

Отчет о проверке [Вернуться в кабинет](#)

Уважаемый пользователь!

Обращаем ваше внимание, что система Антиплагиат отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение. Также важно отметить, что система находит источник заимствования, но не определяет, является ли он первоисточником.

Информация о документе:

Имя исходного файла: prz.docx
Имя компании: Кемеровский Технологический институт пищевой промышленности
Тип документа: Прочее
Имя документа: Зеленов
Дата проверки: 17.06.2016 09:57
Модули поиска: Кольцо вузов, Диссертации и авторефераты РГБ

Текстовые

статистики:

Индекс читаемости: сложный
Неизвестные слова: в пределах нормы
Макс. длина слова: в пределах нормы
Большие слова: в пределах нормы

Тип отчета: [О типах отчетов](#)

<input checked="" type="checkbox"/>	Источник	Ссылка на источник	Коллекция/ модуль поиска	Доля в отчёте	Доля в тексте
<input checked="" type="checkbox"/>	[1] Дипломы 2014 года вы...		Кольцо вузов	5.98%	5.98%
<input checked="" type="checkbox"/>	[2] Левина, Наталья Нико...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002870000/rsl01002870...	Диссертации и авторефераты РГБ	5.79%	5.79%
<input checked="" type="checkbox"/>	[3] Лунин, Алексей Анато...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002627000/rsl01002627...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.79%	1.49%
<input checked="" type="checkbox"/>	[4] Дипломы 2014 года вы...		Кольцо вузов	1.4%	1.4%
<input checked="" type="checkbox"/>	[5] Гаплевская, Нина Мих...	http://dlib.rsl.ru/rsl01006000000/rsl01006757000/rsl01006757...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.85%	0.85%
<input checked="" type="checkbox"/>	[6] Паринов, Дмитрий Бор...	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004330000/rsl01004330...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.26%	0.55%
<input checked="" type="checkbox"/>	[7] Караваева, Елена Юрь...	http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005477000/rsl01005477...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.27%	0.36%
<input checked="" type="checkbox"/>	[8] Савельев, Игорь Дмит...	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004903000/rsl01004903...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.07%	0.33%
<input checked="" type="checkbox"/>	[9] Кустова, Татьяна Пав...	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004825000/rsl01004825...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.32%
<input checked="" type="checkbox"/>	[10] Попов, Андрей Дмитри...	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004059000/rsl01004059...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.25%
<input checked="" type="checkbox"/>	[11] Ивина, Оксана Анатол...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002852000/rsl01002852...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.24%
<input checked="" type="checkbox"/>	[12] Рыльская, Лариса Ана...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002324000/rsl01002324...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.23%	0.23%
<input checked="" type="checkbox"/>	[13] Чубаков, Андрей Григ...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002743000/rsl01002743...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.22%
<input checked="" type="checkbox"/>	[14] Лазуткина, Светлана ...	http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005571000/rsl01005571...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.17%
<input checked="" type="checkbox"/>	[15] Каменских, Александр...	http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003497000/rsl01003497...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.14%
<input checked="" type="checkbox"/>	[16] Белозеров, Антон Гео...	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004597000/rsl01004597...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.12%
<input checked="" type="checkbox"/>	[17] Лобачева, Таисия Пет...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002870000/rsl01002870...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.11%
<input checked="" type="checkbox"/>	[18] Терещук, Любовь Васи...	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002287000/rsl01002287...	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.1%
<input checked="" type="checkbox"/>	[19] Арамисов.doc		Кольцо вузов	0.08%	0.08%
<input checked="" type="checkbox"/>	[20] Пазухин, Андрей Влад...	http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003416000/rsl01003416...	Диссертации и авторефераты РГБ	0.08%	0.08%
<input checked="" type="checkbox"/>	[21] 2015 РОАТ ЗТС-6 Анис...		Кольцо вузов	0.07%	0.07%

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5

1 Техничко-экономическое обоснование проекта 6

2 Конструкторско-технологическая часть 7

2.1 Планировка холодильника 7

2.2 Расчет толщины теплоизоляционного слоя 15

2.2.1 Наружные стены 15

2.2.2 Покрытие охлаждаемых камер 17

2.2.3 Полы охлаждаемых камер 18

2.2.4 Внутренние стены 19

2.2.5 Внутренние перегородки 20

2.3 Определение теплопритоков 24

2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции 24

2.3.2 Теплоприток от грузов при холодильной обработке 26

2.3.3 Теплоприток при эксплуатации камер 27

2.4 Расчёт и подбор оборудования холодильной установки 37

2.4.1 Определение режимов работы холодильной установки 37

2.4.2 Подбор компрессоров 38

2.4.3 Подбор конденсатора 41

2.4.4 Подбор камерных приборов охлаждения 42

2.5 Расчет и подбор ресиверов 48

2.5.1 Расчет и подбор циркуляционного ресивера 48

2.5.2 Расчёт и подбор линейного ресивера 51

2.5.3 Расчёт и подбор дренажного ресивера 52

2.6 Расчёт и подбор маслоотделителя и маслоборника 52

2.7 Расчёт и подбор аммиачных насосов 53

2.8 Расчёт и подбор водяных насосов 54

2.9 Подбор градирни 55

2.10 Расчёт трубопроводов 56

2.11 Описание схемы холодильной установки 57

3 Анализ режимов термической обработки и хранения масложировой продукции 59

Заключение 67

Литература

Приложения

◆◆ВЕДЕНИЕ

Искусственный холод является неотъемлемой частью технической базы распределительного холодильника. От состояния холодильного хозяйства во многом зависит развитие технического прогресса.

В целях повышения эффективности холодильного хозяйства, необходимо лучше использовать его основное производство (внедрение новой технологически прогрессивного холодильного оборудования, автоматизация холодильной установки, замена и модернизация устаревшего холодильного оборудования).

Холодильная техника в настоящее время представляет собой высокоразвитую отрасль промышленности, способную удовлетворить самые разнообразные требования, возникающие в связи с необходимостью отводить теплоту от различных объектов при температурах ниже температуры окружающей среды.

Задачей данного проекта является разработка холодильной установки распределительного холодильника емкостью 6500 т в городе Барнаул.

При этом уделить внимание к снижению удельных капитальных затрат на строительство и монтаж холодильного оборудования

1 Техничко-экономическое обоснование проекта

В данном дипломном проекте разработан проект распределительного холодильника ёмкостью 6500 т. расположенном в городе Барнаул Алтайского края.

Город расположен на юге Западной Сибири в месте впадения реки Барнаулки в Обь. Город краевого значения и центр Барнаульской агломерации. Градообразующими отраслями промышленности являются: нефтехимическая отрасль, черная и цветная металлургия, пищевая промышленность.

Значение искусственного холода особенно важно при производстве мясных продуктов, так как мясная промышленность - одна из основных отраслей пищевой промышленности России. По удельному весу валовой продукции она занимает второе место после хлебопекарной. Сохранение качества мясных продуктов и сокращение потерь зависит от технического уровня холодильного предприятия, его оснащенности современным оборудованием и применением прогрессивных методов термической обработки и хранения пищевых продуктов.

Средняя зимняя температура воздуха $t_{в} = -13$ оС, средняя летняя температура воздуха $t_{в} = +15$ оС.

В процессе холодильной обработки необходимо поддерживать определенные температурные режимы:

— при замораживании: $t_{кам} = -30$ оС;

— при хранении замороженных продуктов: $t_{кам} = -20$ оС;

— универсальные камеры $t_{кам} = 0/-20$ оС.

Предполагается, что необходимые температурные режимы в камерах холодильника будут поддерживаться с помощью аммиачной компаундной насосно-циркуляционной системы непосредственного охлаждения с параллельным сжатием и последовательным дросселированием холодильного агента. Применение насоса и компаундного циркуляционного ресивера усиливает циркуляцию жидкого холодильного агента, что повышает эффект саморегулирования подачи, увеличивает значение коэффициента теплопередачи, равномерное распределение хладагента по приборам охлаждения. Предполагаемая система охлаждения данного проекта позволит снизить эксплуатационные и энергетические затраты. В проекте предполагается получить дополнительный эффект за счет установки винтовых маслозаполненных компрессоров. В проектируемой установке применим воздушный воздухоохладители установлены в камерах хранения замороженных продуктов, универсальных камерах, так как эти камеры могут работать в двух режимах, как камеры хранения охлаждённых продуктов, так и как камеры хранения замороженных продуктов, так же на данном предприятии предусмотрены камеры замораживания продуктов. Воздухоохладители характерны интенсивной циркуляцией воздуха. В систему воздухоотделения предполагается включить аппарат с периодическим процессом удаления воздуха АВ-4. Особенностью автоматизации выпуска воздуха в этом воздухоотделителе является отсутствие электрических приборов.

2. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Планировка холодильника

Распределительный холодильник состоит из следующих основных частей: главного корпуса, включающего охлаждаемый склад с теплоизолированными наружными ограждениями, блок служебных помещений и машинное отделение, примыкающие к одной из торцевых стен охлаждаемого склада, а также транспортные платформы, примыкающие к охлаждаемому складу с фронтальных сторон; административно – бытового корпуса.

Принимаем одноэтажную планировку холодильника. Преимущества одноэтажного холодильника - высокий уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ, позволяющих значительно уменьшить стоимость проведения грузовых работ. Использование сборных унифицированных железобетонных конструкций позволяет сократить время строительства.

Наружные стены из железобетонных плит, с торца здания располагается машинное отделение, служебные и бытовые помещения, с северной стороны здания находится железнодорожная платформа, а с южной авто-платформа. Размер сетки колонн 6 12 м [2], ширина транспортного коридора составляет 6 м.

Основную площадь холодильника занимают камеры хранения замороженных продуктов - 75%, универсальные камеры - 25% и камеры замораживания - 0,6%, от общей ёмкости холодильника[4].

Площадь вспомогательных помещений принимают равной $F_{охл} (0,2 \div 0,4)$, а площадь машинного отделения - $(0,05 \div 0,35) F_{охл}$ [4].

Поступление и выпуск грузов находятся по величине оборачиваемости В, которая определяется количеством оборотов сменяемых грузов в течении года. Для распределительных холодильников оборачиваемость $V = 4 \div 6$ год [1].

Количество поступающих ежедневно грузов $G_{пост}$, т/сут, определяется по формуле(2.1) [1]:

$$, (2.1)$$

где $m_{пост}$ - коэффициент неравномерности поступления грузов, $m_{пост} = 1,5 \div 2,5$ [1];

Количество ежедневно выпускаемых грузов $G_{вып}$, т/сут, определяется по формуле (2.2) [1]:

$$, (2.2)$$

где $m_{вып}$ - коэффициент неравномерности выпуска грузов, $m_{вып} = 1,1 \div 1,5$ [1];

Ёмкость камер хранения замороженных продуктов $E_{к.хр.}$, т, определяется по формуле (2.3) [1]:

$$E_{к.хр.} = 0,75 E_{хол}, (2.3)$$

$$E_{к.хр.} = 0,75 6500 = 4875$$

Площадь камер хранения замороженных продуктов $F_{к.хр.}$, м², определяем по формуле (2.4) [3]:

$$, (2.4)$$

где q_v – норма нагрузки на 1м^3 , $\text{т}/\text{м}^3$;

h гр. – грузовая высота камеры, м ;

– коэффициент использования строительной площади камеры.

