке, необходимо поддерживать определенные температуры в холодильных камерах:

* камера замораживании: *t****кам*** = –30 оC, так как продукты поступают в охлажденном или подмороженном состоянии. На подвесных путях замораживают: баранину – в тушах, мясо – в полутушах и четвертинах;
* камера хранения замороженных продуктов: *tкам*= –20оC, замороженные продукты хранят в штабелях, сохранение качества и массы замороженных продуктов зависит от относительной влажности и циркуляции воздуха;
* камера дефектных грузов: *tкам*= –20оC;
* универсальные камеры: *tкам* = 0/–20оC, потому что камеры носят сезонный характер, для хранения сыра и сливочного масла соответственно;
* накопительная камера: *t****кам*** = 0 оC, данная камера служит промежуточным звеном между выгрузкой продукта с транспорта и камерой замораживания;
* экспедиционная камера: *t****кам*** = 0 оC.

Необходимые температурные режимы в камерах хладокомбината будут поддерживаться с помощью аммиачной двухступенчатой насосно-циркуляционной схемы непосредственного охлаждения с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением холодильного агента в змеевике промежуточного сосуда. Подача холодильного агента в приборы охлаждения происходит при помощи насосов, установленных под циркуляционными ресиверами типа РД, не совмещающие функции отделителя жидкости. Применение насосов позволяет увеличить значение кратности циркуляции холодильного агента, обеспечить сухой ход компрессора и влажный ход испарителя, усилить циркуляцию жидкости, что позволяет увеличить эффект саморегулирования подачи в приборы охлаждения и улучшить их теплоотдачу.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Выбор винтовых маслозаполненных компрессоров осуществлен необходимостью отвести большое количество теплоты от охлаждаемых камер. Поршневые компрессора в данном случае будут менее эффективны. Винтовые компрессора имеют следующие преимущества по сравнению с поршневыми: отсутствие клапанов, поршневых колец, сопрягаемых быстроизнашивающихся деталей, исключается гидроудар, благодаря чему увеличивается срок службы компрессора.

Охлаждение камер будет осуществляться при помощи воздухоохладителей и батарей. Воздухоохладители установлены в: камерах хранения замороженной продукции (для хранения птицы), камерах замораживания, универсальных камерах (для хранения сливочного масла и сыра), экспедиционной камере, накопительной камере, камере дефектных грузов - для этих камер характерна интенсивная циркуляций воздуха. В камерах хранения замороженных продуктов, предназначенных для хранения мяса установлены пристенные и потолочные батареи. Достоинством батарей является небольшая усушка по сравнению с воздухоохладителями.

Подбор горизонтальных кожухотрубных аммиачных конденсаторов с водяным охлаждением осуществлен необходимостью отвода теплоты от хладагента к общей для холодильной установки окружающей среде, достаточно большом количестве чистой и мягкой воды при возможном расширении хладокомбината.

Применение циркуляционных ресивером марки РД не совмещающих функцию отделителя жидкости, позволяет осуществить сухой ход компрессора (возможность избежать гидроудара), обеспечить равномерную подачу холодильного агента из-за наличия жидкостного стояка и аммиачных насосов.

Применение нижней подачи в приборы охлаждения позволит обеспечить влажный ход испарителей, выполнение верхней разводки трубопроводов позволит избежать конденсации холодильного агента в “мешках” труб, избежав гидроудара, что позволит обеспечить безопасную эксплуатацию холодильной установки на протяжении долгого периода времени.

Учитывая основные требования к системе охлаждения, принятые типы оборудования будут наиболее эффективны, целесообразны и экономически выгодны для проектируемого хладокомбината в городе Москва.

**2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**2.1 Планировка холодильника**

Хладокомбинат состоит из следующих основных частей: главного корпуса, включающего охлаждаемый склад с теплоизолированными наружными ограждениями, производственного цеха мороженого, служебных помещений и машинного отделения, примыкающего к восточной стене охлаждаемого склада, а также автомобильной и железнодорожной платформы, примыкающие к хладокомбинату с фронтальных сторон.

Примем одноэтажную планировку холодильника. Достоинством одноэтажного холодильника является - высокий уровень механизации погрузочно – разгрузочных работ, позволяющих значительно уменьшить стоимость проведения грузовых работ.

Наружные стены выполнены из железобетонных плит, с восточной стороны здания располагается машинное отделение, служебные, бытовые и технологические помещения, с западной стороны здания находится железнодорожная платформа, а с восточной авто-платформа. Размер сетки колонн 6  12 м, ширина транспортного коридора составляет 6 м.

Основную площадь холодильника занимают камеры хранения замороженных продуктов – 75%, универсальные камеры – 25% и камеры замораживания – 0,5%, от общей ёмкости холодильника.

Поступление и выпуск грузов находятся по величине оборачиваемости “В”, которая определяется количеством оборотов сменяемых грузов в течении года. Для распределительных холодильников оборачиваемость В = 4÷6 год.

Количество поступающих ежедневно грузов *Gпост*, т/сут, определяем по формуле (2.1) [9]:

, (2.1)

где *mпост.*- коэффициент неравномерности поступления грузов, *mпост.*=1,5÷2,5.



Количество ежедневно выпускаемых грузов *Gвып*, т/сут, определяем по формуле (2.2) [9]:

, (2.2)

где *mвып*- коэффициент неравномерности выпуска грузов, m*вып* = 1,1÷1,5.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

АКЗ. 00.00.000. ПЗ



Ёмкость камер хранения замороженных продуктов *Ек.хр.*, т, определяем по формуле (2.3) [9]:

Ек.хр = 0,75·Ехол, (2.3)

Ек.хр = 0,75·4000 = 3000.

Ёмкость универсальных камер *Еунив.*, т, определяем по формуле (2.4) [9]:

Еунив = 0,25·Ехол, (2.4)

Еунив = 0,25·4000 = 1000.

Суточное поступление в камеры термообработки*.*, т/сут, определяем по формуле (2.5) [9]:

G’сут = 0,005·Ехол, (2.5)

G’сут = 0,005·4000 = 20.

Грузовой объем помещений Vгр, м3 определяем по формуле (2.6) [9]:

 (2.6)

где: Епом  - емкость охлаждаемого помещения, т;

qv.пом – норма загрузки единицы объема, т/м3.



Грузовую площадь или площадь занимаемую штабелем Fгр, м2, определяем по формуле (2.7) [9]:

 (2.7)

где hгр – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Строительную площадь охлаждаемого помещения Fстр, м2, определяем по формуле (2.8) [9]:

 (2.8)

где βi – коэффициент использования площади.



Строительную площадь камер термообработки Fстр, м2­, определяем по формуле (2.9) [9]:

 (2.9)



Число строительных четырёхугольников n, для камер хранения замороженной продукции, универсальных камер, камер замораживания определяем по формуле (2.10) [9]:

, (2.10)

где *fстр* – строительная площадь одного четырёхугольника при принятой сетки колонн, м2.



Примем 32 строительных четырехугольника для камер хранения замороженной продукции.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Примем 10 строительных четырехугольников для универсальных камер.



Примем 2 строительных четырехугольника для камер термообработки.

Доставка грузов на холодильник осуществляется автомобильным – 30%, и железнодорожным транспортом – 70%.

Длину автомобильной платформы *La*, м,определяем по формуле (2.11) [8]:

 (2.11)

где *naвт* – число автомашин, которые должны прибывать за сутки;

*baвт* - ширина кузова автомашины, м, *baвт*= 4м;

*ψ.см*. – доля от общего числа машин, прибывающих в течении первой смены, *ψ*.*см*= 0,8;

*mавт* - коэффициент неравномерности прибытия автомобилей по отношению к их среднечасовому количеству, *mавт* = 1,5;

*τавт* - время загрузки или разгрузки одного автомобиля, τ = 0,6 ч.

Число автомашин *nавт*, шт, которые должны прибывать за сутки определяем по формуле (2.12) [8]:

, (2.12)

где *Gaвт* – количество поступающего или выпускаемого груза посредством автомобилей, т/сут;

*gaвт* – грузоподъемность автомобиля, *gaвт* = 3т;

*ηавт* – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, *ηавт* = 0,6.

Количество грузов поступающих и вывозимых автотранспортом, определяем по формуле (2.13) [8]:

 (2.13)





Принимаем *naвт* = 36 автомобилей в сутки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

АКЗ. 00.00.000. ПЗ



Принимаем длину автомобильной платформы *Laвт* = 120 м.

Длину железнодорожной платформы *Lжд*, м,определяем по формуле (2.14) [8]:

, (2.14)

где *nваг*– число вагонов, которые должны прибывать за сутки;

*lваг*– длинна вагона, м, *lваг*= 22 м;

*mваг*- коэффициент неравномерности подачи вагонов, *m* = 1,5;

*П* - число подач вагонов в сутки, *П* = 3.

Число вагонов *nваг*, шт., которые должны прибывать за сутки определяем по формуле (2.15) [8]:

, (2.15)

где *Gжд* - максимальное количество груза в сутки, перевозимого из холодильника, тонн;

-коэффициент использования грузоподъемности вагона,

= 0,75,

*gваг* - грузоподъемность вагона, *gваг*= 30 тонн.

Максимальное количество грузов в сутки, поступающего в холодильник по железной дороге *Gжд*, т, определяем по формуле (2.16) [8]:

, (2.16)





принимаем *nваг* = 5 вагона в сутки.



Принимаем длину железнодорожной платформы такой, чтобы железнодорожная платформа могла вместить за один раз секцию, состоящую из трех вагонов, то есть *Lжд* = 70 м. [8]

Планировка хладокомбината приведена на рисунке 2.1.

Экспликация помещений приведена в таблице 2.1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

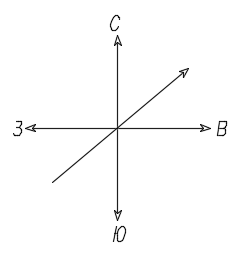
Лист

13

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 2.1 - Экспликация помещений холодильника

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поз. | Наименование | Кол. | Прим. |
| 1 | Камера хранения замороженного мяса 0С | 1 | F = 459,84м2 |
| 2 | Камера хранения замороженного мяса  0С | 1 | F = 581,16м2 |
| 3 | Камера хранения замороженного мяса  0С | 1 | F = 433,64м2 |
| 4 | Камера хранения замороженной птицы 0С | 1 | F = 459,84м2 |
| 5 | Камера хранения замороженной птицы 0С | 1 | F = 432,89м2 |
| 6 | Камера дефектных грузов  0С | 1 | F = 133,88м2 |
| 7 | Универсальная камера  0С | 1 | F = 235,52м2 |
| 8 | Универсальная камера  0С | 1 | F = 297,80м2 |
| 9 | Универсальная камера  0С | 1 | F = 222,28м2 |
| 10 | Накопительная камера  0С | 1 | F = 146,38м2 |
| 11 | Экспедиционная камера  0С | 1 | F = 145,74м2 |
| 12 | Камера замораживания  0С | 1 | F = 64,55м2 |
| 13 | Камера замораживания  0С | 1 | F = 64,55м2 |
| 14 | Компрессорный цех | 1 | F = 433,39м2 |
| 15 | Помещение КИПиА | 1 |  |
| 16 | Столярная мастерская | 1 |  |
| 17 | Механическая мастерская | 1 |  |
| 18 | Тепловой пункт | 1 |  |
| 19 | Вентиляционная камера | 1 |  |
| 20 | Трансформаторная станция | 1 |  |
| 21 | Генераторная | 1 |  |
| 22 | Зарядная станция | 1 |  |
| 23 | Отделение парафинирования сыра | 1 |  |
| 24 | Комната механика | 1 |  |
| 25 | Комната кладовщиков | 1 |  |
| 26 | Кладовая | 1 |  |
| 27 | Гардероб | 1 |  |
| 28 | Душевая | 1 |  |
| 29 | Санузлы | 1 |  |
| 30 | Автомобильная платформа | 1 |  |
| 31 | Железнодорожная платформа | 1 |  |



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

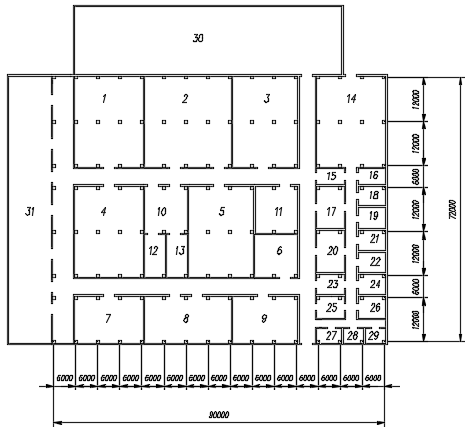


Рис. 2.1 - Планировка хладокомбината ёмкостью 4000 тонн в г. Москва

**2.2 Расчёт толщины теплоизоляционного слоя ограждающих конструкция холодильника**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Примем, что здание холодильника состоит из массивных ограждающих конструкций, колонны сечением 400х400 мм, прямоугольные железобетонные балки 12 м и высотой 890 мм. Высота камер до низа балки 6 м. Покрытие бесчердачного типа. Полы с электрообогревом грунта.

Примем изоляцию из пенополиуретана на внешние стены, пол, внутренние стены, перегородки между камерами. В качестве теплоизоляционного слоя на кровлю примем пенополистирольные плиты “Пеноплэкс” с толщиной от 25 до 100 мм.

Чем больше значение коэффициента теплопередачи k0, тем больше теплоты будет проникать в охлаждаемые камеры холодильника. Следовательно, требуются дополнительные энергозатраты, и более дорогая холодильная установка. Уменьшить теплопритоки можно путем уменьшения значения коэффициента теплопередачи, достигается применением современных теплоизоляционных материалов. [8]

Теплоизоляционные материалы должны удовлетворять следующим условиям:

* Иметь малый коэффициент теплопередачи;
* Обладать малой гигроскопичностью и водопоглощением;
* Должны быть температуростойкими и морозостойкими;
* Должны быть негорючими;
* Должны быть защищены от грызунов и не привлекать их;
* Не должны иметь запаха и воспринимать его;
* Должен легко обрабатываться режущим инструментом;
* Должны обладать достаточной механической прочностью, чтобы выдерживать воздействие при проведении погрузочно-разгрузочных операций в охлаждаемых помещениях;
* Должны обладать приемлемыми экономическими показателями. [1,9]

Среднегодовая температура наружного воздуха для города Москва tср.год.= + 5,40С. [4]

Температура воздуха в № 1 – 5 камерах хранения замороженной продукции tв= -200С.

Температура воздуха в № 6 камере дефектных грузов tв = -200С.

Температура воздуха в № 7 – 9 универсальных камерах tв = -200С, tв = 00С.

Температура воздуха в № 10 в камере накопительной tв = 00С.

Температура воздуха в № 11 в камере экспедиции tв = 00С.

Температура воздуха в № 12 – 13 в камерах замораживания tв = -300С. [8]

В качестве расчётной камеры выберем камеру хранения замороженного мяса №1.

**2.2.1 Расчёт теплоизоляционного слоя наружной стены**

Состав наружной стены приведен в таблице 2.2.1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 2.2.1 – Состав наружной стены хладокомбината

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и конструкция  ограждения | № слоя | Наименование и  материал слоя | Толщина  δ, м | Коэф. теплопроводности, Вт/(м⋅К) |
| Наружная  стеновая панель | 1 | Штукатурка сложным раствором по металлической сетке | 0,02 | 0,98 |
| 2 | Теплоизоляция (пенополиуретановые плиты) | ? | 0,041 |
| 3 | Пароизоляция два слоя гидроизола на битумной мастике | 0,004 | 0,3 |
| 4 | Наружный слой из тяжелого бетона | 0,140 | 1,86 |

Толщина теплоизоляционного слоя наружной стены камеры хранения замороженной продукции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1) [1, 9, 10]:

δиз = λиз·( Rтр-(), (2.2.1.1)

где Rтр – требуемое термическое сопротивление теплоизоляции наружной стены, Rтр = 4,3 м2·0С/Вт;

αн – сопротивление теплопередаче с наружной стороны ограждения, (м2∙К)/Вт;

αвн – сопротивление теплопередаче с внутренней стороны ограждения, (м2∙К)/Вт;

λi – коэффициент теплопроводности материала i-того слоя ограждающей конструкции, Вт/(м2∙К);

δиз – толщина теплоизоляционного слоя ограждения, м;

δi – толщина i-того слоя ограждающей конструкции, м;

λиз – коэффициент теплоизоляционного слоя ограждения, Вт/(м2∙К).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз= 0,18 м (один слой 100мм, один слой 50мм, один слой 30мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2) [1, 9, 10]:

κд =  (2.2.1.2)

κд = 

**2.2.2 Расчёт теплоизоляционного слоя покрытия охлаждаемых камер**

Теплоизоляция на покрытие рассчитывается исходя из самой низкой температуры во всём хладокомбинате, в нашем случае она составляет -30ºС в камерах замораживания №12-13.

Состав покрытия приведен в таблице 2.2.2.