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле (2.5) [31]:

, (2.5)

где $f_{стр}$ – строительная площадь одного прямоугольника при принятой сетки колонн, м^2 .

Принимаем 48 строительных прямоугольника.

Ёмкость универсальных камер $Ek.хр.$, т , определяется по формуле (2.6):

$Ek.хр=0,25 \text{ Ехол}$, (2.6)

$Ek.хр=0,25 \cdot 6500=1625$

Площадь универсальных камер $F_{к.ун.}$, м^2 определяем по формуле (2.4) [31]:

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле (2.5) [31]:

Принимаем 20 строительных прямоугольников.

Ёмкость камер термообработки $Ek.то.$, т , определяется по формуле (2.7):

$Ek.то=0,006 \text{ Ехол}$, (2.7)

$Ek.то=0,006 \cdot 6500=39$

Площадь камер термообработки $F_{к.то.}$, м^2 определяем

по формуле (2.8) [3]:

(2.8)

где M – суточная производительность камер замораживания, $\text{т}/\text{сут}$;

t – продолжительность цикла холодильной обработки (оборачиваемость камеры), включая время на холодильную обработку, загрузку и выгрузку грузов, оттаивание камерных приборов и т.п., ч; $t=24\text{ч}$;

qF – норма загрузки на 1 м^2 строительной площади камеры, $\text{т}/\text{м}^2$; [1]

$qF=0,2 \text{ т}/\text{м}^2$.

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле (2.5) [31]:

Принимаем 3 строительных прямоугольника.

Общая площадь основных камер хранения $F_{о.к.хр.}$, м^2 , равна сумме площадей камер хранения замороженных продуктов $F_{к.хр.}$, м^2 [3]:

$F_{о.к.хр}= F_{к.хр.}$,

$F_{о.к.хр}=3472\text{м}^2$

Площадь вспомогательных помещений $F_{всп.}$, м^2 определяем по формуле (2.9) [3]:

, (2.9)

Требуемая площадь машинного отделения $F_{мо.}$, м^2 , определяем по формуле (2.10) [3]:

, (2.10)

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле (2.5) [31]:

Принимаем 4 строительных прямоугольника.

Требуемая площадь служебных помещений $F_{сл.}$, м^2 , определяем по формуле (2.11) [3]:

, (2.11)

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле (2.5) [3]:

Доставка грузов на холодильник осуществляется автомобильным – 30%, и железнодорожным транспортом – 70% [3].

Длину автомобильной платформы L_a , м, рассчитаем по формуле (2.12) [1]:

(2.12)

где $n_{авт}$ – число автомашин, которые должны прибывать за сутки;

$b_{авт}$ – ширина кузова автомашины, м, $b_{авт} = 4\text{м}$;

$\psi_{см.}$ – доля от общего числа машин, прибывающих в течении первой смены,

$\psi_{см}= 0,8$;

$n_{авт}$ – коэффициент неравномерности прибытия автомобилей по отношению к их среднечасовому количеству, $n_{авт} = 1,5$;

$t_{авт}$ – время загрузки или разгрузки одного автомобиля, $t = 0,6 \text{ ч}$.

Число автомашин $n_{авт}$, шт, которые должны прибывать за сутки рассчитаем по формуле (2.13) [1]:

, (2.13)

где $G_{авт}$ – количество поступающего или выпускаемого груза посредством автомобилей, $\text{т}/\text{сут}$;

$g_{авт}$ – грузоподъемность автомобиля, $g_{авт} = 3\text{т}$;

$\eta_{авт}$ – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля,

$\eta_{авт} = 0,6$.

Количество грузов поступающих и вывозимых автотранспортом, рассчитываем по формуле (2.14) [3]:

(2.14)

Принимаем $n_{авт} = 57$ автомобилей в сутки.

Принимаем длину автомобильной платформы $L_{авт} = 120 \text{ м}$.

Длину железнодорожной платформы $L_{жд}$, м, рассчитаем по формуле (2.15) [1]:

, (2.15)

где $n_{ваг}$ – число вагонов, которые должны прибывать за сутки;

$l_{ваг}$ – длина вагона, м, $l_{ваг} = 22 \text{ м}$;

$m_{ваг}$ – коэффициент неравномерности подачи вагонов, $m = 1,5$;

Π – число подач вагонов в сутки, $\Pi = 3$.

Число вагонов $n_{ваг}$, шт., которые должны прибывать за сутки рассчитаем по формуле (2.16) [1]:

, (2.16)

где $G_{жд}$ – максимальное количество груза в сутки, перевозимого из холодильника, $\text{т}/\text{сут}$;

–коэффициент использования грузоподъемности вагона,

$=0,75$,

$g_{ваг}$ – грузоподъемность вагона,

$g_{ваг} = 30 \text{ тонн}$.

Максимальное количество груза в сутки, поступающего в холодильник по железной дороге $G_{жд}$, т , рассчитаем по формуле (2.17) [1]:

, (2.17)

принимаем $n_{ваг} = 9$ вагонов в сутки.

Принимаем длину железнодорожной платформы такой, чтобы железнодорожная платформа могла вместить за один раз секцию, состоящую из пяти вагонов, то есть $L_{жд} = 120 \text{ м}$.

Планировка холодильника приведена на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 Планировка распределительного холодильника.

Таблица 1.1 Экспликация помещений холодильника

Поз.

Наименование

Кол.

Примеч.

I

Универсальная камера хранения ОС

1

$F=382,5$

II

Универсальная камера хранения ОС

1

F=382,5
III
Универсальная камера хранения 0С
1
F=382,5
IV
Универсальная камера хранения 0С
1
F=382,5
V
Экспедиция
1
F=376,6
VI
Камера хранения птицы 0С
1
F=304,7
VII
Камера хранения птицы 0С
1
F=290,4
VIII
Камера хранения птицы 0С
1
F=290,4
IX
Камера хранения субпродуктов 0С
1
F=290,4
X
Камера хранения субпродуктов 0С
1
F=300,1
XI
Камера хранения говядины 0С
1
F=304,7
XII
Камера хранения говядины 0С
1
F=290,4
XIII
Камера хранения говядины 0С
1
F=290,4
XIV
Камера хранения говядины 0С
1
F=290,4
XV
Камера хранения мороженого 0С
1
F=300,1
XVI
Камера хранения дефектных грузов 0С
1
F=151,5
XVII
Камера хранения фасованного масла 0С
1
F=151,5
XVIII
Камера хранения свинины в блоках 0С
1
F=290,4
XIX
Камера замораживания мяса 0С
1
F=111,4
XX
Камера замораживания мяса 0С
1
F=111,4
XXI
Камера хранения свинины в блоках 0С
1
F=290,4
XXII
Камера хранения свинины в блоках 0С
1
F=300,1
XXIII
Загрузочно-разгрузочная камера 0С
1
F=71,04
XXIV
Транспортный коридор
3
XXV
Железнодорожная платформа
1
XXVI

Автомобильная платформа

1

XXVII

Служебные помещения

1

XXVIII

Компрессорный цех

1

2.2 Расчет толщины теплоизоляционного слоя ограждений

Принимаем, что здание холодильника - каркасного типа из унифицированных сборных железобетонных элементов; колонны сечением 400x400 мм, стропильные балки односкатные длиной 12 м и высотой 890 мм. Высота камер до низа балки 6 м. Покрытие бесчердачного типа. Кровельные плиты длиной 6 м и толщиной полки 220 мм. Полы с электрообогревом

грунта [2].

Принимаем, что все наружные стены здания выполнены из вертикальных железобетонных панелей с утеплителем из пенопласта полистирольного ПСБ-С.

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя ограждений необходимо знать температуру воздуха внутри камер, а для наружных стен - еще и среднегодовую температуру наружного воздуха. Среднегодовую температура-туру наружного воздуха принимаем для г. Барнаул равной 1,5°C, [3].

Толщину теплоизоляционного слоя ограждения рассчитываем для всех камер.

Чем больше значение коэффициента теплопередачи ограждения, тем больше теплоты будет проникать в охлаждаемый объем холодильника. Это приводит к необходимости в более мощной а, следовательно, и более дорогой холодильной установке. Уменьшить теплоприток можно путем уменьшения значения , что достигается применением более эффективной теплоизоляции или увеличением ее толщины.

2.2.1 Наружные стены

Таблица 2.1 Состав внутренней стеновой панели

№

Наименование

и материал слоя

Толщина

δ, м

Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м К)

1

Штукатурка сложным раствором по метали- ческой сетке

0,020

0,98

0,108

2

Теплоизоляция из пенопласта полистирольного ПСБ-С

Требуется определить

0,05

3

Пароизоляция (2 слоя гидроизола на битумной мастике)

0,004

0,30

4

Наружный слой из тяжелого бетона

0,140

1,86

В качестве расчетной конструкции наружных стен принимаем конструкцию стен в камерах хранения замороженных грузов = -25°C. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия =0,23 Вт/(м2 К) [3],

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя , м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

(2.18)

где - коэффициент теплопроводности изоляционного слоя

конструкции, Вт/(м2 К);

- [20]

требуемый коэффициент теплопередачи, Вт/(м2 К);

- коэффициент теплоотдачи с наружной стороны ограждения, Вт/(м2 К);

- толщина i-го слоя конструкции ограждения, м;

- коэффициент теплопроводности i-го слоя конструкции

ограждения,

Вт/(м2 К);

- коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждения, [19]

Вт/(м2 К).

Принимаем толщину изоляционного слоя 225 мм (два слоя по 100мм и 25мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой определяем

действительное значение коэффициента теплопередачи Вт/(м2 К) по формуле (2.19) [3]:

(2.19)

2.2.2 Покрытие охлаждаемых камер.

Таблица 2.2 Состав покрытия охлаждаемых помещений

№

Наименование и

материал слоя

Толщина

δ, м

Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м К)

1

5 слоев гидроизола на битумной мастике

0,012

0,3

0,079

2

Стяжка из бетона по металлической сетке

0,040

1,86

3

Пароизоляция (слой пергамина)

0,001

0,15

4

Теплоизоляция из пенопласта полистирольного ПСБ-С

Требуется

определить

0,05

5

Железобетонная плита покрытия

0,035

2,04

В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию покрытия в камерах хранения замороженных грузов = -25°C и универсальных камерах, занимающих почти всю площадь холодильника. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия = 0,22 Вт/(м² К), [3]. Коэффициент теплоотдачи для внутренней поверхности принимаем = 7 Вт/(м² К), = 23 Вт/(м² К), [3].

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину изоляционного слоя 225 мм (два слоя по 100мм и 25мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой определяем действительное значение коэффициента теплопередачи Вт/(м² К) по формуле (2.19) [3]

2.2.3 Полы охлаждаемых камер.

Теплоизоляцию полов всех камер принимаем одинаковой. Состав пола показан в таблице 2.3. В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию пола в камерах хранения мороженных продуктов = -25°C.