Таблица 2.2.2 – Состав покрытия хладокомбината

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и конструкция  ограждения | № слоя | Наименование и  материал слоя | Тол-щина  δ, м | Коэф. теплопро-водности, Вт/(м⋅К) |
| Покрытие | 1 | Кровельный рулонный ковер | 0,012 | 0,3 |
| 2 | Бетонная стяжка | 0,04 | 1,86 |
| 3 | Засыпная теплоизоляция  (гравий керамзитный) | 0,15 | 0,05 |
| 4 | Пенополистероль-ные плиты “Пеноплэкс” | ? | 0,14 |
| 5 | Железобетонная плита покрытия | 0,035 | 2,04 |

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции покрытия составляет Rтр = 4,86 м2·0С/ Вт.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Толщину теплоизоляционного слоя покрытия камеры замораживания δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,25 м (два слоя по 100мм, один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд , Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

**2.2.3 Расчёт теплоизоляционного слоя пола охлаждаемых камер**

Теплоизоляция на пол рассчитывается исходя из самой низкой температуры во всём хладокомбинате, в нашем случае она составляет -30ºС в камерах замораживания №12-13.

Состав пола приведен в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3 – Состав пола хладокомбината

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и конструкция  ограждения | № слоя | Наименование и  материал слоя | Тол-щина  δ, м | Коэф. теплопро-водности, Вт/(м⋅К) |
| Пол охлаждаемых помещений | 1 | Монолитное  бетонное покрытие | 0,04 | 1,86 |
| 2 | Армобетонная стяжка | 0,08 | 1,86 |
| 3 | Пароизоляция слой пергамина | 0,001 | 0,15 |
| 4 | Плитная теплоизоляция  (пенополиуретановые плиты) | ? | 0,041 |
| 5 | Цементно-песчаный раствор | 0,025 | 0,98 |
| 6 | Уплотненный песок | 1,35 | 0,56 |
| 7 | Бетонная подготовка с электронагревателями | - | - |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции пола составляет Rтр = 6,5 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя пола камеры замораживания δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1) [1,8,10]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,18 м (один слой 100мм, один слой 50мм, один слой 30мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

**2.2.4 Расчет теплоизоляционного слоя внутренней стены в коридор**

Состав внутренней стены приведен в таблице 2.2.4.

Таблица 2.2.4 – Состав внутренней стены камеры хранения замороженной продукции tв = -200С

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и конструкция  ограждения | № слоя | Наименование и  материал слоя | Тол-щина  δ, м | Коэф. теплопроводности, Вт/(м⋅К) |
| Внутренняя стеновая панель | 1 | Панель из керамзитобетона | 0,24 | 0,47 |
| 2 | Пароизоляция два слоя гидроизола на битумной мастике | 0,004 | 0,3 |
| 3 | Теплоизоляция  (пенополиуретан) | ? | 0,041 |
| 4 | Штукатурка сложным раствором по металлической сетке | 0,02 | 0,98 |

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции внутренней стены в коридор составляет Rтр = 4,3 м2·0С/ Вт.

Для внутренних стен и перегородок добавим дополнительный слой штукатурки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции внутренней стены в коридор камеры хранения замороженной продукции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,15 м (один слой 100мм, один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд , Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции внутренней стены в коридор при tв = 00С составляет Rтр = 2,4 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции внутренней стены в коридор накопительной камеры δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1) [1,8,10]:

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,08 м (один слой 50мм, один слой 30мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд , Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции внутренней стены в коридор при tв = -300С составляет Rтр = 5,1 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции внутренней стены в коридор накопительной камеры δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз= 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,18 м (один слой 100мм,

один слой 50мм, один слой 30мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

κд = 

**2.2.5 Расчёт теплоизоляционного слоя перегородок между камерами**

Примем, что все перегородки имеют конструкцию аналогичную внутренней стены (см. таблицу 2.2.4).

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции перегородки между камерами хранения замороженной продукции №1 и №2, №2 и №3, №5 и №6, универсальными камерами на температуру tв = -200С, tв = 00С, №7 и №8, №8 и №9, между камерами замораживания tв = -300С, Rтр = 1,7 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,05 м (один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции перегородки между камерами №6 и №11, №5 и №11, №4 и №10, №5 и №10, Rтр = 3,6 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,13 м (один слой 100мм, один слой 30мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции перегородки между камерами №4 и №12, №5 и №13, Rтр = 2,2 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,08 м (один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции перегородки между камерами №10 и №12, №10 и №13, Rтр= 4,3 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,15 м (один слой 100мм, один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

κд = 

Требуемое термическое сопротивление теплоизоляции перегородки между камерами №12 и №13, Rтр = 1,7 м2·0С/ Вт.

Толщину теплоизоляционного слоя теплоизоляции δиз., м, определяем по формуле (2.2.1.1).

δиз = 

Принимаем толщину изоляционного слоя δиз = 0,05 м (один слой 50мм). Поскольку принятая изоляция отличается от требуемой, определим действительное значение коэффициента теплопередачи kд, Вт/(м2⋅К) по формуле (2.2.1.2).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

κд = 

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов тепло- передачи ограждаемых конструкций остальных камер определяем по формулам (2.2.1.1), (2.2.1.2) и сводим в таблицу 2.2.5.

Таблица 2.2.5 – Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ограждение | tв,  С | н,  Вт/м2К | в, Вт/м2К | ,  ,м2\*К/Вт | Толщина теплоизоля-  ционного слоя, мм | | Коэффициент теплопередачи, Вт/м2К | |
|  |  |  |  |
| Наружные стены камер хранения замороженной продукции, камеры дефектных грузов и универсальных камер | -20 | 23 | 8 | 0,109 | 164 | 180 | 0,233 | 0,208 |
| Покрытия камер замораживания | -30 | 23 | 11 | 3,078 | 231 | 250 | 0,205 | 0,200 |
| Пол камеры замораживания | -30 | - | 11 | 2,507 | 159 | 180 | 0,156 | 0,143 |

Продолжение таблицы 2.2.5

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Внутренние стены камер | -30 | 8 | 11 | 0,564 | 177 | 180 | 0,196 | 0,194 |
| Внутренние стены камер | -20 | 8 | 11 | 0,564 | 144 | 150 | 0,233 | 0,225 |
| Внутренние стены камер | -20 | 8 | 8 | 0,564 | 142 | 150 | 0,233 | 0,223 |
| Внутренние стены камер | 0 | 8 | 11 | 0,564 | 66 | 80 | 0,418 | 0,361 |
| Перегородка между камерами | -20  -20 | 8 | 8 | 0,564 | 36 | 50 | 0,591 | 0,491 |
| Перегородка между камерами | -20  -20 | 11 | 11 | 0,564 | 39 | 50 | 0,589 | 0,508 |
| Перегородка между камерами | -30  -30 | 11 | 11 | 0,564 | 39 | 50 | 0,589 | 0,508 |
| Перегородка между камерами | 0  0 | 11 | 11 | 0,564 | 39 | 50 | 0,589 | 0,508 |
| Перегородка между камерами | -20  -30 | 11 | 11 | 0,564 | 59 | 80 | 0,457 | 0,370 |
| Перегородка между камерами | -20  0 | 11 | 11 | 0,564 | 117 | 130 | 0,277 | 0,255 |
| Перегородка между камерами | -30  0 | 11 | 11 | 0,564 | 145 | 150 | 0,233 | 0,226 |

**2.3 Расчет теплопритоков в охлаждаемые помещения**

**2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции**

Теплота от окружающей среды проникает внутрь охлаждаемых помещений в результате действия двух процессов: теплопередачи через ограждения вследствие разности температур окружающей среды tн и воздуха внутри помещения tпм, а также поглощения наружной поверхностью ограждений теплоты солнечной радиации.

Теплоту от окружающей среды Q1, Вт, определяем по формуле (2.3.1.1) [8]:

Q1 = Q1т + Q1c, (2.3.1.1)

где Q1 – теплоприток, возникающий под действием разности температур, Вт;

Q1с – теплоприток, возникающий под действием солнечной радиации, Вт.

Теплоприток, возникающий под влиянием разности температур, определяем по формуле (2.3.1.2) [1, 9]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Q1T = kд·F·( tн – tпм) , (2.3.1.2)

где kд – действительное значение коэффициента теплопередачи ограждения, Вт/(м2∙К);

tн, tпм – температура наружного воздуха и воздуха в охлаждаемом помещении соответственно, ºС;

F – площадь ограждения, м2, определяемая по формуле (2.3.1.3):

F = (H1+H2+H3)∙L, (2.3.1.3)

где H1, H2, H3 – высота штабеля груза, высота балки перекрытия, высота теплоизоляционного слоя соответственно;

L – длина определяемой стены камеры.

Расчетную температура наружного воздуха tн.р., 0С, определяем по формуле (2.3.1.4) [1,9]:

** (2.3.1.4)

где tср. мес – среднемесячная температура самого жаркого месяца [4];

tаб.max – температура абсолютного максимума, т.е. наивысшая температура воздуха, наблюдавшаяся в данном районе [4];

*а* и *б* – коэффициенты.

tн.р.= 0,4·17,46+0,6·38 = 30.

Теплоприток от солнечной радиации Q1c, Вт, определяем по формуле (2.3.1.5) [1,9]:

Q1c = kд∙F∙∆tс, (2.3.1.5)

где F – площадь поверхности ограждения, облучаемого солнцем, м2;

∆t – избыточная разность температур, характеризующая действие

солнечной радиации в летнее время, ºС.

Количество теплоты от солнечной радиации зависит от зоны расположения холодильника (географической широты), характера поверхности и ориентации ее по сторонам горизонта.

Для плоской кровли избыточная разность температур зависит только от тона окраски и не зависит от ориентации и широты. Для плоских кровель без окраски (темных) избыточную разность температур принимают равной ∆tс = 17,7°С, с раскраской светлых тонов ∆tс = 14,9°С, фольгированным ∆tс = 5,9ºС.

Примем фольгированный материал, для того, что бы максимально снизить теплопритоки в камеры, однако, применение данного защитного покрытия существенно увеличит общие капитальные затраты.

Дополнительная солнечная радиация будет наблюдаться через южные стены универсальных камер, для которых избыточная разность температур принимается равной 8,5ºС, так как зависит от географического положения, а именно северной широты, которая составляет 55º.

Нагрузку на камерное оборудование Q1тоб находят как сумму положительных теплопритоков в данную камеру и принимают 100% полученной величины для каждого охлаждаемого помещения. Отрицательные значения теплопритоков принимают равными нулю. [8]

Суммарную нагрузку на компрессор учитывают полностью при температуре кипения t0 = -40ºC и ниже, в количестве 80% при t0 = -30ºC, в количестве 60% при t0 = -10ºC.

Результаты расчётов теплопритоков через ограждающие конструкции сведены в таблицу 2.3.1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 2.3.1 – Результаты расчётов теплопритоков через ограждающие конструкции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 1 | Северная стена | 0,208 | 142,60 | 30 | -20 |  | 1,483 |  | 11,06 |
| Западная стена | 0,208 | 187,08 | 30 | 1,945 |
| Восточная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена  в коридор | 0,223 | 142,60 | 30 | 1,112 |
| Пол | 0,143 | 459,84 | 1 | 1,380 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 4,598 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,542 |

Продолжение таблицы 2.3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 2 | Северная стена | 0,208 | 177,048 | 30 | -20 | 0 | 1,841 |  | 11,463 |
| Западная стена | - | - | -20 | 0 |
| Восточная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена  в коридор | 0,223 | 177,048 | 30 | 1,381 |
| Пол | 0,143 | 581,16 | 1 | 1,745 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 5,811 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,685 |
| 3 | Северная стена | 0,208 | 134,23 | 30 | -20 |  | 1,395 |  | 10,536 |
| Восточная стена | 0,208 | 187,08 | 30 | 1,945 |
| Западная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена  в коридор | 0,223 | 134,23 | 30 | 1,047 |
| Пол | 0,143 | 433,64 | 1 | 1,302 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 4,336 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,511 |
| 4 | Южная стена | 0,225 | 142,60 | 30 | -20 |  | 1,604 |  | 11,622 |
| Западная стена | 0,208 | 186,26 | 30 | 1,937 |
| Восток - замораживание | 0,370 | 88,64 | -30 | - 0,327 |
| Восток - накопитель | 0,255 | 97,62 | 0 | 0,439 |
| Стена  в коридор | 0,225 | 142,60 | 30 | 1,122 |
| Пол | 0,143 | 459,84 | 1 | 1,380 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 4,598 |
|  | Радиация |  |  | 5,9 |  | 0,542 |  |

Продолжение таблицы 2.3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 5 | Южная стена | 0,208 | 132,97 | 30 | -20 |  | 1,382 |  | 9,501 |
| Запад - замораживание | 0,370 | 88,64 | -30 | -0,327 |
| Запад - накопитель | 0,255 | 97,62 | 0 | 0,439 |
| Восток-дефекты | - | - | -20 | 0 |
| Восток-экспедиция | 0,255 | 97,29 | 0 | 0,496 |
| Стена в коридор | 0,225 | 132,97 | 30 | 1,047 |
| Пол | 0,143 | 432,89 | 1 | 1,299 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 4,328 |
|  | Радиация |  | 5,9 |  | 0,510 |  |
| 6 | Северная стена | 0,255 | 89,68 | 0 | -20 |  | 0,457 |  | 4,075 |
| Западная стена | - | - | -20 | 0 |
| Восточная стена | 0,208 | 97,62 | 30 | 1,015 |
| Стена в коридор | 0,225 | 89,68 | 30 | 0,706 |
| Пол | 0,143 | 133,88 | 1 | 0,402 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 1,338 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,157 |

Продолжение таблицы 2.3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 7 | Южная стена | 0,208 | 142,60 | 30 | -20 | 8,5 | 1,483 | 0,252 | 7,212 |
| Западная стена | 0,208 | 98,56 | 30 |  | 1,025 |  |
| Восточная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена в коридор | 0,225 | 142,60 | 30 | 1,112 |
| Пол | 0,143 | 235,52 | 1 | 0,707 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 2,355 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,277 |
| Южная стена | 0,208 | 142,60 | 30 | 0 | 8,5 | 0,889 | 0,252 | 4,153 |
| Западная стена | 0,208 | 98,56 | 30 |  | 0,615 |  |
| Восточная стена | - | - | 0 | 0 |
| Стена в коридор | 0,225 | 142,60 | 30 | 0,673 |
| Пол | 0,143 | 235,52 | 1 | 0,033 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 1,413 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,277 |
| 8 | Южная стена | 0,208 | 177,048 | 30 | -20 | 8,5 | 1,841 | 0,313 | 7,78 |
| Западная стена | - | - | -20 |  | 0 |  |
| Восточная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена в коридор | 0,225 | 177,048 | 30 | 1,394 |
| Пол | 0,143 | 297,80 | 1 | 0,894 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 2,987 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,351 |
| Южная стена | 0,208 | 177,048 | 30 | 0 | 8,5 | 1,104 | 0,313 | 4,432 |
| Западная стена | - | - | 0 |  | 0 |  |
| Восточная стена | - | - | 0 | 0 |
| Коридор | 0,225 | 177,048 | 30 | 0,836 |
| Пол | 0,143 | 297,80 | 1 | 0,042 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 1,786 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,351 |

Продолжение таблицы 2.3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 9 | Южная стена | 0,208 | 142,60 | 30 | -20 | 8,5 | 1,483 | 0,237 | 6,865 |
| Западная стена | 0,208 | 98,56 | 30 |  | 1,025 |  |
| Восточная стена | - | - | -20 | 0 |
| Стена в коридор | 0,225 | 142,60 | 30 | 1,112 |
| Пол | 0,143 | 235,52 | 1 | 0,707 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 2,355 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,262 |
| Южная стена | 0,208 | 142,60 | 30 | 0 | 8,5 | 0,889 | 0,237 | 3,949 |
| Западная стена | 0,208 | 98,56 | 30 |  | 0,615 |  |
| Восточная стена | - | - | 0 | 0 |
| Стена в коридор | 0,225 | 142,60 | 30 | 0,673 |
| Пол | 0,143 | 235,52 | 1 | 0,033 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 1,413 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,262 |
| 10 | Юг - заморозка | 0,226 | 44,262 | -30 | 0 |  | -0,300 |  | 1,741 |
| Юг - заморозка | 0,226 | 44,262 | -30 | -0,300 |
| Западная стена | 0,255 | 97,62 | -20 | -0,439 |
| Восточная стена | 0,255 | 97,62 | -20 | -0,439 |
| Стена в коридор | 0,361 | 88,63 | 30 | 0,671 |
| Пол | 0,143 | 146,38 | 1 | 0,020 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 0,878 |
|  | Радиация |  | 5,9 |  | 0,172 |  |

Продолжение таблицы 2.3.1

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

31

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кам. | Ограждение | Кд, Вт/(м2\*К) | Площадь ограждения | tнар, 0С | tкам, 0С | ∆tc, 0С | Q1T, кВт | Q1с, кВт | Q1об, кВт |
| 11 | Южная стена | 0,255 | 89,67 | -20 | 0 |  | -0,457 |  | 2,351 |
| Западная стена | 0,255 | 97,29 | -20 | -0,496 |
| Восточная стена | 0,208 | 97,29 | 30 | 0,607 |
| Стена в коридор | 0,361 | 89,68 | 30 | 0,679 |
| Пол | 0,143 | 145,74 | 1 | 0,020 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 0,874 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,171 |
| 12 | Южная стена | 0,194 | 44,262 | 30 | -30 |  | 0,515 |  | 2,181 |
| Западная стена | 0,370 | 88,64 | -20 | 0,327 |
| Восточная стена | - | - | -30 | 0 |
| Северная стена | 0,226 | 44,262 | 30 | 0,600 |
| Пол | 0,143 | 64,55 | 1 | 0,276 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 0,387 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,076 |
| 13 | Южная стена | 0,194 | 44,262 | 30 | -30 |  | 0,515 |  | 2,181 |
| Восточная стена | 0,370 | 88,64 | -20 | 0,327 |
| Западная стена | - | - | -30 | 0 |
| Северная стена | 0,226 | 44,262 | 30 | 0,600 |
| Пол | 0,143 | 64,55 | 1 | 0,276 |
| Перекрытие | 0,2 | 30 | 0,387 |
| Радиация | 5,9 |  | 0,076 |

**2.3.2 Расчёт теплопритоков при холодильной обработки**

В теплое время года в универсальных камерах №7, 8, 9 хранится сыр на алюминиевых стеллажах. В зимнее время в этих камерах хранится сливочное масло в картонных коробках. В камерах хранения замороженных продуктов №1, 2, 3 хранится мясо говяжье в штабелях. В камерах хранения замороженных продуктов №4, 5 хранится птица в картонных коробках.