Таблица 2.3 Состав пола охлаждаемых помещений

№

Наименование и материал слоя

Толщина δ, м

Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м К)

1

Монолитное бетонное покрытие из тяжелого бетона

0,040

1,86

2,43

2

Армобетонная стяжка

0,080

1,86

3

Пароизоляция (1 слой пергамина)

0,001

0,15

4

Плитная тепло изоляция

Требуется определить

0,05

5

Цементно-песчаный раствор

0,025

0,98

6

Уплотненный песок

1,5

0,58

7

Бетонная подготовка с электронагревателями

—

—

Требуемую толщину изоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину изоляционного слоя 125 мм (один слой 100мм и один 25мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой то определяем действительное значение коэффициента теплопередачи

, Вт/(м² К), по формуле (2.19) [3]:

Вт/(м² К)

2.2.4 Внутренние стены.

Принимаем, что стены между охлаждаемыми помещениями и грузовым коридором выполнены из керамзитобетонных панелей 240 мм с теплоизоляцией из плит пенопласта полистирольного марки ПСБ-С. Состав внутренней стены показан в таблице 2.4.

Таблица 2.4 Состав внутренней стеновой панели

№

слоя

Наименование и материал слоя

Толщина δ, м

Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м К)

1

Панель из керамзито- бетона (ρ = 1100кг/м³)

0,240

0,47

0,543

2

Пароизоляция (2 слоя гидроизола на битумной мастике)

0,004

0,30

3

Теплоизоляция из пенопласта полистироль ного ПСБ-С

Требуется

определить

0,05

4

Штукатурка сложным раствором по метали- ческой сетке

0,020

0,98

Требуемый коэффициент теплопередачи внутренних стен

= 0,28 Вт/(м² К), [3]

Требуемую толщину изоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину изоляционного слоя 150 мм (один слой 100мм и один 50мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой то определяем действительное значение коэффициента теплопередачи

, Вт/(м² К), по формуле (2.19) [3] :

Вт/(м² К)

2.2.5 Внутренние перегородки.

Принимаем, что все внутренние перегородки между камерами выполнены железобетонными толщиной 80 мм с теплоизоляционными плитами из пенопласта полистирольного марки ПСБ - С. Состав стены показан в таблице 2.5. Толщину теплоизоляционного слоя принимаем в зависимости от температур в камерах разделяемых перегородкой.

Таблица 2.5 Состав внутренней перегородки

№
слоя
Наименование и материал слоя
Толщина δ , м
Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м К)

1
Наружный слой из тяжелого бетона

0,080
1,86
0,076

2
Пароизоляция (2 слоя гидроизола на битумной мастике)

0,004
0,30

3
Теплоизоляция из пенопласта полистирольного ПСБ-С

Требуется
определить
0,05

4
Штукатурка сложным раствором по металлической сетке

0,020
0,98

Для перегородок между камерами с одинаковой температурой, например между камерами хранения замороженных грузов, $=0,58$ Вт/(м² К) [3].

Требуемую толщину изоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину теплоизоляционного слоя 75 мм.

Действительный коэффициент теплопередачи Вт/(м² К).

Для перегородок между морозильными камерами и камерами хранения замороженных грузов, $=0,5$ Вт/(м² К) [3].

Требуемую толщину изоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину изоляционного слоя 100 мм (один слой 100мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой то определяем действительное значение коэффициента теплопередачи

, Вт/(м² К), по формуле (2.19) [3]:

Для перегородки между камерой хранения замороженных грузов и экспедицией С, $=0,29$ Вт/(м² К) [3].

Требуемую толщину изоляционного слоя, м, рассчитаем по формуле (2.18) [3]:

Принимаем толщину изоляционного слоя 150 мм (один слой 100мм и один 50 мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой и разность температур в смежных камерах больше 100 С, необходимо провести проверку на выпадение конденсата на поверхности перегородки в камере с более высокой температурой.

Чтобы не происходило влаговыпадения, температура поверхности перегородки в этой камере должна быть выше температуры точки росы внутреннего воздуха.

По диаграмме i-d влажность воздуха устанавливаем, что при С и % [3].

Температуру поверхности определяем по формуле (2.20) [3]:

, (2.20)

Так как температура внутренней поверхности перегородки выше температуры точки росы, выпадение конденсата не произойдет. Следовательно, толщина теплоизоляционного слоя принята правильно. Определяем действительное значение коэффициента теплопередачи

, Вт/(м² К), по формуле (2.19) [3]:

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций определяем по формулам 2.18, 2.19 и сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций

№ камеры

tкамеры,оС

, Вт/м К

Ктр, Вт/м².К

, Вт/м².К

Вт/м².К

Кд, Вт/м².К

,

м².К/Вт

,мм

1,2,3,4,5,6,

7,8

0

0,05

0,4

23

9

0,36

0,108

125

12

-30

0,05

0,19

23

11

0,19

0,108

250

9,10,11,13

-20

0,05

0,21

23

9

0,21

0,108

225

1,2,3,4,5,

6,7,8

0

0,05

0,47

9

9

0,44
0,543
75
9,10,11,12
-20
0,05
0,28
9
9
0,26
0,543
150
1,2,3,4,5,
6,7,8
0/0
0,05
0,58
9
9
0,5
0,175
75
13,11,12
-30/-20
0,05
0,5
11
9
0,441
0,076
100
9,10,11,12
-20/-20
0,05
0,58
9
9
0,51
0,148
75
9,10,11,13
-20
0,05
0,21
-
7
0,18
2,429
150
1,2,3,4,5,
6,7,8
0
0,05

Изоляция пола высокоэффективным материалом не требуется.

Продолжение таблицы 2.6

13
-30
0,05
0,21
-
9
0,18
2,429
150
9,10,11,12
-20
0,05
0,2
23
7
0,19
0,079
250
13
-30
0,05
0,17
23
11
0,16
0,079
300
1,2,3,4,5,
6,7,8
0
0,05
0,29
23
9
0,267
0,079
175

где 1,2,3,4,5,6,7,8 – камера хранения охлажденной продукции;
9,10,11 – камера хранения мороженой продукции;
12 – камера подготовки к заморозке;
13 – камера заморозки продукции.

2.3 Определение теплопритоков

2.3.1 Расчет

теплопритоков через ограждающие конструкции

Теплопритоки через ограждающие конструкции определяют по формуле (2.21) [3]:

(2.21)

где - [1]

теплоприток через ограждающие конструкции, кВт;

-

теплоприток от солнечной радиации, [1] кВт.

При определении [3] теплопритоков через внутренние ограждения [1] может оказаться, что часть теплопритоков имеет отрицательный знак, то есть теплота из рассчитываемой камеры уходит в соседнюю камеру с более низкой температурой. Такие теплопритоки не [3]

учитывают.

Теплоприток через стены, перегородки, перекрытия или покрытия, кВт рассчитаем по формуле (2.21) [3]:

(2.21)

где -

расчетная площадь поверхностей ограждения, м²;

- расчетная разность температур между температурой воздуха с наружной стороны ограждения и температурой воздуха внутри охлаждаемого помещения [1]

температурный напор), °С рассчитывается по формуле (2.22) [3]:

(2.22)

При расчете теплопритоков через внутренние ограждения, выход в неохлаждаемые помещения (коридоры, вестибюли, тамбуры) температурный напор принимают как часть расчетной разности температур для наружных стен [3]:

если эти помещения сообщаются с наружным воздухом

(2.23)

если не сообщаются с наружным воздухом

(2.24)

[1]

Теплоприток через пол, расположенный на грунте и имеющий обогревающие устройства (кВт), рассчитываем по формуле (2.25) [3]:

(2.25)

где - действительный коэффициент теплопередачи конструкции

пола, ;

- средняя температура поверхности устройства для обогрева грунта (при электрообогреве грунта принимают)

Теплоприток от солнечной радиации через наружные стены и покрытия холодильников (в [1]

кВт) рассчитываем по формуле (2.26) [3]:

(2.26)

где -

площадь поверхности ограждения, облучаемой солнцем, м²;

- избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время ([1]

принимает по таблице 9.1 [3]) ,.

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 17,7°С, с раскраской светлых тонов 14,9°С [31].

Размеры ограждений в плане и площадь камер принимают по осям колонн, высоту стен на 1,2 м выше отметки низа строительной балки (то есть 7,2 м). Площадь дверного проема в камерах принимают равной 6 м². Значения коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций [1]

рассчитаны ранее (см. таблицу 2.6).

Для определения теплопритоков от солнечной радиации через стены, принимаем ориентацию здания холодильника железнодорожной платформой на север. Принимаем также, что кровля темная (то есть).

Расчет теплопритоков выполняем для летнего периода, [1]

для города Барнаул расчетная летняя температура $t_l = +33\text{°C}$ [3].

Для камеры №1 (универсальная): для наружной стены: $Q_{1t} = 0,7 \cdot 0,19 \cdot 252 \cdot 54 \cdot 10^{-3} = 2,58 \text{ кВт}$; стена смежная с коридором: $Q_{1t} = 0,7 \cdot 0,19 \cdot 77 \cdot 37,8 \cdot 10^{-3} = 0,55 \text{ кВт}$; стена смежная с подсобным помещением: $Q_{1t} = 0,7 \cdot 0,19 \cdot 84 \cdot 37,8 \cdot 10^{-3} = 0,60 \text{ кВт}$; покрытие: $Q_{1t} = 0,7 \cdot 0,20 \cdot 432 \cdot 54 \cdot 10^{-3} = 4,66 \text{ кВт}$ пол: $Q_{1t} = 0,20 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1,81 \text{ кВт}$

Результаты расчетов теплопритоков через ограждающие конструкции заносим в таблицу 2.7.

2.3.2 Теплопритоки от грузов при холодильной обработке.

В теплое время года в камерах №1 и №2 хранятся яйца в картонных коробках, в камерах №3 и №4 – творог в картонных коробках. В холодное время года в этих камерах хранится говядина и птица. В камерах № 6,7,8 хранится птица в деревянных ящиках, в камерах № 9,10 – субпродукты мясные в деревянных ящиках, в камерах № 11,12,13,14 – говядина в контейнерах, в камере № 15 – мороженое в картонных коробках, в камере № 16 хранятся дефектные грузы, в камере № 17 – сливочное масло в картонных коробках, в камерах №№ 18,21,22 хранится свинина в блоках. Камеры №19,20 – камеры замораживания говядины в металлических поддонах.

При холодильной обработке продуктов (охлаждении, замораживании и домораживании) каждый килограмм продукта выделяет [1] теплоту в количестве

. [3] Кроме того, если происходит холодильная обработка продуктов в [1] таре, [3] то необходимо добавить теплоту, выделяющуюся при ее охлаждении.

Теплоприток, кВт, при охлаждении и домораживании продуктов в камерах хранения, [1]

рассчитываем по формуле (2.27) [3]:

(2.27)

где -суточное поступление продуктов, т/сут;

-

разность удельных энтальпий продуктов, [3] соответствующих начальной и конечной температурам продукта (в [1]

кДж/кг).

Суточное поступление продуктов, т/сут, рассчитываем по формуле (2.28) [3]:

(2.28)

где - доля суточного поступления продуктов в камеры
- площадь

камеры, м² ;

- грузовая высота камеры, м;

- коэффициент использования строительной площади камеры;

- норма нагрузки на 1 м³ грузового объема камеры грузового объема камеры, т/м³.