Теплоприток от продуктов Q2п, кВт, при холодильной обработке (охлаждении, замораживании) непрерывного действия определяем по формуле (2.3.2.1) [8]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

 (2.3.2.1)

где G’сут – суточная производительность устройств для холодильной обработки, т/сут;

iн, iк – удельные энтальпии продукта соответственно до и после термообработки, кДж/кг, соответствующие начальной и конечной температурам продукта [5].

Замораживание продуктов производится в камерах №12, 13.

Теплоприток от продуктов Q2п, кВт, при холодильной обработке в камерах хранения определяем по формуле (2.3.2.2) [8]:

 (2.3.2.2)

где Мсут – суточное поступление продуктов в камеру хранения, т/сут;

Начальная температура продукта принимается равной температуре, с которой продукт был доставлен в камеру хранения или после холодильной обработки в камере замораживания. Конечная температура продукта принимается равной температуре в камере хранения или универсальной камере. Суточное поступление продуктов в камеру хранения, Мсут т/сут, составляет 8% вместимости камеры, если она менее 200 т и 6% - если камера имеет вместимость более 200 т.

Теплоприток от тары Q2т, кВт, определяем по формуле (2.3.2.3) [8]:

 (2.3.2.3)

где Мт – суточное поступление тары, принимаемое пропорционально суточному поступлению продукта, т/сут;

ст – удельная теплоёмкость тары, кДж/(кг∙К);

t1, t2 – начальная и конечная температура тары (принимаются равными начальной и конечной температуре продукта), ºС [8].

Если продукт подвергается холодильной обработке, находящийся в таре, теплоприток Q2, кВт, определяем по формуле (2.3.2.4) [8]:

Q2 = Q2п + Q2т,  (2.3.2.4)

Результаты расчёта теплопритоков Q2 приведены в таблице 2.3.2.

Теплоприток Q2 учитывается полностью в нагрузка на камерные приборы и компрессорное оборудование.

Таблица 2.3.2 – Результаты расчёта теплопритоков при холодильной обработке

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

33

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Камеры | Температура продукта, 0С | | Удельная энтальпия продукта, кДж/кг | | масса тары, % массы продукта | cт, кДж/  (кг∙К) | Q2п, кВт | Q2т, кВт | Q2об, кВт |
| t1 | t2 | i1 | i2 |
| 1 | -8 | -20 | 39,4 | 0 | 6 | - | 15,39 | 0 | 15,39 |
| 2 | -8 | -20 | 39,4 | 0 | 8 | - | 20,51 | 0 | 20,51 |
| 3 | -8 | -20 | 39,4 | 0 | 6 | - | 15,39 | 0 | 15,39 |
| 4 | -15 | -20 | 13 | 0 | 6 | 1,67 | 5,076 | 0,326 | 5,402 |
| 5 | -15 | -20 | 13 | 0 | 6 | 1,67 | 5,076 | 0,326 | 5,402 |
| 7 | -8 | -20 | 29,3 | 0 | 6 | 1,67 | 6,102 | 0,417 | 6,519 |
| +8 | 0 | 42,3 | 19 | 6 | 0,88 | 4,85 | 0,219 | 5,069 |
| 8 | -8 | -20 | 29,3 | 0 | 6 | 1,67 | 8,136 | 0,556 | 8,692 |
| +8 | 0 | 42,3 | 19 | 6 | 0,88 | 6,46 | 0,293 | 6,753 |
| 9 | -8 | -20 | 29,3 | 0 | 6 | 1,67 | 6,102 | 0,417 | 6,519 |
| +8 | 0 | 42,3 | 19 | 6 | 0,88 | 4,85 | 0,219 | 5,069 |
| 12 | +4 | -8 | 246 | 39,4 | - | - | 47,8 | - | 47,8 |
| 13 | +4 | -8 | 246 | 39,4 | - | - | 47,8 | - | 47,8 |

**2.3.3 Расчёт эксплуатационных теплопритоков**

Эксплуатационные теплопритоки Q4 связаны с обслуживанием охлаждаемых помещений. К ним относятся теплопритоки: от освещения камер Q’4, от пребывания людей, Q’’4, работы электродвигателей, Q’’’4, от открывания дверей Q’’’’4.

Теплоприток от электрического освещения Q’4, кВт, определяем по формуле (2.3.3.1) [1,9]:

 (2.3.3.1)

где Fп – площадь пола охлаждаемого помещения, м2;

q’4  - относительная мощность осветительных приборов, Вт/м2, для складских и производственных помещений в соответствии с рекомендациями примем мощность светильников q’4= 5÷8 Вт/м2;

ηодн – коэффициент одновременности включения осветительных приборов, для складских помещений ( камер хранения ) ηодн. = 0,5 ÷0,7, а для

производственных помещений (камеры холодильной обработки) ηодн. = 1.

Теплоприток от работающих электродвигателей Q’’4, кВт, определяем по формуле (2.3.3.2) [1,9]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

34

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

 (2.3.3.2)

где Nдв  - мощность электродвигателей, кВт, мощность устанавливаемых электродвигателей примем по следующим данным [1,9]:

Камеры:

хранения 2 -4

охлаждения и универсальные 3 - 8

замораживания 8 - 16

ηдв – коэффициент полезного действия электродвигателей, ηдв = 0,9;

ηодн – коэффициент одновременности работы оборудования (в зависимости от числа имеющихся двигателей и особенностей технологического процесса ηодн = 0,4 ÷1,0).

Тепловыделения одного человека с учетом влаговыделения при средней интенсивности работы составляет около 350 Вт.

Теплоприток от людей, работающих в помещении Q’’’3, кВт, определяем по формуле (2.3.3.3) [8]:

Q’’’3 = 350·n·10-3 , (2.3.3.3)

где n – число работающих людей.

Число людей, работающих в помещении, принимают в зависимости от площади камеры: при площади камеры до 200 м2 - 2 ÷ 3 человека; при площади камеры больше 200 м 3 ÷ 4 человека [8].

Теплоприток при открывании дверей в охлаждаемые помещения, , кВт, определяем по формуле (2.3.3.4) [8]:

 (2.3.3.4)

где qдп – плотность теплового потока, среднего за время грузовых операций, отнесенного к площади дверного проема при отсутствии средств тепловой защиты, кВт/м2;

Fдп – площадь дверного проема, принимаем 6 м2;

β - коэффициент, учитывающий длительность и частоту проведения грузовых операций, β = 0,3 для камер хранения распределительных холодильников, β = 1,0 для камер холодильной обработки;

η - коэффициент эффективности средств тепловой защиты, η = 0,8 для теплового шлюза (тамбура с самозакрывающимися дверьми в сочетании с воздушной завесой), η = 0,6 для воздушной завесы, η = 0,95 для тепловоздушного затвора.

При одновременном открывании двух дверей значение Q’’’’4 должно быть увеличено в 1,5 раза.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

35

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Эксплуатационные теплопритоки включаются полностью в нагрузку на камерное оборудование.

Суммарную нагрузку на компрессор учитывают в количестве 75% при t0 = -40ºC, в количестве 70% при t0 = -30ºC, в количестве 50% при t0 = -10ºC. [8]

Данные для расчёта теплопритока Q4 сведены в таблицу 2.3.3.1.

Таблица 2.3.3.1 – Данные для расчётов эксплуатационных теплопритоков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Fк, м2 | q’4, Вт/м2 | ηодн | Nдв, кВт | ηдв | ηодн | n | qдп, кВт/м2 | F,  м2 | β | η |
| 1 | 459,84 | 6 | 0,6 | 3 | 0,9 | 0,8 | 3 | 5,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 2 | 581,16 | 8 | 0,6 | 4 | 0,9 | 0,9 | 4 | 5,5 | 6 | 0,3 | 0,95 |
| 3 | 433,64 | 7 | 0,7 | 3 | 0,9 | 0,8 | 4 | 5,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 4 | 459,84 | 6 | 0,6 | 3 | 0,9 | 0,8 | 3 | 5,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 5 | 432,89 | 6 | 0,6 | 3 | 0,9 | 0,8 | 3 | 5,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 6 | 133,88 | 7 | 0,7 | 2 | 0,9 | 0,5 | 4 | 10 | 6 | 0,3 | 0,95 |
| 7 | 235,52 | 7 | 0,7 | 6 | 0,9 | 0,9 | 3 | 6,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 8 | 297,80 | 7 | 0,7 | 5 | 0,9 | 0,9 | 3 | 6,5 | 6 | 0,3 | 0,95 |
| 9 | 222,28 | 7 | 0,7 | 6 | 0,9 | 0,9 | 4 | 6,5 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 10 | 146,38 | 6 | 0,6 | 2 | 0,9 | 0,8 | 3 | 5,7 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 11 | 145,74 | 6 | 0,6 | 2 | 0,9 | 0,7 | 3 | 5,7 | 6 | 0,3 | 0,8 |
| 12 | 64,55 | 7 | 1 | 14 | 0,9 | 1 | 3 | 9 | 6 | 1 | 0,95 |
| 13 |  | 7 | 1 | 14 | 0,9 | 1 | 3 | 9 | 6 | 1 | 0,95 |

Результаты расчётов теплопритока Q4 сведены в таблицу 2.3.3.2.

Таблица 2.3.3.2 – Результаты расчётов эксплуатационных теплопритоков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Q’4, кВт | Q’’4, кВт | Q’’’4, кВт | Q’’’’4, кВт | n дверей | Q4об, кВт |
| 1 | 1,65 | 2,16 | 1,05 | 1,98 | 1 | 6,845 |
| 2 | 2,80 | 3,24 | 1,4 | 0,495 | 2 | 11,90 |

Продолжение таблицы 2.3.3.2

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

36

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Q’4, кВт | Q’’4, кВт | Q’’’4, кВт | Q’’’’4, кВт | n дверей | Q4об, кВт |
| 3 | 2,124 | 2,16 | 1,05 | 1,98 | 1 | 7,314 |
| 4 | 1,655 | 2,16 | 1,05 | 1,98 | 1 | 6,845 |
| 5 | 1,558 | 2,16 | 1,4 | 1,98 | 1 | 7,098 |
| 6 | 0,656 | 0,9 | 1,05 | 0,9 | 1 | 3,506 |
| 7 | 1,154 | 4,86 | 1,05 | 2,34 | 1 | 9,04 |
| 8 | 1,459 | 4,05 | 1,4 | 0,585 | 2 | 11,24 |
| 9 | 6,519 | 4,86 | 1,05 | 2,34 | 1 | 9,339 |
| 10 | 0,526 | 1,44 | 1,05 | 2,05 | 1 | 5,068 |
| 11 | 0,524 | 1,26 | 1,05 | 2,05 | 1 | 4,884 |
| 12 | 0,451 | 12,6 | 1,05 | 2,7 | 1 | 16,8 |
| 13 | 0,451 | 12,6 | 1,05 | 2,7 | 1 | 16,8 |

Тепловую нагрузку на компрессор для охлаждаемых объектов с температурой кипения t0= -40ºC Qкм, кВт, определяем по формуле (2.3.3.5) [8]:

 (2.3.3.5)

Тепловую нагрузку на компрессор для охлаждаемых объектов с температурой кипения t0= -30ºC Qкм, кВт, определяем по формуле (2.3.3.6) [8]:

 (2.3.3.6)

Тепловую нагрузку на компрессор для охлаждаемых объектов с температурой кипения t0= -10ºC Qкм, кВт, определяем по формуле (2.3.3.7) [8]:

 (2.3.3.7)

Расчетную (требуемую) холодопроизводительность для подбора компрессора Q0уст , кВт, определяем по формуле (2.3.3.8) [8]:

Q0уст = k·Qкм, (2.3.3.8)

где k - коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах холодильной установки, k-40 = 1,1; k-30 = 1,07; k-10 = 1,05.

Сведём все расчёты в сводную таблицу теплопритоков 2.3.3.3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

37

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 2.3.3.3 – Сводная таблица теплопритоков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  кам. | Fк, м2 | tвоз,  ºС | Q1 об, кВт | Q2 об,  кВт | Q4об,  кВт | ∑Qоб, кВт | Qкм,  кВт | ∑Qкм,  кВт | Q0уст,  кВт |
| 1 | 459,84 | -20 | 11,06 | 15,38 | 6,845 | 33,285 | 29,019 | 199,073 | 213 |
| 2 | 581,16 | 11,463 | 15,38 | 11,90 | 43,89 | 38,02 |
| 3 | 433,64 | 10,536 | 15,38 | 7,314 | 33,24 | 28,92 |
| 4 | 459,84 | 11,622 | 5,402 | 6,845 | 23,869 | 19,49 |
| 5 | 432,89 | 9,501 | 5,402 | 7,098 | 22,001 | 17,971 |
| 6 | 133,88 | 4,075 | - | 3,506 | 7,581 | 5,714 |
| 7 | 235,52 | 7,211 | 6,519 | 9,04 | 22,77 | 18,615 |
| 8 | 297,80 | 7,78 | 8,692 | 11,24 | 27,713 | 22,784 |
| 9 | 222,28 | 6,865 | 6,519 | 9,339 | 22,723 | 18,54 |
| 7 | 235,52 | 0 | 4,152 | 5,069 | 9,04 | 18,261 | 12,08 | 46,642 | 49 |
| 8 | 297,80 | 4,432 | 6,753 | 11,24 | 22,426 | 15,032 |
| 9 | 222,28 | 3,949 | 5,069 | 9,339 | 18,357 | 12,10 |
| 10 | 146,38 | 1,741 | - | 5,068 | 6,809 | 3,578 |
| 11 | 145,74 | 2,351 | - | 4,884 | 7,235 | 3,852 |
| 12 | 64,5 | -30 | 2,181 | 47,8 | 16,8 | 66,782 | 62,581 | 125,162 | 137,67 |
| 13 | 64,5 | 2,181 | 47,8 | 16,8 | 66,782 | 62,581 |

**3 РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

38

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**3.1 Определение режима работы холодильной установки**

Расчетный режим холодильной установки характеризуется: температурой кипения t0, конденсации tк, всасывания tвс и температурой переохлаждения жидкого хладагента tп перед регулирующим вентилем.

Примем установку с непосредственного охлаждения, следовательно температура кипения принимается на 10 ºС ниже чем температура воздуха в камерах: t01 = -10ºС , t02 = -30ºС , t03 = -40ºС.

Примем аммиачную двухступенчатую насосно-циркуляционную схему непосредственного охлаждения с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением холодильного агента в змеевике промежуточного сосуда.

Примем систему оборотного водоснабжения горизонтальные водяные кожухотрубные аммиачные конденсаторы производства “Гюнтнер-Иж”.

Расчетная летняя температура tр.лет. = 30°С. [4]

Расчетная летняя влажность воздуха ϕр.лет. = 73%

Температура мокрого термометра tм = 26°С. [17]

Производительность установки:

t0 = - 10°С, Q0 = 49 кВт.

t0 = - 30°С, Q0 = 213 кВт.

t0 = - 40°С, Q0 = 137,67 кВт.