[3]

При этом предполагают, что продукты поступают в камеру равномерно в течение суток, и за 24 ч успевает охладиться до температуры в камере.

Теплоприток от продуктов, кВт, при холодильной обработке в камерах охлаждения и замораживания периодического действия определяют по формуле (2.29) [3]:

(2.29)

где 1,3 - коэффициент, учитывающий неравномерность тепловой нагрузки;

- [1]

продолжительность холодильной обработки, ч/сут.

Теплоприток от тары, кВт, действия определяют по формуле (2.30) [3]:

(2.30)

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

- удельная теплоемкость тары, кДж/(кг К);

- начальная и конечная температуры тары соответственно (принимаются равными начальной и конечной температурам продукта), °С.

Удельную теплоемкость тары (в кДж/(кг К)) [1]

принимают в зависимости от ее материала: для деревянной и картонной тары, металлической кДж/(кг К), а стеклянной кДж/(кг К) [3].

Суммарный теплоприток от грузов и тары при холодильной обработке, рассчитаем по формуле (2.31):

(2.31)

Для камеры №1:

$Q_{2пр} = 40,02 \cdot 20,6 \cdot 103 / 24 / 3600 = 9,54$ кВт

$Q_{2т} = 4,0 \cdot 2,3 \cdot 5 \cdot 103 / 24 / 3600 = 0,53$ кВт

Результаты расчетов теплопритоков от грузов заносим в таблицу 2.8.

2.3.3 Теплопритоки при эксплуатации камер

Эти теплопритоки возникают вследствие освещения камер, пребывания в них людей, работы электродвигателей и открывания дверей.

Теплопритоки определяют от каждого источника тепловыделений отдельно.

Теплоприток от освещения, кВт, рассчитывают по формуле (2.32) [3]:

(2.32)

[1] где - теплота, выделяемая источниками освещения в единицу времени на 1 м² площади пола, ;

- [3]

площадь камеры, м².

С учетом коэффициента одновременности включения можно принимать для складских помещений (камер хранения), для камер холодильной обработки, экспедиций, загрузочно-разгрузочной [3].

Теплоприток от пребывания людей, кВт, рассчитывают по формуле (2.33) [3]:

(2.33)

где 0,35 - тепловыделение одного человека [1] при тяжелой физической работе, [3] кВт;

- число людей, работающих в данном помещении.

Число людей, работающих в [1]

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

Теплоприток от работающих электродвигателей, кВт, при расположении электродвигателей в охлаждаемом помещении

определяют по формуле (2.34) [3]:

(2.34)

где - суммарная мощность электродвигателей, кВт.

В [1]

предварительных расчетах мощность устанавливаемых электродвигателей можно ориентировочно принимать по данным приведенным ниже

камеры хранения 2 - 4

камеры охлаждения и универсальные 3 - 8

камеры замораживания 8 - 16

Чем больше, камера, тем больше мощность у электродвигателей.

Теплоприток при открывании дверей, кВт, определяют по формуле (2.35):

(2.35)

где - удельный приток теплоты от открывания дверей, [3].

- площадь камеры, м².

Эксплуатационные теплопритоки определяются, как сумма теплопритоков, кВт, отдельных видов определяют по формуле (2.36) [3]:

(2.36)

[1]

Результаты расчетов теплопритоков при эксплуатации заносим в таблицу 2.9.

Получаемые значения Q_{1об}, Q_{2об}, Q_{4об}, заносим в сводную таблицу 2.10 теплопритоков и суммируем по температурам кипения.

Для камеры №1:

$q_1 = 7 \cdot 0,6 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 1,81$ кВт $q_2 = 0,35 \cdot 4 = 1,4$ кВт $q_4 = 8 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 3,456$ кВт $Q_4 = 1,81 + 1,4 + 4 + 3,456 = 10,67$ кВт

Таблица 2.7 Результаты расчетов теплопритоков через конструкции

Ограждение

Кд,

Вт/(м² К)

F, м²

tн, 0С

Ө, 0С

Q1Т, кВт

Δtc, 0С

Q1с, кВт

Ооб

1

2

3

4

5
6
7
8
9

Камера №1 универсальная (0С)

Наружная стена северная

0,19
168,42
29

—
—

Наружная стена восточная

0,19
68,7
29

5,1
0,06

Внутренняя стена в коридор

0,18
68,7

—
—
—

Покрытие

0,2
382,5
29

17,7
1,35

Пол
0,18

382,5
1

—
—

Итого при 0С Q1 = 5,23

0С Q1 =10,2

[\[1\]](#)

Камеры №2,3 универсальная (0С)

Наружная стена восточная

0,19
66
29

5,1
0,06

Внутренняя стена в коридор

0,18
66

—
—
—

Покрытие

0,2
362,4
29

17,7
1,28

Пол
0,18

362,4
1

—
—

Итого при 0С Q1 = 4,69

0С Q1 =8,07

[\[1\]](#)

Камеры №4 универсальная (0С)

Наружная стена восточная

0,19
66
29

5,1
0,06

Внутренняя стена в коридор

0,18
66

—
—
—

Покрытие

0,2
362,4
29

17,7
1,28
Пол
0,18
362,4
1
—
—
[1]
Стена смежная с экспедицией
0,29
166,1
0
25
1,2
—
—
Итого при ОС Q1 = 4,105 ОС Q1 =9,27
Продолжение таблицы 2.7
Ограждение
Кд,
Вт/(м2 К)
F, м2
тн, ОС
Ө, ОС
Q1Т, кВт
Δtс, ОС
Q1с, кВт
Ооб
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Камера №5 экспедиция (ОС)
Наружная стена восточная
0,19
67,65
29
29
0,37
5,1
0,065
0,435
Наружная стена южная
0,19
168,42
29
29
0,92
—
—
0,92
Внутренняя стена в коридор
0,18
67,65
—
20,3
0,24
—
—
0,24
Покрытие
0,2
376,6
29
29
2,18
17,7
1,33
3,51
Пол
0,47
0,23
0,12
0,07
40,3
16,9
7,9
10,84
29
29

0,28
–
–
0,28
Итого Q1 = 5,385

[1]

Камеры №6,11 хранения замороженных грузов (0С)

Наружная стена северная

0,19
134,2
29
54
1,37
–
–
1,37

Внутренняя стена в коридор

0,18
68,7
–
37,8
0,46
–
–
0,46

Покрытие

0,2
304,75
29
54
3,3
17,7
1,08
4,38

Пол

0,18
304,75
1
26
1,43
–
–
1,43

Итого Q1 = 7,64

[1]

Камеры №7-9,12-14,18,21 хранения замороженных грузов (0С)

Внутренняя стена в коридор

0,18
66
–
37,8
0,45
–
–
0,45

Покрытие

0,2
290,4
29
54
3,13
17,7
1,02
4,15

Пол

0,18
290,4
1
26
1,36
–
–
1,36

[1]

Наружная стена северная

0,19
134,2
29
54
1,37
–
–

1,37
Итого Q1 = 5,96
Камеры №10,15,22 хранения замороженных грузов (0С)

Внутренняя стена в коридор

0,18
67,65
37,8
0,46
—
—
0,46
Покрытие

0,2
300,12
29
54
3,24
17,7
1,06
4,3

Пол
0,18
300,12
1
26
1,4
—
—
1,4

Итого Q1 = 7,53

[\[1\]](#)

Продолжение таблицы 2.7

Ограждение

Кд,
Вт/(м2 К)
F, м2
tн, 0С
θ, 0С
Q1Т, кВт
Δtc, 0С
Q1с, кВт

Ооб
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Камеры №16,17 хранения замороженных грузов (0С)

Наружная стена северная

0,19
66,72
29
54
0,68
—
—
0,22

Внутренняя стена в коридор

0,18
68,7
—
37,8
0,46
—
—
0,07
Покрытие

0,2
151,5
29
54
1,63
17,7
0,4
1,71

Пол
0,18
151,5
1
26
0,7

–
–
0,62
Итого Q1 = 4
[1]

Камеры №19,20 морозильные ОС
Стена смежная с камерой хранения замороженных грузов
0,43
100,54
-25
5
0,22
–
–
0,22
Стена смежная с загрузочно-разгрузочной камерой
0,43
33,44
-25
5
0,07
17,7
0,4
0,07

Покрытие
0,2
111,4
29
59
1,31
–
–
1,71
Пол
0,18
111,4
1
31
0,62
–
–
0,62

Итого Q1 = 2,62
Камера №23 загрузочно-разгрузочная (ОС)
Внутренняя стена в коридор
0,18
66
–
37,8
0,45
–
–
0,45

Покрытие
0,2
71,04
29
54
0,76
17,7
0,25
1,01
Пол
0,18
71,04
1
26
0,33
–
–
0,33
Итого Q1 = 1,79
[1]

Таблица 2.8. Результаты расчетов теплопритоков от грузов.
№ Камеры
Fк, м2
tв, ОС
Vгр, м2
gv, т/м3 gF, т/м2
к, т
Суточное поступление грузов
брутто
нетто
тара

1
382,5
1683
2
362,4
1594,5
3
362,4
1594,5
4
362,4
1594,5
6
304,7
- 25
1340,9
0,38
510
30,57
3
27,57
7
290,4
- 25
1277,7
0,38
485,5
29,13
2,9
26,23
8
290,4
- 25
1277,7
0,38
485,5
29,13
2,9
26,23
9
290,4
- 25
1277,7
0,3
383
22,99
2,3
20,69
10
300,1
- 25
1320,5
0,3
396
23,76
2,3
21,46
11
304,7
- 25
1340,9
0,3
402
24,13
2,4
21,73
12
290,4
- 25
1277,7
0,3
383
23
2,3
21,7
13
290,4
- 25
1277,7
0,3
383
23
2,3
21,7
14
290,4
- 25
1277,7
0,3
383
23
2,3

21,7
15
300,1
- 25
1320,5
0,8
1056
63,38
6,3
57,08
16
151,5
- 25
666,6
0,3
200
16
1,6
14,4
17
151,5
- 25
666,6
0,8
533
42,66
4,2
38,46
18
290,4
- 25
1277,7
0,45
575
34,5
-
-
19
111,4
- 30
490
0,3
33,42
21
2,1
18,9
20
111,4
- 30
490
0,3
33,42
21
2,1
18,9
21
290,4
- 25
1277,7
0,45
575
34,5
-
-
22
300,1
- 25
1320,5
0,45
594
35,7
-
-

Продолжение таблицы 2.8
№ Камеры
Температура продукта, 0С
Удельная энтальпия продукта, кДж/кг
Q2пр, кВт
Q2т, кВт
Q2об, кВт

t1
t2
i1
i2
1
2
3
4
6
-15
-25
13

0
4,14
0,43
4,57
7
-15
-25
13
0
3,94
0,42
4,36
8
-15
-25
13
0
3,94
0,42
4,36
9
-8
-25
43,1
0
10,32
0,8
11,22
10
-8
-25
43,1
0
10,7
0,8
11,5
11
-8
-25
39,4
0
9,9
0,16
10,06
12
-8
-25
39,4
0
9,44
0,16
9,6
13
-8
-25
39,4
0
9,44
0,16
9,6
14
-8
-25
39,4
0
9,44
0,16
9,6
15
-18
-25
7,1
0
4,7
0,85
5,55
16
-8
-25
39,4
0
6,5
0,11
6,61
17
-8
-25
29,3
0
11,35
0,8
12,15

18
-8
-25
34,8
0
13,9
-
13,9
19
4
-8
24,6
39,4
70,5
0,14
70,64
20
4
-8
24,6
39,4
70,5
0,14
70,64
21
-8
-25
29,3
0
11,35
0,8
12,15
22
-8
-25
34,8
0
14,36
-
14,36

Таблица 2.9. Результаты расчетов теплопритоков при эксплуатации.