Так как в установке используется горизонтальный кожухотрубный конденсатор, то температуру конденсации принимаем в зависимости от температуры наружного воздуха по температуре мокрого термометра. Температура конденсации для установок с водяным охлаждением конденсатора принимают на () градуса выше температуры воды уходящей от конденсатора. [8]

Температуру перегрева воды *tw1*, *0С*, входящей в конденсатор после градирни определяем по формуле (3.1.1) [8]:

*,* (3.1.1)

где *tw1 –*температура воды, выходящей из градирни;

*tм -*температура воздуха по смоченному термометру, определяют по *I-d* диаграмме влажного воздуха, при летней температуре воздуха +30ºС, влажность φ=73%, для г.Москва *tм =* 26 *0С*;

*∆tw –* подохлаждение воды в градирне, принимаем *∆tw =* ;

*η –* коэффициент эффективностиградирни, принимаем *η=* 0,8.

**

Температуру воды на выходе из конденсатора *tw2* , , определяем по формуле (3.1.2) [8]:

**  (3.1.2)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

39

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**

Температуру конденсации *tk*, , определяем по формуле (3.1.3) [8]:

*tk=tw2*+(2÷4), (3.1.3)

*tk =* 30 + 3 = 33.

**3.2 Расчет и подбор камерных приборов охлаждения**

Для камер хранения замороженного мяса применяем батарейный способ охлаждения, чтобы избежать потери от усушки при хранении.

В камерах хранения замороженной птицы и универсальных камерах используем воздухоохладители, так как продукт является упакованным, в камерах замораживание требуется быстро отвести тепло, выбираем воздухоохладители, так как они характеризуются интенсивной циркуляцией воздуха.

Площадь теплопередающих поверхностей батарей F , м2 , определяем по формуле (3.2.1) [8]:

 (3.2.1)

где: Qоб – тепловая нагрузка на батарею, определяемая тепловым расчетом, кВт;

k – коэффициент теплопередачи, отнесенный к поверхности труб батареи, Вт/(м2∙К);

Θ – температурный напор между воздухом охлаждаемого помещения и кипящим хладагентом или хладоносителем, для аммиачных батарей принимаем Θ=10ºС.

Примем аммиачные батареи секции “СК и СС”, шириной 1500 мм и длинно от 2750мм до 6000мм. Трубы ГОСТ 8732-78. Лента 1-НП-М710 1×45. Шаг оребрения 20мм. Площадь поверхности теплопередачи 1м оребренной трубы = 1,33м2. Объем 1м трубы = 860×10-6м3. Число труб = 6. Пристенные – однорядные, потолочные – двухрядные. [8]

Камера № 1 хранение замороженного мяса [-20ºC]



При длине западной и восточной стены – 24 м, можно разместить секцию батарей, конструкции  с F = 235,1м2



Теплоту, отводимую пристенными батареями, кВт, определяем по формуле (3.2.2), потолочными батареями, кВт, определяем по формуле (3.2.3) [8]:

*Qпр = k·Fб·Θ,*  (3.2.2)

*Fпот.= Qб.пот./(k·Θ),* (3.2.3)









Примем 3 потолочные батареи, конструкции  с F = 165,7, м2







Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

40

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Камера № 2 хранение замороженного мяса [-20ºC]



При длине северной, западной и восточной стены – 24 м, можно разместить секцию батарей, конструкции  с F = 201м2

Теплоту, отводимую пристенными и потолочными батареями, кВт, определяем по формулам (3.2.2) и (3.2.3).











Примем 3 потолочные батареи, конструкции  с F = 217,5м2







Камера № 3 хранение замороженного мяса [-20ºC]



На западную, восточную стену выбираем батарею, конструкции  с F = 217,4м2

Теплоту, отводимую пристенными и потолочными батареями, кВт, определяем по формулам (3.2.2) и (3.2.3).











Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

41

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Примем 3 потолочные батареи, конструкции  с F=183,3м2







Камера № 4 хранение замороженной птицы [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

, (3.2.4)

где  - температурный напор,

 - коэффициент теплопередачи, для t0 = - 30°С, k= 12,2.

FВ.О. = (23,869 ⋅ 103) / (12,2⋅10) = 195,64.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 046А/25 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 104м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

, (3.2.5)

где  - объем одного воздухоохладителя, для воздухоохладителя

046А/25, V = 0,026.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

42

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

VВ.О. = 2⋅ 0,026 = 0,052.

Камера № 5 хранение замороженной птицы [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (22,001⋅ 103) / (12,2⋅10) = 180,3.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 041А/35 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 97,5м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,026 = 0,052.

Камера № 6 камера дефектных грузов [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (7,581 ⋅ 103) / (12,2⋅10) = 62,1.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 041В/210с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 34,1м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,016 = 0,032.

Камера № 7 универсальная камера [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [5]:

FВ.О. = (22,77 ⋅ 103) / (12,2⋅10) = 186,6.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 041А/35 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 97,5м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,026 = 0,052.

Камера № 8 универсальная камера [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

43

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

FВ.О. = (27,713 ⋅ 103) / (12,2⋅10) = 227.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 066С/15 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 117м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,030 = 0,060.

Камера № 9 универсальная камера [-20ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (22,723 ⋅ 103) / (12,2⋅10) = 186.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 041А/35 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 97,5м2. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,026 = 0,052.

Для универсальных камер на летний температурный режим (tвоз = 0ºС) воздухоохладители будут такие же как и в зимний период, регулирование температуры будет происходить закрытием и открытием соленоидного вентиля.

Камера № 10 накопительная камера [0ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (6,809 ⋅ 103) / (15⋅10) = 45,3.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии ADNH марки 046С/110 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 29,3м2. [14]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

44

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

VВ.О. = 2⋅ 0,012 = 0,024.

Камера № 11 накопительная камера [0ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (7,235 ⋅ 103) / (15⋅10) = 48,2.

Примем 2 воздухоохладителя из каталога Guntner серии ADNH марки 046С/110 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 29,3м2.

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 2⋅ 0,012 = 0,024.

Камера № 12,13 накопительная камера [0ºC]



Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителя FВО, м2, определяем по формуле (3.2.4) [8]:

FВ.О. = (66,782 ⋅ 103) / (11,6⋅10) = 575,7.

Примем по 3 воздухоохладителя из каталога Guntner серии GDS марки 051А/35 с площадью теплопередающей поверхности FВ.О. = 194,9 м2 в каждую камеру замораживания. [15]

Вместимость воздухоохладителей VВО, м3, определяем по формуле (3.2.5) [8]:

VВ.О. = 6⋅ 0,046 = 0,276.

Технические характеристики воздухоохладителей GDS и ADNH сведем в таблицу 3.2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

45

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.2 – Технические характеристики аммиачных воздухоохладителей серии GDS, ADNH [14, 15]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Марка | t0, ºC | n | ,м | VВ.О., м3 | Длина струи, м | Габариты,  мм | | | Масса, кг. |
| L | В | Н |
| 4 | 046А/25 | -30 | 2 | 104 | 0,026 | 2×12 | 2050 | 1565 | 520 | 266 |
| 5 | 041А/35 | 2 | 97,5 | 0,026 | 2×11 | 2330 | 1565 | 430 | 261 |
| 6 | 041В/210 | 2 | 34,1 | 0,016 | 2×9 | 1650 | 1565 | 370 | 132 |
| 7 | 041А/35 | -30 | 2 | 97,5 | 0,026 | 2×11 | 2330 | 1565 | 430 | 261 |
| 8 | 066С/15 | 2 | 117 | 0,030 | 2×12 | 1900 | 1945 | 480 | 347 |
| 9 | 041А/35 | 2 | 97,5 | 0,026 | 2×11 | 2330 | 1565 | 430 | 261 |
| 10 | 046С/110 | 0 | 2 | 29,3 | 0,012 | 2×8 | 1250 | 1565 | 450 | 71 |
| 11 | 046С/110 | 2 | 29,3 | 0,012 | 2×8 | 1250 | 1565 | 450 | 71 |
| 12 | 051А/35 | -40 | 3 | 194,9 | 0,046 | 2×19 | 3700 | 1565 | 520 | 488 |
| 13 | 051А/35 | 3 | 194,9 | 0,046 | 2×19 | 3700 | 1565 | 520 | 488 |

Более подробные характеристики воздухоохладителей смотри в приложении А, Б.

**3.3 Расчет и подбор компрессорных агрегатов**

Примем одноступенчатый цикл на температуру кипения t0 = - 10°С, цикл в P-h координатах представлен на рисунке 3.3.1.

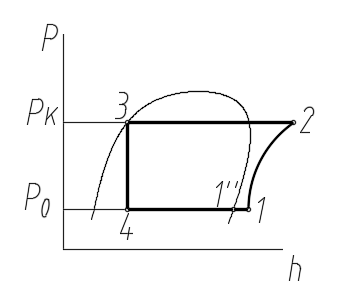


Рис. 3.3.1 – Цикл одноступенчатой холодильной машины

Параметры узловых точек цикла найдём по диаграмме аммиака (R717) и сведем в таблицу 3.3.1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

46

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.3.1 – Параметры узловых точек одноступенчатого цикла

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1” | 1 | 2 | 3 | 4 |
| t, ºC | -10 | 0 | 108 | 33 | -10 |
| P, мПа | 0,290 | 0,290 | 1,2746 | 1,2746 | 0,290 |
| h, кДж/кг | 1449 | 1474 | 1697 | 353 | 353 |
| v, м3/кг | - | 0,437 | 0,138 | - |  |

Массовый расход циркулирующего хладагента M, кг/с, который необходимо отводить от циркуляционного ресивера определяем по формуле (3.3.1) [8]:

M = Q0 / q0, (3.3.1)

где q0 – удельная холодопроизводительность, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.2) [8]:

q0 = (h1″ - h4), (3.3.2)

q0 = 1449 – 353 = 1096.

M = 49/1096 = 0,0447.

Для определения объемной производительности найдём коэффициент подачи компрессора λ.

При Рк / Р0 = 1,2746/0,2908 = 4,3 тогда λ = 0,835. [5]

Требуемую производительность компрессора V, м3/с, определяем по формуле (3.3.3) [8]:

V = (M⋅ v1 )/ λ, (3.3.3)

V = (0,0447 ⋅ 0,437) /0,835 = 0,0233.

Для работы на температуру кипения t0 = - 10°С принимаем один винтовой компрессор SAB 110S-M с объемной действительной производительностью Vд. = 0,038 м3/с. [11, 16]

Технические характеристики винтового компрессора на t0 = -10ºC представлены в таблице 3.3.2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

47

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.3.2 – Технические характеристики винтового компрессора на t0 = -10ºC

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Объёмная производительность, | Холодопроизводительность  , кВт | Габаритные Размеры  (L×B×H), мм | Масса,  кг |
| SAB 110S-M | 140 | 80 | 1900×900×1310 | 600 |

Действительный массовый расход хладагента Mд, кг /с, определяем по формуле (3.3.4) [8]:

Mд.  = (V д.⋅ λ )/ v1, (3.3.4)

Mд = (0,038 ⋅ 0,835) /0,437 = 0,072.

Теоретическая мощность компрессора Nт, кВт, определяем по формуле (3.3.5) [8]:

Nт = Mд ⋅ (h2 – h1), (3.3.5)

Nт = 0,072 ⋅ (1697 – 1474) = 16,19.

Индикаторную мощность компрессора Ni, кВт, определяем по формуле (3.3.6) [8]:

Ni = NT / ηi, (3.3.6)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

48

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

где ηi = 0,75 – индикаторный КПД.

Ni = 16,19/0,75 = 21,58.

Эффективную мощность на валу компрессора Nе, кВт, определяем по формуле (3.3.7) [8]:

NЭкм1 = Niкм1 / ηмех, (3.3.7)

где ηмех. = 0,92 – механический КПД.

Nе = 21,58/0,92 = 23,46.

Тепловую нагрузку на конденсатор в теоретическом цикле Qк, кВт, определяем по формуле (3.3.8) [8]:

Qк = Mд ⋅ (h2 – h3), (3.3.8)

Qк = 0,072 ⋅ (1697– 353) = 96,768.

Действительную холодопроизводительность Qод, кВт, определяем по формуле (3.3.9) [8]:

Qод.(-10)  = Mд ∙ q0, (3.3.9)

Qод. (-10) = 0,072 ⋅ 1096 = 78,912.

Требуемый диаметр отделителя жидкости , определяем по формуле (3.3.10) [8]:

, (3.3.10)

где Vд – теоретическая объемная производительность компрессора (для

агрегата двухступенчатого сжатия Vд берется для компрессора низкой ступени), м3/с;

λ – коэффициент подачи компрессора (для агрегата двухступенчатого сжатия λ берется для компрессора низкой ступени);

[w] – допустимая скорость движения пара в отделителе жидкости, [w] = 0,5 м/с;

π – число Пифагора, π = 3,14.



Принимаем отделитель жидкости 70 ОЖ.

Технические характеристики отделителя жидкости сведены в таблицу 3.3.3.

Таблица 3.3.3 – Технические характеристики отделителя жидкости

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

49

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | Размеры, мм  диаметр × высота | Масса, кг |
| 70 ОЖ | 0,18 | 408×1725 | 185 |

Примем на температуру кипения t0 = - 30°С двухступенчатый цикл с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением жидкого холодильного агента в змеевике промежуточного сосуда, цикл в P-h координатах представлен на рисунке 3.3.2.

Параметры узловых точек цикла найдём по диаграмме аммиака (R717) и сведем в таблицу 3.3.4.

Промежуточное давление Pпр, МПа, определяем по формуле (3.3.11) [8]:

 (3.3.11)



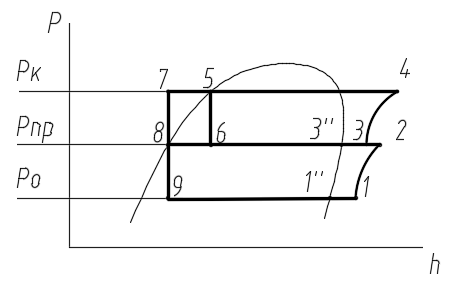


Таблица 3.3.4 – Параметры узловых точек двухступенчатого цикла

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | t, ºC | P, мПа | h, кДж/кг | v, м3/кг |
| 1’’ | -30 | 0,1195 | 1425 | 0,96 |
| 1 | -25 | 0,1195 | 1433 | 0,985 |
| 2 | 53 | 0,390 | 1594 | 0,396 |
| 3’’ | -2 | 0,390 | 1457 | 0,31 |
| 3 | 3 | 0,390 | 1471 | 0,317 |
| 4 | 86 | 1,274 | 1639 | 0,128 |
| 5 | 33 | 1,274 | 353 | - |
| 6 | -2 | 0,390 | 353 | 0,035 |
| 7 | 3 | 1,274 | 188 | - |
| 8 | -2 | 0,390 | 188 | - |
| 9 | -30 | 0,1195 | 188 | 0,08 |

Рис. 3.3.2 – Цикл двухступенчатой холодильной машины

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

50

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Удельную массовую холодопроизводительность, , определяем по формуле 3.3.2 [8]:

q0 = 1425 – 188 = 1237.

Удельную работу сжатия в компрессоре низкой ступени lт1, кДж/кг, рассчитывается по формуле (3.3.12) [8]:

lт1 = (h2– h1), (3.3.12)

lт1 = 1594-1433 = 161.

Удельную работу сжатия в компрессоре высокой ступени lт2, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.13) [8]:

lт1 = (h4 – h3), (3.3.13)

lт1 = 1639-1471 = 168.

Удельную тепловую нагрузка на конденсатор qк, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.14) [8]:

qк = (h4– h5), (3.3.14)

lт1 = 1639-353 = 1286.

Массовый расход хладагента в компрессоре низкой ступени Mт1, кг/с, определяем по формуле (3.3.15) [8]:

Mт1 = Q0/ q0 , (3.3.15)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

51

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Mт1 = 213/ 1237 = 0,172

Массовый расход хладагента, в компрессоре высокой ступени Mт2, кг/с определяем по формуле (3.3.16) [8]:

Mт2 = Mт1⋅(h2 – h7)/(h3’’ – h6), (3.3.16)

Mкм2 = 0,172 ⋅ (1594 – 188) / (1471 - 353) = 0,216.

Для определения объемной производительности найдём коэффициент подачи компрессора λ.

При Рк / Рпр = 1,274 /0,390 = 3,26, λ2 = 0,87. [5]

При Рпр / Р0 = 0,390 /0,1195 = 3,26, λ1 = 0,87. [5]

Требуемую производительность компрессоров Vт1, Vт2, м3/с определяем по формулам (3.3.17) и (3.3.18) [8]:

Vт1 = (Mт1⋅ v1 )/ λ1, (3.3.17)

Vт2 = (Mт2⋅ v3 )/ λ2, (3.3.18)

Vт1 = (0,172 ⋅ 0,985) / 0,87 = 0,194.

Vт2 = (0,216 ⋅ 0,317) / 0,87 = 0,078.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

52

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Для работы на температуру кипения t0 = - 30°С примем для ступени низкого давления один винтовой компрессор SAB 193S с объемной действительной производительностью Vд1 = 0,232 м3/с, а для ступени высокого давления примем один винтовой компрессор SAB 120Е с объемной действительной производительностью Vд2 = 0,114 м3/с. [8]

Технические характеристики винтовых компрессоров на t0 = -30ºC представлены в таблице 3.3.5.

Таблица 3.3.5 – Технические характеристики винтового компрессора на t0 = -30ºC

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Объёмная производи-тельность, | Холодопроизво-дительность  , кВт | Габаритные Размеры  (L×B×H), мм | Масса,  кг |
| SAB 193S | 838 | 164 | 3191×1349×2027 | 2450 |
| SAB 120E | 413 | 270 | 2200×1300×1500 | 1273 |

Действительный массовый расход хладагента Mд1, Мд2, кг/с определяем по формулам (3.3.19) и (3.3.20) [8]:

Mд1 = (Vт1⋅ λ1)/ v1, (3.3.19)

Mд2 = (Vт2 ∙ λ2 )/ v3, (3.3.20)

Mд1 = (0,232 ⋅ 0,87) /0,985 = 0,204.

Mд2 = (0,114 ⋅ 0,87) /0,317 = 0,312.

Теоретическую мощность компрессоров Nт1, Nт2, кВт, определяем по формулам (3.3.21) и (3.3.22) [8]:

Nт1 = Mд2 ⋅ lт1, (3.3.21)

Nт2 = Mд1 ⋅ lт2, (3.3.22)

Nт1 = 0,204 ⋅ 161 = 32,844.

Nт2= 0,312 ⋅ 168 = 52,416.

Индикаторную мощность компрессоров Ni1, Ni2, кВт, определяем по формулам (3.3.23) и (3.3.24) [8]:

Ni1 = Nт1 / ηi, (3.3.23)

Ni2 = Nт2/ ηi, (3.3.24)

где ηi = 0,75 – индикаторный КПД.

Ni1 = 32,844 /0,75 = 43,792.

Ni2 = 52,416 /0,75 = 69,888.

Эффективную мощность на валу компрессора низкой и высокой ступенях Nе1, Nе2, кВт, определяем по формулам (3.3.25) и (3.3.26) [8]:

Nе1 = Ni1 / ηмех, (3.3.25)

Nе2 = Ni2 / ηмех, (3.3.26)

где ηмех = 0,92 – механический КПД.

Nе1 = 43,792 /0,92 = 47,6.

Nе2 = 68,888 /0,92 = 75,95.

Тепловую нагрузку на конденсатор Qк, кВт, определяем по формуле (3.3.27) [8]:

Qк = Mд2 ⋅ qк, (3.3.27)

Qк = 0,312 ⋅ 1286 = 401,232.

Действительную холодопроизводительность Qод, кВт, определяем по формуле (3.3.28) [8]:

Qод = Mд1 ∙ qo,  (3.3.28)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

53

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Qод  = 0,204 ∙ 1237 = 252,34.

Требуемый диаметр промежуточного сосуда , определяем по формуле (3.3.29) [8]:

, (3.3.29)

где Vкм.в.с. – теоретическая объемная производительность компрессора высокой ступени, м3/с;

λ – коэффициент подачи компрессора высокой ступени;

[w] – допустимая скорость движения пара в отделителе жидкости, [w] = 0,5 м/с;



Примем промежуточный сосуд 60 ПСз.

Технические характеристики промежуточного сосуда сведены в таблицу 3.3.6.

Таблица 3.3.6 – Технические характеристики промежуточного сосуда

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | D×S, мм | Площадь поверхности змеевика, м2 | Высота, мм | Ширина, мм |
| 60 ПСз | 1,68 | 600×8 | 4,3 | 2800 | 1200 |

Требуемый диаметр отделителя жидкости , определяем по формуле (3.3.10) [8]:



Принимаем отделитель жидкости 150 ОЖ.

Технические характеристики отделителя жидкости сведены в таблицу 3.3.7.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

54

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.3.7 – Технические характеристики отделителя жидкости

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

55

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | Размеры, мм  диаметр × высота | Масса, кг |
| 150 ОЖ | 1,14 | 800×3605 | 520 |

Примем на температуру кипения t0 = - 40°С двухступенчатый цикл с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением в змеевике промежуточного сосуда, цикл в P-h координатах представлен на рисунке 3.3.3.

Параметры узловых точек цикла найдём по диаграмме аммиака (R717) и сведем в таблицу 3.3.8.

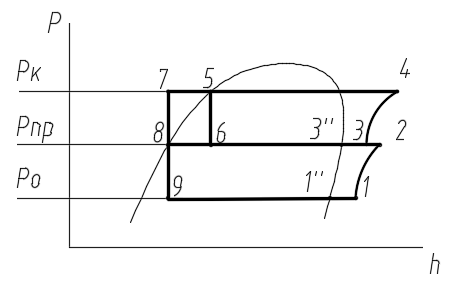


Рис. 3.3.3 – Цикл двухступенчатой холодильной машины

Таблица 3.3.8 – Параметры узловых точек двухступенчатого цикла

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | t, ºC | P, мПа | h, кДж/кг | v, м3/кг |
| 1’’ | -40 | 0,0717 | 1400 | 1,55 |
| 1 | -35 | 0,0717 | 1418 | 1,57 |
| 2 | 60 | 0,302 | 1613 | 0,526 |
| 3’’ | -9 | 0,302 | 1450 | 0,402 |

Продолжение таблицы 3.3.8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | -4 | 0,302 | 1462 | 0,421 |
| 4 | 96 | 1,274 | 1664 | 0,132 |
| 5 | 33 | 1,274 | 353 | - |
| 6 | -9 | 0,302 | 353 | 0,05 |
| 7 | -4 | 1,274 | 160 | - |
| 8 | -9 | 0,302 | 160 | - |
| 9 | -40 | 0,0717 | 160 | 0,18 |

Промежуточное давление Pпр, МПа, определяем по формуле (3.3.11).



Удельную массовую холодопроизводительность, , определяем по формуле (3.3.2).

q0 = 1400 – 160 = 1240.

Удельную работу сжатия в компрессоре низкой ступени lт1, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.12).

lт1 = 1613-1418 = 195.

Удельную работу сжатия в компрессоре высокой ступени lт2, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.13).

lт1 = 1664-1462 = 202.

Удельную тепловую нагрузка на конденсатор qк, кДж/кг, определяем по формуле (3.3.14).

lт1 = 1664-353 = 1311.

Массовый расход хладагента в компрессоре низкой ступени Mт1, кг/с, определяем по формуле (3.3.15).

Mт1 = 137,67/ 1240 = 0,111.

Массовый расход хладагента, в компрессоре высокой ступени Mт2, кг/с определяем по формуле (3.3.16).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

56

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Mт2 = 0,111 ⋅ (1613 – 160) / (1452 - 353) = 0,145.

Для определения объемной производительности найдём коэффициент подачи компрессора λ.

При Рк / Рпр = 1,274 /0,302 = 4,21, λ2 = 0,85. [5]

При Рпр / Р0 = 0,302 /0,0717 = 4,21, λ1 = 0,851. [5]

Требуемую производительность компрессоров Vт1, Vт2, м3/с определяем по формулам (3.3.17) и (3.3.18).

Vт1= (0,111 ⋅ 1,57) / 0,85 = 0,205.

Vт2 = (0,145 ⋅ 0,421) / 0,851 = 0,071.

Для работы на температуру кипения t0 = - 40°С принимаем для ступени низкого давления один винтовой компрессор SAB 193S с объемной действительной производительностью Vд1 = 0,232 м3/с, а для ступени высокого давления принимаем один винтовой компрессор SAB 120L с объемной действительной производительностью Vд2 = 0,087 м3/с. [8]

Действительный массовый расход хладагента Mд1, Мд2, кг/с определяем по формулам (3.3.19) и (3.3.20).

Mд1 = (0,232 ⋅ 0,85) /1,57 = 0,125.

Mд2 = (0,087 ⋅ 0,851) /0,421 = 0,176.

Технические характеристики винтовых компрессоров на t0 = -40ºC представлены в таблице 3.3.9.

Таблица 3.3.9 Технические характеристики винтового компрессора на t0 = -40ºC

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Объёмная производи-тельность, | Холодопроизво-дительность  , кВт | Габаритные Размеры  (L×B×H), мм | Масса,  кг |
| SAB 193S | 838 | 164 | 3191×1349×2027 | 2450 |
| SAB 120L | 316 | 270 | 2200×1300×1500 | 1273 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

57

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Теоретическую мощность компрессоров Nт1, Nт2, кВт, определяем по формулам (3.3.21) и (3.3.22).

Nт1 = 0,125 ⋅ 195= 24,375.

Nт2= 0,176 ⋅ 202 = 35,552.

Индикаторную мощность компрессоров Ni1, Ni2, кВт, определяем по формулам (3.3.23) и (3.3.24).

Ni1= 24,375 /0,85 = 28,67.

Ni2 = 35,552 /0,85 = 41,82.

Эффективную мощность на валу компрессора низкой и высокой ступенях Nе1, Nе2, кВт, определяем по формулам (3.3.25) и (3.3.26).

Nе1 = 28,67 /0,9 = 31,85.

Nе2 = 41,82 /0,9 = 46,46.

Тепловую нагрузку на конденсатор Qк, кВт, определяем по формуле (3.3.27).

Qк = 0,176 ⋅ 1311 = 230,73.

Действительная холодопроизводительность Qод, кВт, определяем по формуле (3.3.28).

Qод  = 0,125 ∙ 1240 = 155.

Требуемый диаметр промежуточного сосуда, Dп.с., м, определяем по формуле (3.3.29).



Принимаем промежуточный сосуд 40 ПСз.

Технические характеристики промежуточного сосуда сведены в таблицу 3.3.10.

Требуемый диаметр отделителя жидкости, Dо.ж., м определяем по формуле (3.3.10).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

58

АКЗ. 00.00.000. ПЗ



Принимаем промежуточный сосуд 150 Ож.

Таблица 3.3.10 – Технические характеристики промежуточного сосуда

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | D×S, мм | Площадь поверхности змеевика, м2 | Высота, мм | Ширина, мм |
| 40 ПСз | 0,22 | 460×10 | 1,75 | 2390 | 1010 |

Технические характеристики отделителя жидкости сведены в таблицу 3.3.11.

Таблица 3.3.11 – Технические характеристики отделителя жидкости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | Размеры, мм  диаметр × высота | Масса, кг |
| 150 ОЖ | 1,14 | 800×3605 | 520 |

**3.4 Расчёт и подбор конденсаторов**

Действительную тепловую нагрузку на конденсатор Qк, кВт, определяем по формуле (3.4.1) [8]:

Qк  = Qк (-40) + Qк (-30) + Qк (-10), (3.4.1)

Qк = 230,73+401,232+96,768 = 728,68.

Требуемую площадь теплообмена F, м2, определяем по формуле (3.4.2) [8]:

F = Qк / kΘ, (3.4.2)

где Θ – средняя логарифмическая разность температур теплообменивающихся сред, К, для водяного конденсатора определяем по формуле (3.4.3) [8];

k – коэффициент теплопередачи конденсатора, кВт/(м2К). [8]

Θ = t*в*1- t*в*2/ (ln t*к* – t*в*1 / t*к* – t*в*2), (3.4.3)

Θ = 30-28/(ln 33-28/33-0) = 3,915.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

59

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

F = 728,68/(0,75∙3,915) = 248,14.

Принимаем два водяных горизонтальных кожухотрубных конденсатора марки АК660 с площадью теплообменной поверхности каждого Fк = 135,5м2.

Горизонтальные кожухотрубные конденсаторы устанавливают в помещении компрессорного цеха из-за возможного замерзания воды в зимний период.

Исходя из требований обеспечения надежности, проведения технического обслуживания и ремонта рекомендуется выбирать не менее двух аппаратов.

Технические характеристики горизонтальных кожухотрубных конденсаторов даны в таблице 3.4.4.

Таблица 3.4.4 – Технические характеристики горизонтальных водяных кожухотрубных конденсаторов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Fк, м2 | Вместимость по аммиаку, м3 | Габаритные Размеры  (L×B×H), мм | Диаметр, мм |
| АК660 | 135,5 | 0,906 | 6525×730×1090 | 630 |
| АК660 | 135,5 | 0,906 | 6525×730×1090 | 630 |

**3.5 Расчёт и подбор циркуляционных ресиверов**

Для безопасной эксплуатации холодильной установки, требуется обеспечить сухой ход компрессора, для этого примем циркуляционные ресиверы типа РД, не совмещающие функцию отделителя жидкости, с расположенным над ним отделителем жидкости, особенность данных ресиверов в том, что диаметр у них небольшой, но они длинные.

Требуемый объем циркуляционного ресивера, м3, с нижней подачей хладагента в приборы охлаждения, имеющий жидкостной стояк, определяем по формуле (3.5.1) [8]:

 (3.5.1)

где Vнт - вместимость нагнетательного трубопровода аммиачного насоса, определяем по формуле (3.5.2) [9]:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

60

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

 (3.5.2)

Vб­, Vво – вместимость труб, соответственно батарей и воздухоохладителей, данной температуры кипения, м3;

Vвт - вместимость всасывающего трубопровода аммиачного насоса, определяем по формуле (3.5.3) [9]:

 (3.5.3)

k – коэффициент учитывающий заполнения ресивера из-за жидкостного стояка.

Для t0 = - 40 0С.

Объём воздухоохладителей определяем по общему объему труб, расчёт объёма произведен в пункте 3.2.

Определим вместимость нагнетательного и всасывающего трубопровода по формулам (3.5.2), (3.5.3) и рассчитаем объем циркуляционного ресивера по формуле (3.5.1).









По таблице подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки 0,75РД с V = 0,8м3. [9]

Для t0 = - 30 0С.

Объём воздухоохладителей определяем по общему объему труб, данные для расчёта взяты из пункта 3.2.

Объём батарей определяем по формуле (3.5.4) [9]:

 (3.5.4)

где -длина батарей, м, определяемая по формуле (3.5.5) [9]:

 (3.5.5)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

61

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Определим длину пристенных и потолочных батарей для камеры хранения замороженного мяса №1, рассчитаем объем батарей по формуле (3.5.4).





Определим длину пристенных и потолочных батарей для камеры хранения замороженного мяса №2, рассчитаем объем батарей по формуле (3.5.4).





Определим длину пристенных и потолочных батарей для камеры хранения замороженного мяса №3, рассчитаем объем батарей по формуле (3.5.4).





Общий объем труб определяем по формуле (3.5.6):

 (3.5.6)



Определим суммарный объем труб воздухоохладителей на t0 = -30ºC по формуле (3.5.7), данные для расчёта взяты из пункта 3.2.

 (3.5.7)



Определим вместимость нагнетательного и всасывающего трубопровода по формулам (3.5.2), (3.5.3) и рассчитаем объем циркуляционного ресивера по формуле (3.5.1).







По таблице подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки 1,5РД с V = 1,7м3. [9]

Для t0 = - 10 0С.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

62

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Объём воздухоохладителей определяем по общему объему труб, расчёт

объёма произведен в пункте 3.2.

Определим суммарный объем труб воздухоохладителей на t0 = -10ºC по формуле (3.5.7), данные для расчёта взяты из пункта 3.2.

 (3.5.7)



Определим вместимость нагнетательного и всасывающего трубопровода по формулам (3.5.2), (3.5.3) и рассчитаем объем циркуляционного ресивера по формуле (3.5.1).







По таблице подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки 0,75РД с V = 0,8м3. [9]

Сведем технические характеристики подобранных циркуляционных ресиверов марки РД в таблицу 3.5.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

63

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.5 – Технические характеристики циркуляционных ресиверов марки РД

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | t0 | Вместимость, м3 | Размеры, мм  диаметр×длина | Масса, кг |
| 0,75РД | -10 | 0,8 | 600×3000 | 340 |
| 1,5РД | -30 | 1,7 | 800×3600 | 620 |
| 0,75РД | -40 | 0,8 | 600×3000 | 340 |

**3.6 Расчёт и подбор линейного ресивера**

Линейный ресивер рассчитываем на приём жидкости из всей испарительной системы на время остановки или ремонта холодильной установки. Рабочее заполнение линейного ресивера составляет 50% объема, недопустимо переполнение ресивера свыше 80% и понижение уровня ниже 20%, так как в первом случае возникает опасность взрыва ресивера из-за отсутствия паровой зоны, а во втором случае возможен прорыв паров высокого давления в испарительную систему через гидрозатвор.

Объем линейного ресивера Vл.р., м3, для схем с нижней подачей в приборы охлаждения, определяем по формуле (3.6) [9]:

Vл.р. = ∑ (Vо.п.) ⋅ 0,45∙1,1∙1,3∙1,25∙1, (3.6)

где Vо.п. – вместимость труб охлаждающих приборов, м3

Vл.р. = (0,212+(2,055+0,3)+0,276)∙0,8 = 2,27.