№ камеры

Фк, м2

А, Вт/м2

q1, кВт

n, чел.

q2, кВт

q3, кВт

К, Вт/м2

q4, кВт

Q4об, кВт

1
382,5
2,3
0,88
4
1,4
2
362,4
2,3
0,83
4
1,4
3
362,4
2,3
0,83
4
1,4
4
362,4
2,3
0,83
4
1,4
5
376,6
4,7
1,77
4
1,4
3
20
7,5
13,67
6
304,7
2,3
0,7
4
1,4
3

8
2,43
7,53
7
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
8
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
9
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
10
300,1
2,3
0,7
4
1,4
3
8
2,4
7,5
11
304,7
2,3
0,7
4
1,4
3
8
2,43
7,53
12
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
13
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
14
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
15
300,1
2,3
0,7
4
1,4
3
8
2,3
7,37
15
300,1
2,3
0,7
4
1,4
3
8
2,4

7,5
16
151,5
2,3
0,34
3
1,05
3
12
1,82
6,66
17
151,5
2,3
0,34
3
1,05
3
12
1,82
6,66
18
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
19
111,4
4,7
0,52
2
0,7
10
15
1,67
12,89
20
111,4
4,7
0,52
2
0,7
10
15
1,67
12,89
21
290,4
2,3
0,67
4
1,4
3
8
2,3
7,37
22
300,1
2,3
0,7
4
1,4
3
8
2,4
7,5
23
71,04
4,7
0,33
2
0,7
3
38
2,7
6,73

Таблица 2.10 Суммарные значения Q1об, Q2об, Q4об .

№ Камеры

Назначение

Площадь камеры Fк, м2

Температура, 0С

Нагрузка на камерное оборудование

tв

t0

Q1об

Q2об

Q4об

Σ006
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
1
универсальная
382,5
0/
-25
-10/
-35
2
универсальная
362,4
0/
-25
-10/
-35
3
универсальная
362,4
0/
-25
-10/
-35
4
универсальная
362,4
0/
-25
-10/
-35
5

экспедиция
376,6
0
-10
5,38
—
13,67
19,05
0,050
Итого при t0 = -10 0С 24,09 51,57 40,23
t0 = -35 0С 35,61 61,78 54,61
6

[\[1\]](#)

Камера хранения замороженной птицы в ящиках
304,7
-25
-35
7,64
4,57
7,53
19,74
0,064
7

Камера хранения замороженной птицы в ящиках
290,4
-25
-35
5,96
4,36
7,37
17,69
0,061
8

Камера хранения замороженной птицы в ящиках
290,4
-25
-35
5,96
4,36
7,37
17,69
0,061
9

Камера хранения субпродуктов в ящиках
290,4
-25
-35
5,96

11,22
7,37
24,55
0,084
10
Камера хранения субпродуктов в ящиках
300,1
-25
-35
7,53
11,5
7,5
26,53
0,088
11
Камера хранения говядины в контейнерах
304,7
-25
-35
7,64
10,06
7,53
25,23
0,083
Продолжение таблицы 2.10
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12
Камера хранения говядины в контейнерах
290,4
-25
-35
5,96
9,6
7,37
22,93
0,079
13
Камера хранения говядины в контейнерах
290,4
-25
-35
5,96
9,6
7,37
22,93
0,079
14
Камера хранения говядины в контейнерах
290,4
-25
-35
5,96
9,6
7,37
22,93
0,079
15
Камера хранения сливочного мороженого
300,1
-25
-35
7,53
5,5
7,5
20,53
0,068
16
Камера хранения дефектных грузов
151,1
-25
-35
4
6,61
6,66
17,27
0,114
17
Камера хранения фасованного масла
151,1
-25
-35
4
12,15

6,66
 22,81
 0,15
 18
 Камера хранения свинины в блоках
 290,4
 -25
 -35
 5,96
 13,9
 7,37
 27,23
 0,094
 21
 Камера хранения свинины в блоках
 290,4
 -25
 -35
 5,96
 12,15
 7,37
 25,48
 0,088
 22
 Камера хранения свинины в блоках
 300,1
 -25
 -35
 7,53
 14,36
 7,5
 29,39
 0,098
 23
 Загрузочно-разгрузочная камера
 71,04
 -25
 -35
 1,79
 -
 6,73
 8,52
 0,12

Итого при $t_0 = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 95,34 139,54 116,57

19
 морозильная
 111,4
 -30
 -40
 2,62
 70,64
 12,89
 86,15
 0,77
 20

морозильная
 111,4
 -30
 -40
 2,62
 70,64
 12,89
 86,15
 0,77

Итого при $t_0 = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 5,64 141,28 25,78

2.4 [1]

Расчёт и подбор оборудования холодильной установки

2.4.1 Определение режимов работы холодильной установки

Расчетный режим холодильной установки характеризуется: температурой кипения t_0 , конденсации t_k , всасывания $t_{вс}$ и температурой переохлаждения жидкого хладагента t_p перед регулирующим вентилем.

Температура кипения в установках с непосредственным охлаждением принимается на 10 $^{\circ}\text{C}$ ниже чем температура воздуха в камерах, следовательно: $t_{01} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{02} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{03} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$Q_{03}(-40) = 172,3 \text{ кВт}$ $t_{03} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

$Q_{02}(-35) = 521,14 \text{ кВт}$ $t_{02} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

$Q_{01}(-10) = 122,07 \text{ кВт}$ $t_{01} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Принимаем компаундную схему с последовательным дросселированием и последовательным сжатием. Обратное водоснабжение и вертикальные кожухотрубные конденсаторы.

Так как в установке используется вертикальный 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.

Температуру перегрева воды t_{w1} , $^{\circ}\text{C}$, входящей в конденсатор после градирни определяется по формуле (2.40) [4]:

(2.40)

где t_{w1} – температура воды, выходящей из градирни;

t' – температура воздуха по смоченному термометру, определяют по I-d диаграмме влажного воздуха, для г.Барнаул $t' = 23,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Δt_w – подохлаждение воды в градирне, принимаем $\Delta t_w =$;

η – коэффициент эффективности градирни, принимаем $\eta = 0,8$.

Температуру воды на выходе из конденсатора t_{w2} , , определяем по формуле (2.41) [4]:

$$tw2 = tw1 + \Delta tw \quad (2.41)$$

$$tw2 = 24,75 + 5 = 29,75$$

Температуру конденсации t_k , определяем по формуле (2.42) [11]:

$$t_k = tw2 + (2 \div 4), \quad (2.42)$$

$$t_k = 29,75 + 4 = 33,75$$

Летняя температура воздуха +29 при влажности 57%, по мокрому термометру [3].

2.4.2 Подбор компрессоров

Цикл холодильной установки с последовательным сжатием и последовательным дросселированием хладагента, представлен на рисунке 2.2

Рисунок 2.2 Цикл холодильной установки.

Значения параметров в узловых точках цикла сведены в таблицу 2.11

Таблица 2.11 Значения параметров в узловых точках цикла

№ точки

t, °C

P, МПа

i, кДж/кг

v, м³/кг

1

-30

0,074

1650

1,5

1"

-40

0,074

1625

1,5

2

-25

0,098

1680

1,3

3

-25

0,098

1660

1,22

3"

-35

0,098

1630

1,19

4

45

0,29

1805

0,54

5

0

0,29

1695

0,44

5"

-10

0,29

1670

0,43

6

104

1,3

1906

0,13

6'

34

1,3

590

-

7

-10

0,29

590

-

Продолжение таблицы 2.11

5'

-10

0,29

375

-

8

-35

0,098

375

-

3'

-35

0,098

265

-

9

-40

0,074

265

-

1'
-40
0,074
240
-

Массовый расход циркулирующего хладагента M , кг/с, который надо отводить от циркуляционных ресиверов, определяем по формулам (2.43), (2.44), (2.45)[4]:

$$M_{-40} = 172,3 / (1625 - 265) = 0,129$$

$$M_{-35} = (521,14 + 0,13(1680 - 265)) / (1630 - 375) = 0,56 \text{ кг/с}$$

$$M_{-10} = (122,07 + 0,56(1805 - 375)) / (1670 - 590) = 0,85 \text{ кг/с}$$

Для определения требуемой объемной производительности компрессоров находим [3] коэффициент подачи компрессоров

$$P_{o1} / P_{o3} = 0,098 / 0,074 = 1,32 \text{ отсюда} = 0,87$$

$$P_{o1} / P_{o2} = 0,29 / 0,098 = 2,96 \text{ отсюда} = 0,81$$

$$P_k / P_{o1} = 1,3 / 0,29 = 4,48 \text{ отсюда}$$

10

(

)

10

(

= 0,75

Требуемую объемную производительность компрессоров V_t , м³/с, определяем по формуле (2.46) [4]:

$$V_t = M \nu, \text{ (2.46)}$$

$$V_t(-40) = 0,13 \cdot 1,55 / 0,87 = 0,23 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$V_t(-35) = 0,56 \cdot 1,22 / 0,81 = 0,7 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$V_t(-10) = 0,85 \cdot 0,44 / 0,75 = 0,485 \text{ м}^3/\text{с}$$

По таблице 8.6 [4] подбираем необходимое количество компрессоров.

Принимаем на $t_0 = -40$ оС винтовой компрессорный агрегат марки

26 А 410-7-7 с $V_{км} = 0,245$ м³/с. Один в резерв.

Принимаем на $t_0 = -35$ оС винтовой компрессорный агрегат марки

21 АН 600-7-7 с $V_{км} = 0,98$ м³/с. Один в резерв.

Принимаем на $t_0 = -10$ оС винтовой компрессорный агрегат марки

21 А 800-7-3 с $V_{км} = 0,503$ м³/с. Один в резерв.