Принимаем один горизонтальный линейный ресивер 2,5РВ общей вместимостью Vл.р. = 2,630 м3. [9]

Технические характеристики линейного ресивера сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики линейного ресивера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Внутренний объем, м3 | Размеры, мм  диаметр×длина | Масса, кг |
| 2,5РВ | 2,630 | 820×5681 | 1298 |

**3.7 Расчёт и подбор дренажного ресивера**

Дренажный ресивер рассчитываем из условия, что он должен вмещать жидкий хладагент из самой большой (по вместимости охлаждающих приборов) камеры; при этом дренажный ресивер не должен заполняться более чем на 80% от вместимости.

Объем дренажного ресивера Vдр.р., м3, определяем по формуле (3.7) [9]:

Vдр.р. = Vнаиб.∙0,5∙1∙1,1∙1,3∙1,25∙1,2, (3.7)

где  - объем самой большой по вместимости охлаждающих приборов камеры, м3.

Самая большая вместимость охлаждающих приборов в камере хранения замороженного мяса №2.

Vдр.р. = 0,794∙1,0725 = 0,851.

Принимаем один горизонтальный дренажный ресивер AS – 1,5 общей вместимостью Vдр.р. = 1,68м3. [9]

Технические характеристики линейного ресивера сведены в таблицу 3.7

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

64

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.7 – Технические характеристики дренажного ресивера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Внутренний объем, м3 | Размеры, мм  диаметр×длина | Масса, кг |
| AS – 1,5 | 1,68 | 800×3605 | 930 |

**3.8 Расчёт и подбор маслоотделителя и маслосборника**

Маслоотделители служат для отделения масла от холодильного агента, что бы избежать замасливание вспомогательного оборудования: конденсаторов, ресиверов, приборов охлаждения.

Диаметр маслоотделителя dм.о, м, определяем по формуле (3.8) [9]:

, (3.8)

где Мд – действительный массовый расход хладагента в компрессорах (для двухступенчатых установок в компрессорах высокой ступени), кг/с;

vнаг – удельный объем пара, нагнетаемый в маслоотделитель, м3/кг;

[w] – допустимая скорость движения пара в маслоотделителе, [w] = 1м/с.

d=√4(0,176∙0,132+0,312∙0,128+0,135∙0,073)/3,14∙1=0,304.

Принимаем вертикальный маслоотделитель циклонного типа 80МА диаметром d=325,мм.

Так как имеется 5 винтовых компрессоров, то предусмотрим маслосборник для сбора и регенерации масла большой вместимости.

Примем маслосборник 60МЗС. [9]

Технические характеристики маслоотделителя и маслосборника сведены в таблицы 3.8.1 и 3.8.2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

65

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица 3.8.1 – Технические характеристики маслоотделителя

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | Размеры, мм  диаметр×высота | Масса, кг |
| 80МА | 0,065 | 325×1400 | 139 |

Таблица 3.8.2 – Технические характеристики маслосборника

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Вместимость, м3 | Диаметр корпуса,  D×s, мм | Высота, мм | Масса, кг |
| 60 МЗС | 0,06 | 325×8 | 1200 | 81 |

**3.9 Расчет и подбор градирни**

Теплота конденсации хладагента холодильной установки должна быть передана окружающей среде. В качестве теплоотводящей среды выберем воду, так как она обладает более лучшей теплоотдачей.

Систему подачи воды примем оборотную.

Производительность градирни Qгр, кВт, определяем по формуле (3.9.1) [9]:

Q гр.. = ∑ Qк+ ∑Ni, (3.9.1)

Q гр.. = 96,768+21,58+401,232+43,792+69,88+230,73+28,67+41,82 = 934,472.

Площадь поверхности теплообмена градирни Fгр, м2, определяем по формуле (3.9.2) [9]:

, (3.9.2)

где  - удельная тепловая нагрузка для вентиляторной градирни.

Fгр. = 934,472/25 = 37,37.

Принимаем одну вентиляторную градирню конструкции Град 170 с боковым расположением вентилятора. [9]

Технические характеристики вентиляторной градирни сведены в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики вентиляторной градирни

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип градирни | Тепловой поток, кВт | Размеры H×L×B, мм | Масса, кг |
| Град 170 | 1000 | 4035×4930×2135 | 1750 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

66

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**3.10 Расчёт и подбор водяных насосов**

Так как произведен подбор горизонтальных кожухотрубных конденсаторов, то объемную подачу насоса Vw, м3/с, определяем по формуле 3.10 [5]:

, (3.10)

где Qгр – тепловой поток на градирню, кВт;

ρw - удельная плотность воды, кг / м3 [8];

tw2-tw1 – подогрев воды в конденсаторе;

Сw - удельная теплоёмкость воды [8].

V = 931,649/(4,21⋅1000(30-28)) = 0,111.

Принимаем два водяных насоса К150-125-315 с объемной подачей одного насоса V = 0,055м3/с. Предусмотрен один насос в резерв.

Технические характеристики водяного насоса сведены в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики водяного насоса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Мощность, кВт | Частота вращения,  мин-1 | Размеры, мм | Масса, кг |
| К150-125-315 | 37 | 1450 | 1510×600×790 | 690 |

**3.11 Расчёт и подбор аммиачных насосов**

Подбор насосов осуществляем по объемной подаче на каждую температуру кипения.

Общую подачу насоса *V* , м3/ч, определяем по формуле (3.11) [9]:

 (3.11)

где о - тепловая нагрузка на камерные приборы охлаждения, работающих на одну температуру кипения, кВт;

n - кратность циркуляции жидкого хладагента, для систем с нижней подачей принимаем 4…6;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

67

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

ρ - удельная плотность жидкого хладагента, кг / м3 [8];

r- удельная теплота парообразования при данной температуре [8].

Для t0 = - 40 0С.

Объёмную подачу насоса V, м3/ч, определим по формуле 3.11.



Примем насос ЦГ 6,3/20-1,1-2 и один в резерв.

Для t0 = - 30 0С.

Объёмную подачу насоса V, м3/ч, определим по формуле 3.11.



Примем насос ЦГ 6,3/20-1,1-2 и один в резерв.

Для t0 = - 10 0С.

Объёмную подачу насоса V, м3/ч, определим по формуле 3.11.



Выберем насос ЦГ 6,3/20-1,1-2 и один в резерв. [9]

Технические характеристики аммиачного насоса сведены в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики аммиачного насоса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Мощность, кВт | Допускаемый кавитационный запас, м | Размеры, мм | Масса, кг |
| ЦГ 6,3/20-1,1-2 | 1,1 | 0,9 | 580×370×280 | 75 |

**3.12 Расчёт и подбор трубопроводов**

Диаметр  нагнетательного трубопровода общей магистрали определяем по формуле (3.12.1) [9]:

, (3.12.1)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

68

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

где Vд – действительная объемная производительность компрессора высокой ступени, м3/с;

[w] - скорость движения хладагента на стороне нагнетания, м/с, [w] = 25м/с. [9]

d=√4∙(0,087+0,114+0,038)/3,14∙25=0,110.

Принимаем стальную, бесшовную трубу с условным проходом d=125 мм

Расчет и подбор трубопровода на всасывание для температуры кипения 

Диаметр  всасывающего трубопровода определяем по формуле (3.12.2) [9]:

, (3.12.2)

где Vд – действительная объемная производительность компрессора высокой ступени, м3/с;

[w] - скорость движения хладагента на стороне всасывания, м/с, [w] = 15м/с.

d=√4∙0,232/(3.14 ⋅15)=140.

Принимаем стальную, бесшовную трубу с условным проходом d=150 мм. Примем изоляцию толщиной 60 мм. [7]

Расчет и подбор трубопровода на всасывание для температуры кипения 

Диаметр  всасывающего трубопровода определяем по формуле (3.12.2) [6]:

d=√4∙0,038/(3.14 ⋅15)=57.

Принимаем стальную, бесшовную трубу с условным проходом d=70 мм. Примем изоляцию толщиной 35мм. [7]

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

69

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**4 ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

70

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

В проектируемой установке применена насосно – циркуляционная аммиачная двухступенчатая схема с полным промежуточным охлаждением и переохлаждением холодильного агента в змеевике промежуточного сосуда, с нижней подачей аммиака в приборы охлаждения.

По технологическим нормам, применены три температуры кипения: t0 = -10ºC, t0 = -30ºC, t0 = -40oC. В схеме применены пять компрессорных винтовых агрегатов марки SABROE. Для работы на t0 = -40ºC применены винтовые агрегаты SAB 193S, SAB 120L, на t0 = -30ºC применены два винтовых агрегат SAB 193S, SAB 120E и на t0 = -10ºC один винтовой агрегат SAB 120S-M.

В компрессорном цехе установлены на t0 = -40ºC горизонтальный циркуляционный ресивер марки 0,75РД, на t0 = -30ºC горизонтальный циркуляционный ресивер марки 1,5РД и на t0 = -10ºC горизонтальный циркуляционный ресивер марки 0,75РД, два водяных горизонтальных аммиачных конденсатора марки АК660, дренажный ресивер марки AS – 1,5, линейный ресивер марки 2,5РВ, маслосборник 60 МЗС, маслоотделитель 80МА, два промежуточных сосуда марки 40 ПСзи 60 ПСз на температуру t0 = -40ºC и t0 = -30ºC соответственно, три водяных насоса марки К150-125-315 и шесть аммиачных насосов марки ЦГ6,3/20-1,1-2. Предусмотрен воздухоотделитель марки Purger GP2 для удаления воздуха из системы.

Система разводки трубопроводов в компрессорном цехе – верхняя. Способ подачи жидкого холодильного агента – при помощи аммиачных насосов. Подача холодильного агента в приборы охлаждения – нижняя.

Способ работы первого температурного режима t0 = -10ºC (одноступенчатое сжатие).

Винтовой компрессорный агрегат (SAB 110S-M) отсасывает пары из отделителя жидкости (70 ОЖ) и сжимает их до давления конденсации, нагнетая газ в общую магистраль в маслоотделитель (80МА), где происходит отделение масла от паров. Горячие пары поступают в водяные горизонтальные кожухотрубные конденсаторы (АК660), где пары конденсируются и образовавшаяся жидкость сливается в линейный ресивер (2,5РВ), а затем через регулирующую станцию попадает в циркуляционный ресивер (0,75РД) предварительно сдросселировавшись до давления кипения. Из циркуляционного ресивера жидкость аммиачными насосами подается в жидкостной коллектор, а от туда попадает в приборы охлаждения - воздухоохладители аммиачные серии (GDS и ADNH), где происходит кипение жидкого хладагента и пары через паровой коллектор поступают в отделитель жидкости, цикл повторяется.

Способ работы второго температурного режима t0 = -30ºC (двухступенчатое сжатие).

Винтовой компрессорный агрегат (SAB 193S) отсасывает пары из отделителя жидкости (150 ОЖ) и сжимает их до промежуточного давления, нагнетая в промежуточный сосуд (60 ПСз), где пары барбатируются и

охлаждаются, после чего винтовой компрессорный агрегат (SAB 120L) отсасывает пары из промежуточного сосуда и сжимает их до давления конденсации, нагнетая в общую магистраль в маслоотделитель (80МА), где происходит отделение масла от паров. Горячие пары поступают в водяные горизонтальные кожухотрубные конденсаторы (АК660), где пары конденсируются и образовавшаяся жидкость сливается в линейный ресивер (2,5РВ), через распределительную станции жидкость подаётся на регулирующую станцию, часть жидкости дросселируется перед промежуточным сосудом до промежуточного давления, а другая часть жидкости попадает в змеевик промежуточного сосуда, где переохлаждается и попадает в циркуляционный ресивер (1,5РД) предварительно сдросселировавшись до давления кипения. Из циркуляционного ресивера жидкость аммиачными насосами подается в жидкостной коллектор, а от туда попадает в приборы охлаждения - воздухоохладители аммиачные серии GDS, где происходит кипение жидкого хладагента и пары через паровой коллектор поступают в отделитель жидкости, цикл повторяется.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

71

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Способ работы третьего температурного режима t0 = -40ºC (двухступенчатое сжатие).

Винтовой компрессорный агрегат (SAB 193S) отсасывает пары из отделителя жидкости (150 ОЖ) и сжимает их до промежуточного давления, нагнетая в промежуточный сосуд (40 ПСз), где пары барбатируются и охлаждаются, после чего винтовой компрессорный агрегат (SAB 120Е) отсасывает пары из промежуточного сосуда и сжимает их до давления конденсации, нагнетая в общую магистраль в маслоотделитель (80МА), где происходит отделение масла от паров. Горячие пары поступают в водяные горизонтальные кожухотрубные конденсаторы (АК660), где пары конденсируются и образовавшаяся жидкость сливается в линейный ресивер (2,5РВ), через распределительную станции жидкость подаётся на регулирующую станцию, часть жидкости дросселируется перед промежуточным сосудом до промежуточного давления, а другая часть жидкости попадает в змеевик промежуточного сосуда, где переохлаждается и попадает в циркуляционный ресивер (0,75РД) предварительно сдросселировавшись до давления кипения. Из циркуляционного ресивера жидкость аммиачными насосами подается в жидкостной коллектор, а от туда попадает в приборы охлаждения - воздухоохладители аммиачные серии GDS, где происходит кипение жидкого хладагента и пары через паровой коллектор поступают в отделитель жидкости, цикл повторяется.

**4.1 Заполнение системы аммиаком**

Зарядку системы аммиаком производят через коллектор регулирующей станции, которая установлена на самой низкой температуре кипения (t0 = -40ºC ) по трубопроводу через вентиля. Баллоны присоединяются к вентилю стальной

трубкой накидной гайкой. При зарядке прекращается питание циркуляционных ресиверов из линейного ресивера, и подача аммиака производится из баллонов. Для того, чтобы из баллона выходила жидкость его кладут на деревянный лежак, вентилем вниз. Перемещение жидкости из баллонов наблюдают по обледенению трубки.

Также предусмотрена заправка системы из железнодорожных и автомо- бильных цистерн. Перемещение жидкого аммиака из цистерн происходит за счет разности давлений. Давление быстро выравнивается и для дальнейших перемещений разность давлений должна поддерживаться работающим компрессором. Также должен быть включен циркуляционный насос и пущена вода на конденсатор.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

72

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**4.2 Удаление масла из системы**

Выпуск осуществляется через маслосборник, для чего в маслосборнике понижают давление до давления всасывания открывая вентиль на линии понижении давления, путём подключения к отделителю жидкости на t0 = -40ºC.

Затем закрывают этот вентиль, открывается соответствующий вентиль и масло перемещают из аппаратов в маслосборник.

**4.3 Оттаивание снеговой шубы**

Во время проведения оттайки, закрывается вентиль на жидкостном коллекторе для подачи жидкого холодильного агента в камерные приборы.

Открывают вентиль в дренажном ресивере, вследствие чего жидкий аммиак стекает в дренажный ресивер. Оставшийся аммиак в приборах охлаждения выдавливается горячими парами, путем подачи их из маслоотделителя. При этом открывается вентиль на оттаивательных коллекторах и закрывается на паровом.

При оттаивании охлаждающих приборов давление, показываемое манометром на оттаивательном коллекторе ОК, не должно превышать значение испытательного давления, установленного для данных охлаждающих приборов.

Процесс оттаивания заканчивается, когда теплопередающая поверхность охлаждающих приборов освобождается от инея. Воздухоохладители камеры включают в режим охлаждения.

Собранный в дренажном ресивере хладагент выдерживается некоторое время для того, чтобы повысилась температура и произошло расслоение хладагента и масла. Масло из дренажного ресивера удаляют в маслосборник. А оставшийся жидкий хладагент передавливают в охлаждающие приборы, на линии подачи пара высокого давления, на линии подачи жидкого хладагента из линейного ресивера, после удаления жидкости из дренажного ресивера.

**5 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ**

**ГАЗИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Газирование – искусственный процесс насыщение напитка или продукта углекислым газом (СО2), который отличается приятным вкусом, освежающими свойствами, а также интенсивным и продолжительным выделением пузырьков газа. Газирование напитков проводится: механическим введением и растворением в жидкости технического углекислого газа (стоповые питьевые воды, фруктовые напитки, акратофорное шампанское, шипучие вина), когда напитки газируют под давлением в специальных аппаратах, либо насыщением напитка естественным углекислым газом, выделяющимся при брожении (бутылочное шампанское, пиво, квас).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

73

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Газирование находит своё применение при производстве вина. Вино обрабатывают холодом при температуре минус 2 - минус 5°С одновременно с адсорбированием взвешенных частиц в динамическом режиме при пропускании вина через поверхность адсорбента с находящимися на ней кристаллами винного камня и соотношении вино: адсорбент: винный камень, равном 90:9:1. Затем вино подвергают газированию при температуре плюс 4 - минус 1°С и избыточном давлении диоксида углерода 200-500 кПа. В газированное вино добавляют концентрированный сок в количестве 4-8% к объему вина и 1-3% к объему вина фракции ароматобразующих веществ, полученной при концентрировании сока. Предлагаемый способ позволяет повысить органолептические показатели готового продукта: вкусовые, стабильность и насыщенность диоксидом углерода, дегустационный балл повышается с 7,9-8,3 до 8,2-8,5. Стабильность повышается с 3 до 7 мес. Разработкой технологии занимались: Авакянц С.П., Черников Г.В. [12]

Газирование твёрдых или полутвердых продуктов (желе, пудинг, сладкому крему, йогурту). Данный способ предусматривает контактирование пищевого продукта с газообразной двуокисью углерода при перемешивании с низким сдвиговым усилием при температуре приблизительно 1,5 - 25ºС и давлении двуокиси углерода приблизительно от атмосферного давления до 758 КПа избыточного давления в течение 1 - 180 мин. Получают газированный твердый или полутвердый загущенный продукт, имеющий вязкость приблизительно 2000 - 200000 сПз при температуре приблизительно 1,5 - 25oС и уровень газированности, составляющий приблизительно 0,5 - 4,0 объема двуокиси углерода на объем продукта. Газирование осуществляют встряхиванием продукта в двуокиси углерода, или взбалтыванием продукта в двуокиси углерода, или путем подачи продукта насосом в двуокись углерода. Газирование можно также осуществлять путем подачи продукта насосом через перегородки в двуокись углерода или барботированием газообразной двуокиси углерода через продукт с использованием твердой двуокиси углерода с сублимацией. Данная технология позволяет повысить физико-химические показатели и вкусовые свойства продукта. Разработкой технологии газирование занимался Линн О.В. [13]

**5.1 Газирование соков**

Производство газированных соков удалось организовать только после разработки эффективных способов осветления соков с удалением большей части коллоидных веществ и насыщения соков диоксидом углерода при низких температурах (2 - 4ºС), как это практикуется для безалкогольных напитков. [6]

Снижению содержания коллоидных веществ в соке способствует разведение сока небольшим количеством сиропа, что улучшает органолептические показатели сока, так как диоксид углерода повышает его кислотность.

Сохранность газированных соков обеспечивается пастеризацией после фасовки в тару или добавлением химических консервантов.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

74

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Рассмотрим технологическую схему производства газированных соков.

Свежеотжатый яблочный сок после очистки и сепарирования поступает в сборник, откуда перекачивается через пластинчатый теплообменник в емкости с мешалками. Нагретый в теплообменнике до 50ºС сок обрабатывают ферментными препаратами с выдержкой в течении одного часа, перемешивают 15 минут, затем вносят 1%-ный раствор желатина при перемешивании и выдерживают в течении 1-2 часов. После отстаивания сок фильтруют на фильтр-прессе и направляют на смешивание с предварительно подготовленным сахарным сиропом и раствором лимонной кислоты.

Приготовленную смесь подогревают в трехсекционном теплообменнике до 98ºС и охлаждают до 30-40ºС для инактирования ферментов, после чего фильтруют через фильтр-картон. После фильтрования сок должен быть совершенно прозрачным без опалесцеиции. Прозрачный сок охлаждают в низкотемпературном охладителе до 2 - 4ºС и подают в сатуратор, для насыщения соков и напитков диоксидом углерода до 4 г/дм3 необходимо поддерживать рабочее давление в сатураторе не менее 0,3 МПа, а в сборнике для выравнивания – 0,4 МПа. Из сатуратора сок поступает на дозирование и розлив. [3]

Технологическая схема газирования соков представлена на рисунке 5.1.

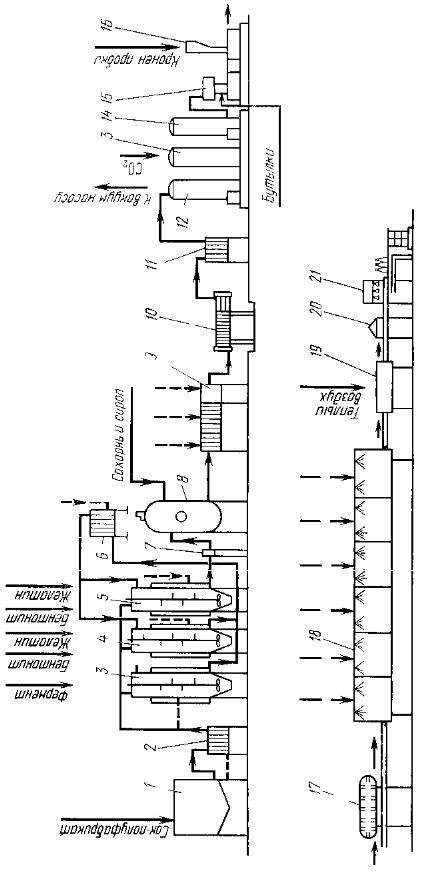


Рисунок 5.1 Технологическая схема производства газированных соков.

1 – сборник исходного сока; 2, 6, 9, 11 – теплообменник; 3,4,5 – ёмкости с мешалкой и рубашкой; 7 – фильтр; 8 – ёмкость для приготовления раствора сахара; 10 – фильтр-пресс; 12 – деаэратор; 13 – сатуратор; 14 – коррекционный сборник; 15 – дозировочно – разливочный блок; 16 – укупорочный блок; 17 – бракеражный автомат; 18 – туннельный оросительный пастеризатор; 19 – установка для подсушки бутылок; 20 – этикетировочная машина; 21 – автомат для укладки бутылок в ящики

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

75

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**5.2 Газирование безалкогольных напитков**

Газированные безалкогольные напитки – это насыщенные диоксидом углерода водные растворы смесей сахарного сиропа, плодово-ягодных спиртованных или натуральных соков, экстрактов плодово-ягодных и из растительного сырья (в том числе из хлебного), настоев цитрусовых спиртовых, настоев трав и пряностей, вин, эссенций ароматических пищевых, композиций концентратов для напитков и др. [2]

Производство газированных безалкогольных напитков показано на рисунке 5.2, состоит из следующих основных операций:

* подготовки сырья, состоящей из осветления и фильтрования соков;
* приготовления сахарного или инвертного сиропа;
* приготовления колера, купажного сиропа;
* фильтрования и умягчения воды, направляемой на сатурацию;
* приготовления купажных сиропов;
* насыщения воды или напитков диоксидом углерода;
* розлива напитков в бутылки, бракеража, наклейки этикеток и передачи готовой продукции на склад.

Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков (рисунок 5.2) включает: *1* – специализированный автотранспорт с жидким сахаром; *2*, *15*, *23*, *25*, *37*, *50а*, *57*, *60*, *62*, *65*, *67*, *70*, *72*, *81*, *87* – насосы; *3*, *16*, *39*, *84* – теплообменники; *4* – мерник; *5* – бактерицидные лампы; *6* – сборник для хранения жидкого сахара; *7* – мешки с сахаром; *8* – поддон; *9* – автопогрузчик; *10* – весы; *11* – ковшовый подъемник; *12* – промежуточный бункер для хранения сахара; *13* – сироповарочный котел; *14* – фильтр-ловушка; *17* – сборник для инверсии сахарозы; *18* – сборник для хранения инвертного сиропа; *19*–*22*, *27* – бочки с настоями, экстрактами, концентратами напитков, соками, композициями; *24* – сборник для соков; *26*, *73* – фильтры; *28* – ящики с кислотами; *29*–*35* – сборники-мерники; *36* – купажный чан; *38*, *63* – фильтры-прессы; *40* – сборник-мерник купажного сиропа; *41* – синхронно-смесительная установка; *42* – пустая стеклотара; *43* – автомобиль; *44* – ленточный конвейер; *45* – автомат для выемки бутылок из ящиков; *46* – пластинчатый конвейер; *47* – бутыломоечная машина; *48* – напорный сборник рабочего раствора щелочи; *49* – световой экран; *50* – сборник для отстоя щелочи; *51* – разливочный автомат; *52* – укупорочный автомат; *53* – бракеражный автомат; *54* – воронки для слива брака; *55* – промежуточный сборник; *56* – этикетировочный автомат; *58* – автомат для укладки бутылок в ящики; *59* – сборник для обработки брака; *61* – колонки для обесцвечивания брака; *64* – вакуум-аппарат; *66* – цистерна для концентрированной щелочи; *68* – напорный сборник для хранения щелочи; *69* – напорный сборник-мерник; *71* – сборник для приготовления рабочего раствора щелочи; *74* – автоцистерна для диоксида углерода; *75* – стационарная цистерна; *76* – станция газификации; *77* – гребенка; *78* – напорный сборник для воды; 79 – фильтр-песочник; *80* – промежуточный сборник; *82* – свечной керамический фильтр; *83* – сборник осветленной воды; *85* – колероварочный котел; *86* – сборник готового колера. [2]

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

76

АКЗ. 00.00.000. ПЗ



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

77

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Рисунок. 5.2 Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков

**5.2.1 Приготовление сахарного сиропа**

Белый сахарный сироп получают путем растворения сахара в воде, кипячения водного раствора сахара, фильтрования через фильтр-ловушку *14* и охлаждения сиропа в теплообменнике *16* (см. рис. 5.2). Варку сахарного сиропа осуществляют в сироповарочных котлах *13* (рис. 5.2.1). Продолжительность варки сахарного сиропа около 2 ч.



Рисунок 5.2.1 Сироповарочный котел

Данный аппарат представляет собой закрытый сосуд *4* цилиндрической формы со сферическим днищем *13* и плоской крышкой. Второе сферическое днище *12* образует паровую рубашку, оборудованную штуцером *15* для отвода газов, манометром и предохранительным клапаном. Пар под давлением 0,3 МПа поступает в рубашку через штуцер *5*, конденсат выводится через штуцер *11*. Аппарат оснащен якорной мешалкой *7* с приводом *2*. Вода подается в аппарат через штуцер *1*, вторичный пар отводится через трубу *3*. Готовый сироп спускают через штуцер 9, связанный с выпускным клапаном *8*, штурвалом *14* и винтовым устройством *10* для управления клапаном *8*. Аппарат установлен на трех опорах *6*. Скорость вращения мешалки 47 об/мин.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

78

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Сахарный сироп готовят горячим способом. При приготовлении сиропа в сироповарочный аппарат наливают воду и нагревают ее до кипения. Затем постепенно при непрерывном нагревании и размешивании вводят сахар. После горячего растворения сироп доводят до кипения, снимают образующуюся на поверхности пену (при уваривании сиропа в открытых аппаратах). Удаление пены обязательно, так как при розливе напитков в бутылки пена ухудшает их вкус и вызывает опалесценцию. Вместе с пеной удаляются и содержащиеся в сахаре загрязнения. [2]

Сироп кипятят при перемешивании в течение 30 мин для уничтожения слизеобразующих бактерий, более длительное кипячение может привести к ухудшению качества. Кипячение прекращают по достижении массовой доли сухих веществ в сиропе 60–65 %. Горячий сироп фильтруют в патронных или других фильтрах. В качестве фильтрующих материалов используют белую фланель, шинельное сукно, бельтинг, шелковое и капроновое полотно. Допускается использование мешочных фильтров. Часто используют сетчатые фильтры-ловушки. Затем сахарный сироп охлаждают до 10−20 °С в пластинчатых или противоточных трубчатых теплообменниках. В сиропе определяют содержание сухих веществ и направляют на хранение в эмалированные или алюминиевые сборники, оборудованные измерительными приборами. Сахарный сироп можно готовить и холодным способом. [2]

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

79

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**5.2.2 Приготовление сахарного колера**

Для окраски напитков в желтый или светло-коричневый цвет используется сахарный колер, приготовляемый из сахара путем обработки сахарозы при температуре 180–200 °С.

Приготовление колера осуществляют в колероварочных котлах, оборудованных электрическим обогревом (рисунок. 5.2.2), который состоит из двух цилиндров *3* и *4*, внутри корпуса расположен тигель *2*. Обогревается аппарат электрическим нагревателем *1*. Двумя полуосями *8* аппарат опирается на стойки каркаса. С помощью шестерней *6* и *7*, рукоятки *5* его можно поворачивать. Массу в аппарате перемешивают переносной мешалкой. Над аппаратом установлен вытяжной зонт. Аппараты, снабженные крышками, оснащают вытяжной трубой.

****

Рис. 5.2.2 Колероварочный аппарат

Для приготовления колера в предварительно нагретый аппарат заливают 1–2 % воды от массы загружаемого сахара и при работающей мешалке равномерно подают сахар. Смесь при перемешивании постепенно нагревают до 160−165 °C, сахар начинает плавиться и приобретает темно-коричневый цвет. Затем нагревание прекращают и при перемешивании осторожно добавляют горячую воду температурой 75−90 °С (около 8 % к массе сахара), включают обогрев и при температуре 180−200 °С выдерживают смесь до состояния, когда капля полученной массы, нанесенная на стекло, не будет растекаться. Приготовленный колер охлаждают до 60−65 °С, затем перегружают в сборник, где при работающей мешалке добавляют воду температурой 60−65 °С с таким расчетом, чтобы получить 79−81 %-й раствор. Выход колера, содержащего 20 % воды, составляет 108 % массы сахара. Потери сахара при приготовлении колера составляют 28−30 %. [2]

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

80

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**5.2.3 Насыщение напитков диоксидом углерода, розлив, бракераж, наклейка этикеток и передача готовой продукции на склад**

Степень насыщения напитков и воды диоксидом углерода зависит от температуры напитка и воды, давления, при которых проводится процесс насыщения, длительности контакта, поверхности обмена, наличия воздуха в диоксиде углерода и воде, конструкции оборудования, применяемого для насыщения. Растворимость диоксида углерода в воде зависит от температуры и давления.

Присутствие в воде воздуха снижает степень растворимости в ней диоксида углерода, в связи с чем перед насыщением она подвергается деаэрации на специальных аппаратах-деаэраторах. Скорость растворения диоксида углерода весьма существенно сказывается на степени насыщения воды. Медленное повышение рабочего давления в колонке насыщения позволяет увеличить степень насыщения воды. Медленное повышение рабочего давления в колонке насыщения позволяет увеличить степень насыщения воды или напитка диоксидом углерода, а главное – увеличить в растворе прочность его молекулярной связи с водой или напитком. В соответствии с действующими нормативами максимально допустимый расход диоксида углерода на 100 дал напитка составляет 19 кг.

Учитывая, что в напитках содержание диоксида углерода составляет 0,4 %, т. е. 4 кг в 100 дал напитка, потери диоксида углерода достигают практически 70−80 %. В целях повышения эффективности процесса при насыщении напитков или воды диоксидом углерода следует избегать перекачек насыщенных вод или напитков, применять коммуникации большой протяженности для передачи газированной воды от места насыщения до разливочной машины, перекачки с большим напором и большой скоростью, так как это приводит к дегазации напитков. Дегазация происходит также в момент отрыва колокольчика наполнителя от горлышка бутылки после налива и до момента укупоривания. Особо быстро дегазируется жидкость при перепадах ее давления. [2]

Так, при снижении давления в пределах 0,1−0,15 МПа жидкость теряет до 20 % потери растворенного в ней СО2, а при снижении давления до 0,3−0,4 МПа потери достигают 60 %. Практикой установлено, что наименьшие потери СО2 достигаются при перекачках жидкости, насыщенной со скоростью, не превышающей 1 дм/с.

Температура воды в процессе насыщения ее диоксидом углерода не должна превышать 4 °С. Охлажденная вода должна проходить наиболее короткий путь от холодильника до сатуратора. Во избежание нагревания трубопровод и сборники для охлажденной воды необходимо изолировать.

Диоксид углерода в напитки можно вводить двумя способами: насыщением охлажденной и деаэрированной воды с последующим введением ее в бутылки, залитые определенной дозой купажного сиропа с последующим розливом уже насыщенного напитка. Насыщение воды осуществляется в аппаратах периодического (в объемно-смесительных сатураторах) и непрерывного (в синхронно-смесительных установках) действия, исключая искусственно минерализованные воды, которые могут быть насыщены и тем и другим способом. Насыщение напитков осуществляется только в аппаратах непрерывного действия.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

81

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

При розливе газированных напитков выполняют следующие операции: вводят в бутылки определенную дозу купажного сиропа, а затем газированной воды разливочным автоматом *51*; укупоривают заполненные напитком бутылки на автомате *52*; размешивают смесь купажного сиропа и газированной воды; осуществляют бракераж готовой продукции на автомате *53*, этикетирование на автомате *56*; укладывают бутылки в ящики с помощью автомата *58* (см. рис. 5.2) и передают продукцию на склад.

Перед использованием в производстве купажный сироп охлаждают до температуры 10 °С, выдерживают в течение 2−4 ч для удаления пузырьков воздуха.

Во избежание расслаивания купажного сиропа и образования осадка взвешенных частиц купажный сироп рекомендуется периодически перемешивать и до, и во время дозировки. Дозировка купажного сиропа в бутылки осуществляется автоматически сироподозировочными машинами. Налив сиропа производится по объему. В связи с тем, что от дозы сиропа зависит содержание сухих веществ в напитке, а следовательно, соответствие или несоответствие его требованиям стандартов, мастер на участке розлива в течение всей смены должен тщательно следить за правильностью работы наливных кранов сироподозировочной машины, систематически контролируя точность дозировки каждого стакана машины и температуру сиропа.