Таблица 2.12 Технические характеристики винтовых компрессорных агрегатов

Модель

Описываемый объем,

Холодопроизводительность

, кВт и потребляемая мощность, кВт

Габаритные

Размеры

(L x H), м

Масса,

кг

26 А410-7-7

1725

410

160

2,8 x 1,1 x 2,1

2580

21 АН 600-7-7

2120

620,5

200

4,2 x 1,4 x 3,3

6000

21 А800-7-3

2580

830

400

4,2 x 1,2 x 3,0

6000

Действительный массовый расход $M_{км}$, кг/с, определяем по формуле (2.47) [3]:

$$M_{км} = V_{км} / \nu, \text{ (2.47)}$$

$$M_{км}(-40) = 0,87 \cdot 0,245 / 1,55 = 0,137 \text{ кг/с},$$

$$M_{км}(-35) = 0,81 \cdot 0,98 / 1,22 = 0,65 \text{ кг/с},$$

$$M_{км}(-10) = 0,75 \cdot 0,503 / 0,44 = 0,85 \text{ кг/с}$$

Суммарную теоретическую мощность N_t , кВт, определяем по формуле (2.48) [3]:

$$N_t = M_{км} L_t, \text{ (2.48)}$$

где L_t – работа цикла, кДж/кг.

$$N_t(-40) = 0,137 (1680 - 1650) = 4,11 \text{ кВт},$$

$$N_t(-35) = 0,65 (1805 - 1660) = 94,25 \text{ кВт},$$

$$N_t(-10) = 0,85 (1906 - 1695) = 179,35 \text{ кВт}$$

Индикаторную мощность компрессоров N_i , кВт, определяем по формуле (2.49) [3]:

$$N_i = N_t / \eta, \text{ (2.49)}$$

где η – индикаторный КПД.

$$N_i(-40) = 4,11 / 0,85 = 4,83 \text{ кВт},$$

$$N_i(-35) = 94,25 / 0,85 = 110,88 \text{ кВт},$$

$$N_i(-10) = 179,35 / 0,85 = 211 \text{ кВт}$$

Электрическую мощность, потребляемая из сети, $N_э$, кВт, определяем по формуле (2.50) [3]

$$N_э = N_i / \eta_m, \text{ (2.50)}$$

где η_m – механический КПД.

$$N_э(-40) = 4,83 / 0,855 = 5,65 \text{ кВт},$$

$$N_э(-35) = 110,88 / 0,855 = 129,68 \text{ кВт},$$

$$N_э(-10) = 211 / 0,855 = 246,78 \text{ кВт}$$

Действительную тепловую нагрузку на конденсатор ΣQ_K , кВт, определяем по формуле (2.51) [3]

$$Q_K = M_{км}(-10) (i_6 - i_6'), \text{ (2.51)}$$

$$Q_K = 0,85 (1906 - 590) = 1118,6 \text{ кВт}$$

2.4.3 Подбор конденсатора

Подбор конденсаторов ведём по площади теплопередающей поверхности. Для определения этой площади зададимся коэффициентом теплопередачи $K = 0,8$ кВт/(м²К) и рассчитаем среднюю логарифмическую разность температур θ , оС по формуле (2.52) [4]:

(2.52)
Требуемую площадь теплообмена F , м², определяем по формуле (2.53) [4]:

(2.53)

где ОК – тепловая нагрузка на конденсатор.

м²

По таблице 8.9 [4] подбираем два вертикальных конденсатора марки AKS125 общей площадью $F = 125$ м².

Технические характеристики вертикальных кожухотрубных конденсаторов марки AKS125 приведены в таблице 2.13

Таблица 2.13 Технические характеристики горизонтальных конденсаторов марки AKS125

Конденсатор

Площадь поверхности,

м

Габаритные размеры, мм

Диаметр

Ширина

Высота

AKS125

125

1000

1295

5600

2.4.4 Подбор камерных приборов охлаждения

Для камер, в которые продукт поступает упакованным, принимаем воздухоохладители, а для камер, в которые поступают не упакованные продукты, подбираем пристенные и потолочные батареи.

Для воздухоохладителей площадь теплопередающих поверхностей F , м², определяем по формуле (2.54) [4]:

(2.54)

где q – нагрузка на камерное оборудование, кВт;

η – коэффициент теплопередачи воздухоохладителей ;

$\Delta t_{ср}$ – средний температурный напор между циркулирующим воздухом и кипящим хладагентом, °С, принимается 7 - 10.

Для воздухоохладителей $\eta = 8$.

Пристенные и потолочные батареи рассчитываются по формулам (2.55) и (2.56) соответственно:

Об.ст.= $q \cdot F_{б} \cdot \theta$, кВт (2.55)

$F_{б.пот.} = \text{Об.пот.} / (\kappa \cdot \theta)$, м² (2.56)

Расчет начинаем с пристенных батарей, тепловая нагрузка на которые составляет до 30% суммарного тепlopоступления в камеру. Принимаем, что батарея размещается в верхней части наружных стен камеры, с учетом необходимых отступов от строительных конструкций.

Камера № 1 (универсальная)

= 40,07 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 5 воздухоохладителей марки INRA404A60 с площадью теплообменника $F = 92,1$ м² и объемом труб

Камеры №№ 2,3 (универсальные)

= 36,91 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 5 воздухоохладителей марки INA404C10 с площадью теплообменника $F = 83$ м² и объемом труб

Камера № 4 (универсальная)

= 38,11 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 5 воздухоохладителей марки INRA40360 с площадью теплообменника $F = 86$ м² и объемом труб $V = 14$ дм³ = 0,014 м³.

Камера № 5 (экспедиция) $\Sigma O_{об} = 12,885$ кВт.

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей, составленных из стандартных четырехтрубных оребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине южной наружной стены 29 м и восточной – 12 м можно разместить: на южной стене 6 секций (две СК – 2,75м, три СС – 6м и одну СС – 4,5м) общей длиной 27,9м, а на восточной стене – три секции (две СК – 2,75м и одну СС – 6м) общей длиной 11,4м. Общая площадь теплообмена труб составляет 302 м².

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

Об.ст.= 4,7 10 302=14,2 кВт

Камера № 6 (хранение замороженной птицы в деревянных ящиках)

= 19,74 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 4 воздухоохладителя марки INA402C70 с площадью теплообменника $F = 83$ м² и объемом труб

Камеры №№ 7,8 (хранение замороженной птицы в деревянных ящиках)

= 17,69 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 4 воздухоохладителя марки INA403B10 с площадью теплообменника $F = 51,6$ м² и объемом труб $V = 14$ дм³ = 0,014 м³.

Камера № 9(хранение замороженных субпродуктов в деревянных ящиках)

= 24,55 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 4 воздухоохладителя марки INA404B10 с площадью теплообменника $F = 69,1$ м² и объемом труб $V = 18$ дм³ = 0,018 м³.

Камера № 10 (хранение замороженных субпродуктов в деревянных ящиках)

= 26,53 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 4 воздухоохладителя марки INA404A70 с площадью теплообменника $F = 77,3$ м² и объемом труб $V = 15$ дм³ = 0,015 м³.

Камера № 11 (хранение говядины в контейнерах) $\Sigma O_{об} = 25,23$ кВт.

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей, составленных из стандартных шестиребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине северной наружной стены ~24 м и восточной – 12 м можно разместить: на северной стене 5 секций (две СК – 2,75м, две СС – 6м и одну СС – 4,5м) общей длиной 20,5м, а на восточной стене – три секции (две СК – 2,75м и одну СС – 6м) общей длиной 11,4м. Общая площадь теплообмена труб составляет 384,3 м².

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

Об.ст.= 3,4 10 384,3=13,1 кВт;

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м²

Принимаем 4 батареи четырехтрубные, общей длиной 10м, шагом оребрения 20мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 4,5м, общей площадью 303,6 м².

Камеры №№ 12,13,14 (хранение говядины в контейнерах) $\Sigma O_{об} = 22,93$ кВт.

Пристенные батареи как в камере №11.

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м²

Принимаем 4 батареи четырехтрубные, общей длиной 10м, шагом оребрения 30мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 4,5м, общей площадью 210 м².

Камера № 15 (камера хранения сливочного мороженого)

= 20,53 кВт, = 11,4 Вт/(м² К)

м²

Выбираем 4 воздухоохладителя марки INA403A70 с площадью теплообменника $F = 57,7$ м² и объемом труб $V = 11$ дм³ = 0,011 м³

Камера № 16 (камера хранения дефектных грузов) $\Sigma O_{об} = 17,27$ кВт

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей, составленных из стандартных шеститрубных оребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине северной наружной стены 11,4 м и западной – 12 м можно разместить: на северной стене 3 секции (две СК – 2,75м и одну СС – 4,5м) общей длиной 10м,

и на западной стене – три секции (две СК – 2,75м и одну СС – 4,5м) общей длиной 10м. Общая площадь теплообмена труб составляет 263 м2.

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

$$\text{Об.ст.} = 3,4 \cdot 10 \cdot 263 = 8,9 \text{ кВт}$$

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м2

Принимаем 2 батареи шеститрубные, общей длиной 8,5м, шагом оребрения 20мм, состоящих из двух секций СК – 2,7м и одной СС – 3м, общей площадью 192м2.

Камера № 17 (хранение фасованного масла) $\Sigma \text{Ооб} = 22,81 \text{ кВт}$

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей смонтированных в два ряда, составленных из стандартных шеститрубных оребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине северной наружной стены 10,8 м и восточной – 12 м можно разместить: на северной стене три секций (две СК – 2,75м и одну СС – 4,5м) общей длиной 10м, и на восточной стене – три секции (две СК – 2,7м и одну СС – 4,5м) общей длиной 10м. Общая площадь теплообмена труб составляет 490,6 м2.

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

$$\text{Об.ст.} = 3,4 \cdot 10 \cdot 490,6 = 16,68 \text{ кВт}$$

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м2

Принимаем 2 батареи четырехрубные, общей длиной 10м, шагом оребрения 20мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 6м, общей площадью 152м2.

Камера № 18 (камера хранения свинины в блоках) $\Sigma \text{Ооб} = 27,23 \text{ кВт}$.

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей, составленных из стандартных шеститрубных оребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине южной стены 24 м и западной – 12 м можно разместить: на южной стене 5 секций (две СК – 2,75м, две СС – 6м и одну СС – 4,5м) общей длиной 22м, а на западной стене – три секции (две СК – 2,7м и одну СС – 4,5м) общей длиной 10м. Общая площадь теплообмена труб составляет 366 м2.

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

$$\text{Об.ст.} = 3,4 \cdot 10 \cdot 3366,4 = 12,46 \text{ кВт}$$

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м2

Принимаем 4 батареи шеститрубные, общей длиной 10м, шагом оребрения 30мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 4,5м, общей площадью 315м2.

Камеры №№ 19,20 (морозильные)

$$= 86,15 \text{ кВт}, = 11,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$$

м2

Выбираем три воздухоохладителя марки INGA504B40 с площадью теплообменника $F = 352,6 \text{ м}^2$ и объёмом труб $V = 39 \text{ дм}^3 = 0,039 \text{ м}^3$

Камера № 21 (камера хранения свинины в блоках) $\Sigma \text{Ооб} = 25,48 \text{ кВт}$

Пристенные батареи как в камере №18.

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м2;

Принимаем 4 батареи четырехрубные, общей длиной 8,5м, шагом оребрения 20мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 4,5м, общей площадью 303,6м2.

Камера № 22 (камера хранения свинины в блоках) $\Sigma \text{Ооб} = 29,39 \text{ кВт}$

Пристенные батареи как в камере №11.

Остальные теплопритоки отводятся потолочными батареями, общая площадь которых определяется по формуле (2.56):

м2

Принимаем 4 батареи шеститрубные, общей длиной 11,5м, шагом оребрения 20мм, состоящих из двух секций СК – 2,75м и одной СС – 6м, общей площадью 351м2.

Камера № 23 (загрузочно-разгрузочная) $\Sigma \text{Ооб} = 8,52 \text{ кВт}$

Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью пристенных батарей, составленных из стандартных шеститрубных оребренных секций при шаге ребер 20 мм.

При длине южной наружной стены 6 м можно разместить на ней две секции СК – 2,75м, общей длиной 5м. Общая площадь теплообмена труб составляет 62 м2.