Наполнение бутылок газированной водой или готовым напитком осуществляется в изобарических условиях на отечественных и зарубежных автоматических разливочных машинах. На небольшом числе мелких предприятий наполнение бутылок газированной водой производится на полуавтоматических педальных и ручных разливочно-укупорочных машинах.

Температура газированной воды при наливе в бутылку должна быть не выше 4 °С, а готового напитка − не выше 10 °С.

Для предотвращения выброса напитка из бутылок вследствие дегазации поступающие на розлив бутылки должны быть обмыты холодной водой.

Бутылки, наполненные безалкогольными напитками, во избежание потерь диоксида углерода должны немедленно подаваться к укупорочной машине для их укупорки. [2]

Для герметизации бутылок используются полиэтиленовые пробки и кронен-пробки, которые перед употреблением засыпают в лари с сетчатым дном, что способствует отсеиванию посторонних включений.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

82

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Укупорка бутылок с напитками, предназначенными для пастеризации (квасные напитки), производится кронен-пробкой с прокладкой из поливинилхлоридной пасты. При укупорке бутылок, подлежащих пастеризации, необходимо обращать внимание на полноту налива бутылки и обеспечение полной герметизации бутылок. Объем газового пространства в бутылках, предназначенных для пастеризации, вместимостью 0,5 дм3 должен быть не менее 20 см3; вместимостью 0,33 дм3 − не менее 14 см3.

После герметизации бутылки с напитком, приготовленным методом дозирования купажного сиропа в бутылку с последующим заливом ее газированной водой, передаются на перемешивающий автомат. Для повышения стойкости квасов бутылочного разлива с 3−5 суток до 30−90 суток бутылки с этими напитками подвергаются пастеризации. [2]

**5.3 Газирование мороженого**

Технология производства газированного мороженого представлена на листе 5 формата А1. Помимо стандартных элементов линии по производству мороженого, для получения газированного мороженого необходимо установить деаэратор 8, вакуумный насос 9, баллон с углекислотой 10, сатуратор 11.

Деаэратор 8 необходим для удаления из смеси растворенных газов, в основном воздуха. Работа вакуум-насоса 9 создающего низкое давление и большая свободная поверхность способствуют хорошему удалению воздуха.

Сатураторы 11 нужны для газирования смеси мороженого. Три сатуратора 11необходимы для того, что бы направить углекислый газ, не усвоенный в первом сатураторе во второй и затем в третий. Таким образом, значительно можно уменьшить потери углекислоты. После сатураторов 11 газированная смесь мороженного направляется во фризер 12 для замораживания.

Низкая температура смеси также способствует усвоению углекислоты.

Газирование мороженого производится для улучшение физико-химических показателей и улучшения свойств продукта.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

83

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

В дипломном проекте хладокомбината ёмкостью 4000 тонн в городе Москва была спроектирована планировка холодильных камер, компрессорного цеха и вспомогательных помещений, подобрана изоляция, удовлетворяющая условиям работы при данных температурах, произведен расчёт теплопритоков, расчёт основного и вспомогательного оборудования. В специальной части была разработана система газирования пищевых продуктов.

При проектировании планировки хладокомбината, были учтены назначения камер, расположение было выбрано с учётом направления ветра.

Компрессорный цех был спроектирован с учётом требований техники безопасности, предъявляемые к аммиачным холодильным установкам.

Разводка трубопроводов и подбор оборудования в компрессорном цехе были выбраны так, что бы обеспечивать безопасную и надежную эксплуатацию холодильной установки.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

84

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

1. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Холодильные и компрессорные машины и установки”. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.:Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 622 с., ил.
2. Радионова И.Е.Технология производства безалкогольных напитков и кваса: Учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 105 с.
3. Самсонова А.Н., Ушева В.Б. Фруктовые и овощные соки (Техника и технология) – 2 е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990 – 287 с.: ил.
4. СНиП II 23-01-99 Строительная климатология. Введ. 01.01.2000.-М.: Госстрой России, 1999.-71 с.
5. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин: Учеб. пособие для вузов по специальности “Хлодильные и компрессорные машины и установки”/Е.М. Бамбушек, Н.Н. Бухарин, Е.Д. Герасимов и др.; Под общ. ред. И.А. Сакуна. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 423 с.: ил.
6. Технология безалкогольных и слабоалкогольных напитков. Проф. П.М. Мальцев и доц. М.В. Зазирная, 1970 г., стр 356.
7. Холодильные машины: Учебник для студентов втузов специальности ”Техника и физика низких температур”/А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, И.А. Сакун, Л.С. Тимофеевский; Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 1997. – 992 с.: ил.
8. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: справочник / Богданов С.Н., Бурцев С.И., Иванов О.П., Куприянова А.В. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999.-320 с.
9. Холодильные установки. Основы проектирования: учебное пособие / Н.А. Комарова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово, 2012.-368 с.
10. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М.: Агропромиздат, 1989.
11. <http://www.cooltech.ru/spares/sabroe/spiral/sab110>
12. <http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru>
13. <http://www.findpatent.ru/patent/218/2182795.html>
14. <http://www.guntner.su/files/File/AGHN-rus.pdf>
15. <http://www.guntner.su/files/File/GDS-rus.pdf>
16. <http://www.used-refrigeration.com/wp-content/uploads/2012/03/SAB110-leaflet.pdf>
17. <http://www.xiron.ru/content/view/30258/28/>
18. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Москва>

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

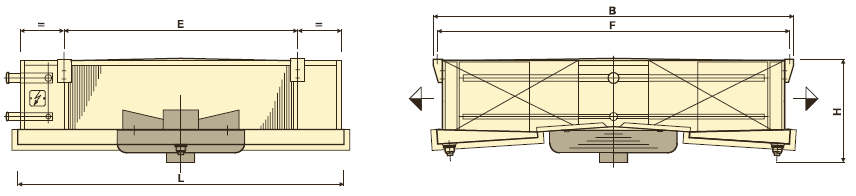
Лист

85

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Приложение А

Технические показатели аммиачных воздухоохладителей серии GDS



Изм.

Лист

№ докум.

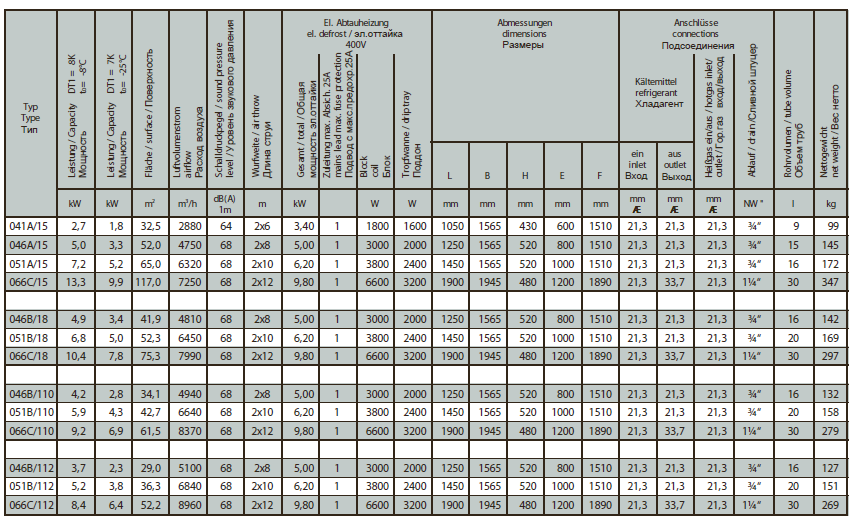
Подпись

Дата

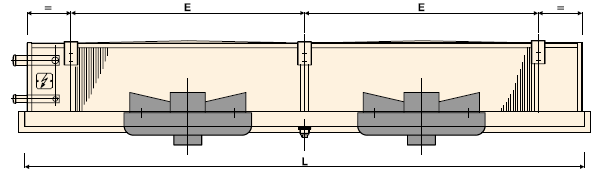
Лист

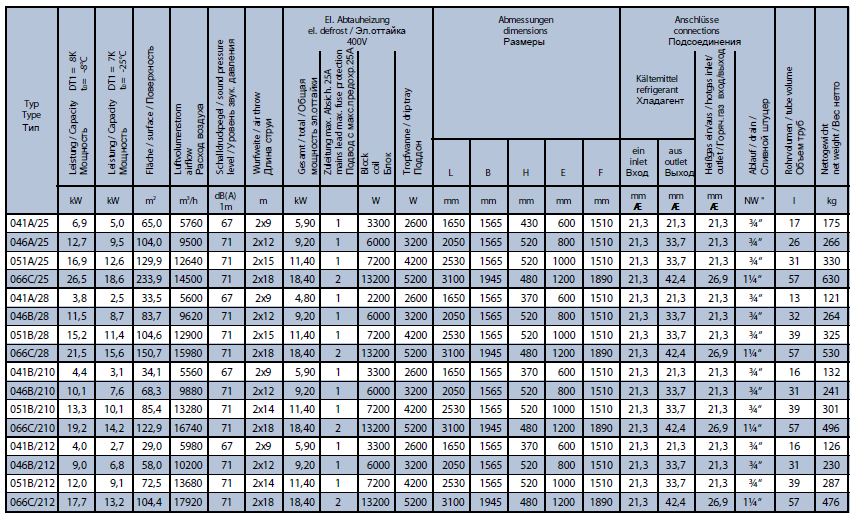
86

АКЗ. 00.00.000. ПЗ



Продолжение приложения А





Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

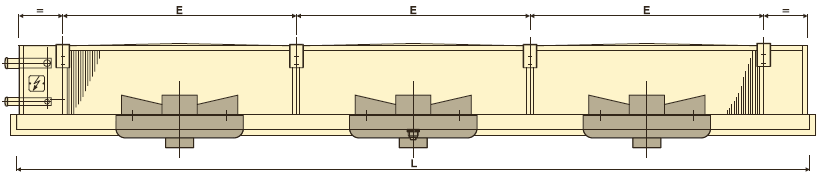
Дата

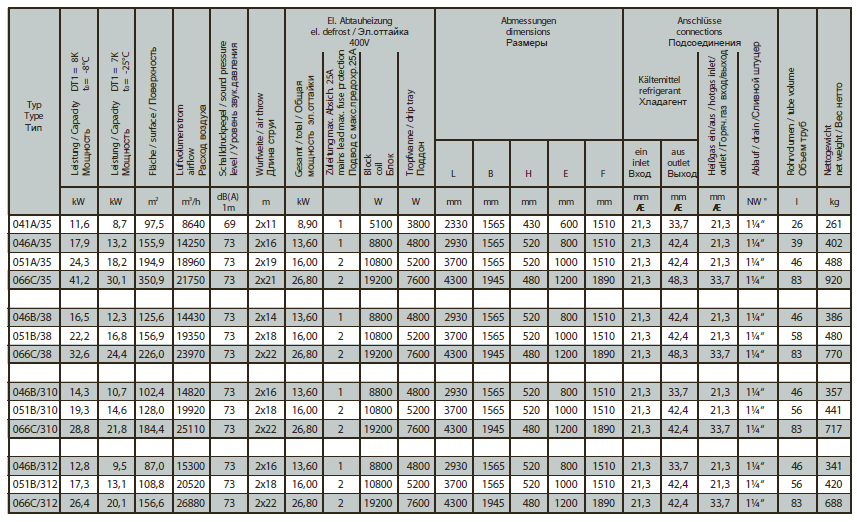
Лист

87

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Продолжение приложения А





Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

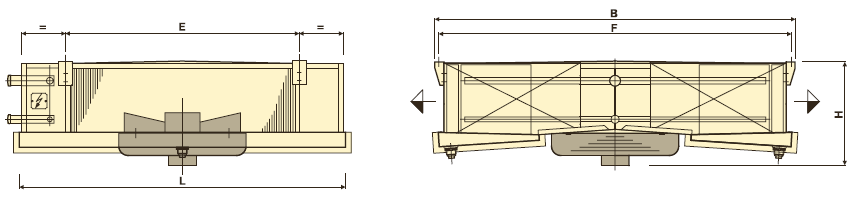
Дата

Лист

88

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Приложение Б

****

Изм.

Лист

№ докум.

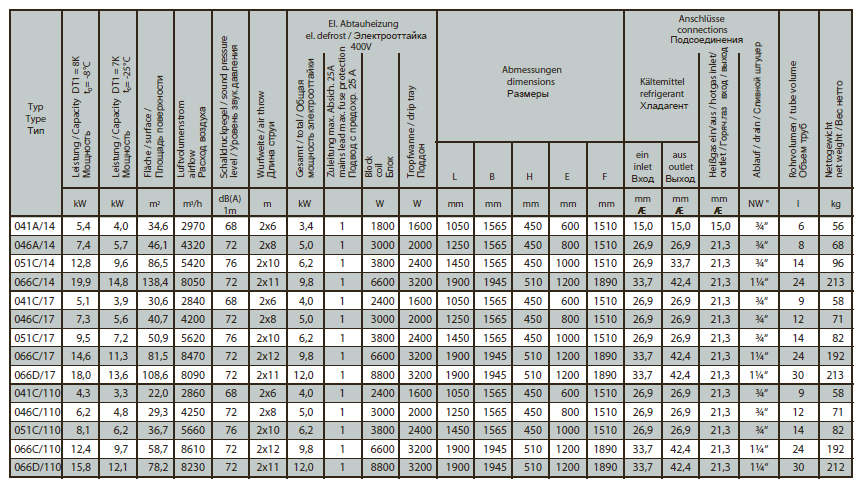
Подпись

Дата

Лист

89

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

****

**Тип отчета: О типах отчетов**

**Источник Ссылка на источник Коллекция/модуль поиска Доля в отчёте Доля в тексте**

**[1] Реферат: Выбор плани... http://fan-5.ru/entry/work-229359.php Интернет (Антиплагиат) 4.47% 4.47%**

**[2] Реферат: Производств... http://bestreferat.ru/referat-189138.html Интернет (Антиплагиат) 2.82% 2.82%**

**[3] Производство кваса http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625a3ad68b4d43... Интернет (Антиплагиат) 0% 2.71%**

**[4] ермолаева г.а., колч... http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec227... Интернет (Антиплагиат) 0.03% 2.58%**

**[5] Производство кваса -... http://referat7.ru/refs/source/ref666-18315.html#1 Интернет (Антиплагиат) 0% 2.28%**

**[6] Безалкогольные напит... http://works.doklad.ru/view/LREEqXhKHvE/all.html#2 Интернет (Антиплагиат) 1.91% 2.01%**

**[7] Технология и оборудо... http://www.mgupp.ru/wp-content/uslugi/2011/%D0%9C%D0%93%D0%A... Интернет (Антиплагиат) 0.01% 1.74%**

**[8] Тема 4. РАСЧЕТ ТЕП... http://bib.convdocs.org/v29467/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%8... Интернет (Антиплагиат) 1.13% 1.48%**

**[9] Источник 9 http://bib.convdocs.org/v29467/?download=2#3 Интернет (Антиплагиат) 1.47% 1.47%**

**[10] Комарова Н.А. Холоди... http://bib.convdocs.org/v29467/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%8... Интернет (Антиплагиат) 1.11% 1.4%**

**[11] Проект завода безалк... http://otherreferats.allbest.ru/cookery/00160913\_0.html Интернет (Антиплагиат) 1.17% 1.2%**

**[12] Тема 3. ИЗОЛЯЦИЯ ОХЛ... http://bib.convdocs.org/v29467/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%8... Интернет (Антиплагиат) 0.98% 1.18%**

**[13] Сборник главных прав... http://ref365.ru/ref\_1a94529cbfc7197cdf0eba47e1d3fa06.html#4 Интернет (Антиплагиат) 0.61% 1.07%**

**[14] Источник 14 http://bib.convdocs.org/v29467/?download=2#2 Интернет (Антиплагиат) 0.58% 0.58%**

**[15] Программа- 8. Справо... http://uchebana5.ru/cont/1336969-p2.html Интернет (Антиплагиат) 0.57% 0.57%**

**[16] Источник 16 http://bib.convdocs.org/v29467/?download=2#1 Интернет (Антиплагиат) 0.43% 0.51%**

**[17] Дипломная: "Автомати... http://sinp.com.ua/work/87979/Avtomatizaciya-xolodilnoj-usta... Интернет (Антиплагиат) 0.49% 0.49%**

**[18] Учебно-методические ... http://bib.convdocs.org/v29467/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%8... Интернет (Антиплагиат) 0.4% 0.48%**

**[19] Проект распределител... http://bibliofond.ru/view.aspx?id=655440#1 Интернет (Антиплагиат) 0.22% 0.36%**

**[20] Охлаждаемый склад дл... http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625a2ac68b5d43... Интернет (Антиплагиат) 0.05% 0.15%**

**Пересчитать**

**Другие действия**

**Печать**

**Оригинальные блоки: 81.54%**

**Заимствованные блоки: 18.46%**

**Заимствование из "белых" источников: 0%**

**Итоговая оценка оригинальности: 81.54%**