Теплота, отводимая батареями определяется по формуле (2.55):

$$\text{Об.ст.} = 3,4 \cdot 10 \cdot 62 = 2108 \text{ кВт}$$

Таблица 2.14 Технические характеристики подобранных воздухоохладителей

Типоразмер

,м

Расход воздуха,

Мощность эл.дв. вентилятора, кВт

Длина струи, м

Габариты,

мм

Мас-са, кг.

L

H

INRA404A60

92,1

15250

1,04

20

2910

670

630

152

INA404C10

83

14800

1,04

20

2910

670

630

160

INRA40360

86

10870

0,78

19

2310

670

630

148

INA402C70

57,3

7050

0,52

19

1710

670

630

103

2.5 Расчет и подбор ресиверов

2.5.1 Расчет и подбор циркуляционного ресивера

Требуемый объем циркуляционного ресивера, м³, с верхней подачей хладагента в приборы охлаждения определяем по формуле (2.57) [4]:

$$V_{\text{цр}} = 2 (V_{\text{нт}} + 0,5 V_{\text{б}} + 0,5 V_{\text{во}} + 0,3 V_{\text{вт}}) \quad (2.57)$$

где - внутренний объем нагнетательного трубопровода аммиачного насоса;

V_б и V_{во} – вместимость труб соответственно батарей (формула 2.58) и воздухоохладителей данной температуры кипения, м³;

- внутренний объем трубопровода совмещенного отсоса паров и смеси жидкости;

$$V_{\text{б}} = L_{\text{тр}} v_{\text{тр}}, \text{ л} \quad (2.58)$$

где L_{тр} – суммарная длина труб батарей, м;

v_{тр} – вместимость одного метра трубы, м³/м, v_{тр} = 860 м³ 10⁻⁶

Найдем вместимость труб батарей во всех камерах по формуле (2.58)

Камера №5:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 39,5 4 = 158

$$V_{\text{б}} = 158 \cdot 0,086 = 136 \text{ л.}$$

Камера №11:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 40 4 = 160

$$V_{\text{б}} = (201 + 160) \cdot 0,086 = 311 \text{ л.}$$

Камера №16:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 23 6 = 138

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 17 6 = 102

$$V_{\text{б}} = (138 + 102) \cdot 0,086 = 206 \text{ л.}$$

Камера №17:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 43 6 = 258

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 20 4 = 80

$$V_{\text{б}} = (258 + 80) \cdot 0,086 = 290 \text{ л.}$$

Камера №18:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 40 6 = 240

$$V_{\text{б}} = (201 + 240) \cdot 0,086 = 379 \text{ л.}$$

Камера №11:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 40 4 = 160

$$V_{\text{б}} = (201 + 160) \cdot 0,086 = 311 \text{ л.}$$

Камеры №№12,13,14:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 40 4 = 160

$$V_{\text{б}} = (201 + 160) \cdot 0,086 = 311 \text{ л.}$$

Камера №21:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 34 4 = 136

$$V_{\text{б}} = (201 + 136) \cdot 0,086 = 290 \text{ л.}$$

Камера №22:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 33,5 6 = 201

Длина труб потолочных батарей L_{тр} = 46 6 = 276

$$V_{\text{б}} = (201 + 276) \cdot 0,086 = 410 \text{ л.}$$

Камера №23:

Длина труб пристенных батарей L_{тр} = 5,5 6 = 33

$$V_{\text{б}} = 33 \cdot 0,086 = 30 \text{ л.}$$

для t₀ = - 10 °C

$$V_{\text{об}} = \sum V_{\text{б}} + \sum V_{\text{во}} \text{ камер с №1 по №5} = 501 \text{ л.}$$

,

По таблице (8.5) [4] подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки РКЦ – 1,25 с м³.

Технические характеристики компаундно-циркуляционного ресивера марки РКЦ-1,25 приведены в таблице 2.15

Таблица 2.15 Технические характеристики ресивера марки РКЦ-1,25

Ресивер

Вместимость ресивера, м

Масса, кг

Габаритные размеры, мм

Диаметр

Длина

РКЦ-1,25

1,25

1200

1020

2200

для t₀ = - 35 °C

$$V_{\text{об}} = \sum V_{\text{б}} + \sum V_{\text{во}} \text{ камер с №1 по №4, с №6 по №18 и с №21 по №23} = 378 \text{ л.}$$

По таблице (8.5) [4] подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки РКЦ – 8 с м³.

Технические характеристики компаундно-циркуляционного ресивера марки РКЦ-8 приведены в таблице 2.16

Таблица 2.16 Технические характеристики ресивера марки РКЦ-8

Ресивер

Вместимость ресивера, м

Масса, кг

Габаритные размеры, мм

Диаметр

Длина

РКЦ-8

1,25

3950

1600

4700

для t₀ = - 40 °C

$$V_{\text{об}} = \sum V_{\text{б}} + \sum V_{\text{во}} \text{ камер №19 и №20} = 234 \text{ л.}$$

м³,

м³,

м³

По таблице (8.5) [4] подбираем ближайший больший по вместимости ресивер марки РЦЗ – 1,25 с м³.

Технические характеристики циркуляционно-защитного ресивера марки РЦЗ – 1,25 приведены в таблице 2.17

Таблица 2.17 Технические характеристики ресивера марки РЦЗ-1,25

Ресивер

Вместимость ресивера, м

Масса, кг
Габаритные размеры, мм
Диаметр
Длина
РЦЗ – 1,25
1,25
940
1020
2090

2.5.2 Расчет и подбор линейного ресивера

Линейный ресивер служит для сбора жидкого аммиака после конденсатора. Поэтому линейный ресивер должен вмещать в себя весь аммиак системы.

Объем линейного ресивера, м³, определяем по формуле (2.59) [4]

(2.59)

где $V_{B.O.}$ - общий объем воздухоохладителей,

V_B - общий объем батарей.

м³

Подбираем линейный ресивер марки РЛД2,0 вместимостью $V = 2$ м³.

Технические характеристики линейно-дренажного ресивера марки РЛД-2 приведены в таблице 2.18

Таблица 2.18 Технические характеристики ресивера марки РЛД-2

Ресивер

Вместимость ресивера, м

Масса, кг

Габаритные размеры, мм

Диаметр

Длина

Ширина

Высота

РЛД-2

2,0

1130

1020*10

2900

1810

2010

2.5.3 Расчет и подбор дренажного ресивера

Объем дренажного ресивера выбираем таким, чтобы при условии заполнения не более чем на 80% он вместил жидкий аммиак из любого аппарата или наиболее аммиакоёмких воздухоохладителей или батарей охлаждаемого помещения по формуле (2.60) [4]:

, (2.60)

где V_{MAX} - объем наиболее аммиакоёмкого аппарата.

По таблице 8.5 [4] подбираем горизонтальный ресивер типа РЛД1,25, способный вместить 1,25 м³ жидкого аммиака.

Технические характеристики линейно-дренажного ресивера марки РЛД-1,25 приведены в таблице 2.19

Таблица 2.19 Технические характеристики ресивера марки РЛД-1,25

Ресивер

Вместимость ресивера, м

Масса, кг

Габаритные размеры, мм

Диаметр

Длина

Ширина

Высота

РЛД-1,25

1,25

940

1020*10

2100

1810

2170

2.6 Расчет и подбор маслоотделителя и маслосборника

Для улавливания масла, уносимого из компрессора подберем маслоотделитель. Подбор ведем по диаметру аппарата, м определяем по формуле (2.61):

, м (2.61)

где M_T — действительный массовый расход хладагента в компрессорах

ω — скорость движения аммиака по нагнетательной магистрали

$[\omega] \leq 1$ м/с;

м

По таблице 8.13 [3] подбираем вертикальный циклонного типа маслоотделитель 300М.

Технические характеристики маслоотделителя марки 300М приведены в таблице 2.20

Таблица 2.20 Технические характеристики маслоотделителя марки 300М

Марка

Размеры, мм

Объем,

Масса, кг

S

H

300М

1200 12

3555

3,3

1780

В качестве маслосборника принимаем промосуд 80ПСз.

Технические характеристики промежуточного сосуда марки 80ПСз приведены в таблице 2.21

Таблица 2.21 Технические характеристики промежуточного сосуда марки 80ПСз

Марка

Размеры, мм

Объем,

Масса, кг

S

H

80ПСз

460×10

1400

2920

1,15

123

2.7 Расчет и подбор аммиачных насосов

Подбор насосов осуществляем по объемной подаче .

Определяем общую подачу насоса V , м³/ч, определяем по формуле (2.62):

, (2.62)

где - тепловая нагрузка на камеры, кВт,

- кратность циркуляции жидкого хладагента,

- удельная плотность жидкого хладагента, кг/м³,

- удельная теплота парообразования при данной температуре.

для $t_0 = - 40$ 0С

Принимаем по таблице 8.16 [4] насос 1ЦГ12,5/50-4-5 и один в резерве.

Технические характеристики аммиачных насосов марки 1ЦГ12,5/50-4-5 приведены в таблице 2.22

Таблица 2.22 Технические характеристики аммиачных насосов марки 1ЦГ12,5/50-4-5

Марка

Подача, м/ч

Напор, м ст.жидкого

аммиака

Размеры, мм

Мощность, кВт

1ЦГ12,5/50-4-5

12,5

50

755×420×340

15

для $t_0 = - 35$ 0С

Принимаем по таблице 8.16 [4] насос ЦНГ-68 и один в резерве.

Технические характеристики аммиачных насосов марки ЦНГ-68 приведены в таблице 2.23

Таблица 2.23 Технические характеристики аммиачных насосов марки ЦНГ-68

Марка

Подача, м/ч

Напор, м ст. жидкого

аммиака

Размеры, мм

Мощность, кВт

ЦНГ-68

20

48-41

755×345×340

5,5

для $t_0 = - 10$ 0С

Принимаем по таблице 8.16 [4] насос ЦНГ-70М-1 и один в резерве.

Технические характеристики аммиачных насосов марки ЦНГ-70М-1 приведены в таблице 2.24

Таблица 2.24 Технические характеристики аммиачных насосов марки ЦНГ-70М-1

Марка

Подача, м/ч

Напор, м ст. жидкого

аммиака

Размеры, мм

Мощность, кВт

ЦНГ-70М-1

8

19-15

805×438×455

2,8

2.8 Расчет и подбор водяных насосов

Объемный расход охлаждающей воды, идущей на конденсатор, м³/ч, определяем по формуле(2.63) [4]:

(2.63)

где: C_w – теплоемкость воды, кДж/(кг К);

- плотность воды, кг/м³;

- разность температур охлажденной воды, 0С

м³/с=190 м³/ч

По таблице 8.17 [4] подбираем два насоса К100-65-200 с подачей 100 м³/ч и один насос находится в резерве.

Технические характеристики водяных насосов К100-65-200 приведены в таблице 2.30

Объемный расход охлаждающей воды, идущей на охлаждение компрессоров, м³/ч, находим по формуле (2.64) [4]:

(2.64)

где $\sum V_{iоб}$ – подача воды в i – е оборудование, т.е. компрессора.

$V_{wk}=8,5+32+24=64,5$ м³/ч

По таблице 8.17 [4] подбираем три насоса К65-50-125 с подачей 25 м³/ч и один насос находится в резерве.

Технические характеристики водяных насосов К65-50-125 приведены в таблице 2.25

Таблица 2.25 Технические характеристики водяных насосов

Марка

Подача V_w , м/ч

Напор, Нw

Мощность эл. дв. Nэд, кВт

Размеры

Масса

К100-65-200

100

50

30

1360×515×525

455

К65-50-125

25

20

3

832×299×343

86

2.9 Подбор градирни

Подбор градирни произведем по количеству воды, которая должна в ней охладиться по формуле (2.65) [4]:

, м³/ч (2.65)

$V_{GR}=64,5+190=254,5$.

Принимаем три градирни «Град 90», с ВГР=90 м³/ч.
Технические характеристики градирни конструкции «Град 90», приведены в таблице 2.26
Таблица 2.26 Технические характеристики градирни конструкции Град 90

Марка
Кол-во охлаждаемой
воды, м³/ч
Площадь
поверхности,
м
Расчетный
тепловой поток, кВт
Масса,
кг
Кол-во
венти-ляторов
Мощность
эл.дв., кВт
Град
90
90
756
550
990
1
4

2.10 Расчет трубопроводов

Определение диаметра трубопровода, м, осуществляем по формуле (2.60) [27.151]:
(2.60)

где: v - расход аммиака, м³/с,
 w - скорость в сечении, м/с.

Диаметр всасывающего трубопровода в компрессоров работающих на ,,
Принимаем $d=125$ мм [27.152]

Диаметр нагнетательного трубопровода компрессоров работающих на ,,
Принимаем $d=100$ мм

Диаметр нагнетательного трубопровода аммиачного насоса работающего на
Принимаем $d=125$ мм

Диаметр нагнетательного трубопровода аммиачного насоса работающего на
Принимаем $d=150$ мм

Диаметр нагнетательного трубопровода аммиачного насоса работающего на
Принимаем $d=50$ мм

Диаметр нагнетательного трубопровода водяного насоса работающего на градирню
Принимаем $d=205$ мм

Диаметр всасывающего трубопровода водяного насоса работающего на градирню
Принимаем $d=250$ мм

2.11 Описание схемы холодильной установки

На проектируемой установке применена компаундная схема с последовательным дросселированием и сжатием, с верхней подачей аммиака в приборы охлаждения. По технологическим соображениям используются три температуры кипения: $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$, $t_{02} = -35^{\circ}\text{C}$, $t_{03} = -40^{\circ}\text{C}$. В схеме применены три компрессорных агрегата. Для работы на $t_{03} = -40^{\circ}\text{C}$ агрегат 26A410-7-7, на $t_{02} = -35^{\circ}\text{C}$ - 26AH600-7-7 и на $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$ - 26A800-7-1. В компрессорном цехе также установлены на $t_{03} = -40^{\circ}\text{C}$ циркуляционный ресивер марки РЦЗ-1,25 и $t_{02} = -35^{\circ}\text{C}$ циркуляционный ресивер РЦЦ-8 и на $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$ один РЦЦ-1,25, дренажный ресивер РЛД-1,25, линейный ресивер РЛД-1,25, маслосборник 80 ПСз. Водяные насосы: три К100-65-200 и четыре К65-50-125. Аммиачных насосы: два ЦНГ-68, два ЦНГ -70М-1 и два 1ЦГ12,5/50-4-5.

Сжатый в компрессоре, 21A410-7-7 (на $t_{03} = -40^{\circ}\text{C}$), пар аммиака нагнетается в компаундно-циркуляционный ресивер РЦЦ-8 на $t_{02} = -30^{\circ}\text{C}$, далее компрессор, 21AH600-7-7 (на $t_{02} = -30^{\circ}\text{C}$), всасывает пар из ресивера РЦЦ-8 на $t_{02} = -30^{\circ}\text{C}$ и нагнетает его в компаундно-циркуляционный ресивер РЦЦ-1,25 на $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$, затем компрессор, 21A800-7-3 (на $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$), всасывает пар из ресивера РЦЦ-1,25 на $t_{01} = -10^{\circ}\text{C}$ и нагнетает его через маслоотделитель 300М, в горизонтальные кожухотрубные конденсаторы АКС-125. Такая схема позволяет исключить промежуточные сосуды и сократить количество компрессоров.

В конденсаторе пар аммиака конденсируется, отдавая тепло окружающей среде, затем жидкий аммиак поступает в линейный ресивер. Из линейного ресивера аммиак поступает на регулируемую станцию, откуда дросселируется в циркуляционный ресивер РЦЦ-1,25, из него аммиак последовательно дросселируется в циркуляционные ресиверы с $t_{02} = -30^{\circ}\text{C}$,

$t_{03} = -40^{\circ}\text{C}$. Из всех циркуляционных ресиверов, циркуляционными насосами, жидкий аммиак подается в приборы охлаждения соответствующие им по температурам кипения. В приборах охлаждения аммиак кипит, забирая тепло от продуктов, и парожидкостная смесь возвращается в циркуляционные ресиверы. Из циркуляционных ресиверов пары аммиака всасываются компрессорами и цикл повторяется.

Заполнение системы аммиаком

Зарядку системы аммиаком производят через коллектор регулирующей станции 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, вентиляем вниз. Перемещение жидкости из баллонов наблюдают по обледенению трубки.

Также предусмотрена заправка системы из железнодорожных и автомобильных 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.

Удаление масла из системы

Выпуск осуществляется через маслосборник, для чего в маслосборнике понижается давление до давления всасывания путем подключения к циркуляционному ресиверу на . Затем закрывают этот вентиль, открывается соответствующий вентиль и масло перемещают из аппаратов в маслосборник.

Оттаивание снеговой шубы

На время оттайки закрывают подачу жидкого аммиака в камеры, путем закрытия вентиля на жидкостном коллекторе.

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. После оттаивания прекращают подачу горячего пара, и дренирование конденсата. [4]

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 перекачивают в охлаждающие [4]

приборы, на линии подачи пара высокого давления, на линии подачи жидкого хладагента из линейного ресивера. После удаления жидкости из дренажного ресивера

Оттаивание воздухоохладителей с помощью электронагревателей выполняют в такой последовательности. В дренажном ресивере снижают давление, соединив его с циркуляционным ресивером. Воздухоохладители переключают на режим оттаивания — отключают от испарительной системы, выключают электродвигатели вентиляторов, соединяют с дренажным ресивером и включают электронагреватели. После оттаивания

воздухоохладители перекладывают на режим охлаждения, выполняя операции в обратной последовательности. А через некоторое время из дренажного ресивера удаляют масло и хладагент.

3. [4]

Анализ режимов термической обработки и хранения масложировой продукции

Для фасовки масла применяются упаковочные материалы и тара, которые должны защищать продукт от порчи, влияния внешних факторов (свет, влага, запахи), обеспечить сохранность продукта при транспортировании и хранении, быть безвредными для человека, придавать маслу товарный вид.

Фасуют масло

монолитами по 20 и 24 кг, в брикеты массой 10, 15, 20,30, 100, 200, 250,500 г, в стаканчики из полимерных материалов от 100 до 250 г. [5]

Масло в монолитах упаковывают в тару — картонные или дощатые ящики, проложенные пергаментом марки А.

При фасовании брикетами масло упаковывают в пергамент марки В или кашированную алюминиевую фольгу. Алюминиевая фольга, кашированная [5]

пергаментом или подпергаментом, не пропускает ультрафиолет,

практически паро- и газонепроницаемая. Фасование масла в кашированную фольгу по сравнению с пергаментом обеспечивает лучшую сохраняемость масла, так как фольга задерживает испарение с поверхности масла влаги, потеря которой приводит к усилению [5]

образования штаффа. При фасовании масла в монолитах рекомендуется в качестве пакетов-вкладышей вместо пергамента использовать инертные к жиру, морозостойкие, газо- и паронепроницаемые полиэтиленовые материалы (пленка «Повиден»). Применение полимерных пленок целесообразно, так как при длительном хранении масла в монолитах на холодильниках торговли практически не происходит потерь массы продукта и образования штаффа,

лучше сохраняются органолептические показатели, замедляются окислительные процессы. Масло с [5]

повышенным содержанием плазмы и СОМО, а также с пищевыми наполнителями, как правило, фасуют в стаканчики (коробки) из полимерных материалов.

Транспортирование масла с заводов и маслосырбаз, распределительных холодильников торговли осуществляют в авторефрижераторном транспорте, автомашинах с изотермическим кузовом. Допускается транспортирование масла в открытых машинах с использованием укрытий.

Хранение масла на холодильниках и в розничной торговле осуществляется при различных температурах, но относительная влажность воздуха должна быть не выше 80%. Масло одновременно хранят при положительных температурах от 6 до 0 °С и длительное время — при отрицательных от -5 до -25 °С. Хранение масла при положительных температурах, особенно с повышенным содержанием плазмы и СОМО, приводит к интенсивной порче продуктов. За счет активизации деятельности ферментов, микроорганизмов, процессов окисления, осаливания молочного жира ухудшаются вкус и запах, появляется салостый, прогорклый или рыбный привкус, происходит плесневение поверхности масла. Соленое и кисломолочное масло лучше сохраняются при положительных температурах по сравнению с другими за счет угнетающего действия соли и молочной кислоты на микроорганизмы.

Хранение при низких отрицательных температурах (от -15 °С и ниже) повышает стойкость масла. Однако процессы окисления, гидролиза молочного жира, хотя и медленно, но протекают в продукте. При наличии в масле гнилостной микрофлоры происходит распад белков и появляется рыбный привкус.

Масло летних выработок лучше сохраняется, так как процессы окисления молочного жира замедляются присутствием естественных антиокислителей — витаминов А, Е, В2,

каротина, С и др. Антиокислительными свойствами обладают и белковые компоненты плазмы масла — [5]

фосфолипиды, лецитин и др.

Масло десертное, ярославское, чайное и с пищевыми наполнителями хранят при температуре от 5 до -5 °С; десертное — 30 сут., остальные виды — 20 сут.

Сливочное масло, фасованное в брикеты массой нетто 100 и 250 г, упакованные в пергамент или кашированную фольгу, имеют следующие предельные сроки хранения (включая хранение в розничной торговой сети): упакованное в пергамент — 10 сут.; упакованное в алюминиевую кашированную фольгу — 20 сут. (бутербродное и с наполнителями — 15 сут.), для брикетов массой нетто 15, 20 и 30 г — 8 сут.; упакованное в стаканчики и коробочки из полимерных материалов — 15 сут. (десертное — 20 сут., столовое и детское — 10 сут.).

Температура фасованного масла при выпуске с холодильника не должна превышать -6 °С.

Масло топленое в бочках хранят при температуре от -3 до -6 °С в течение 12 мес. и не более 3-4 мес. при температурах хранения от -10 до -18 °С.

Масло топленое, фасованное в стеклянные банки, хранят при температуре от 0 до -3 °С не более 3 мес, в металлических банках — 12 мес.

В магазинах хранить сливочное масло более 5 сут. не рекомендуется, топленое — более 15 сут. В целях предотвращения плесневения относительная влажность воздуха должна быть не выше 80%.

На рисунке 3 приведен состав сливочного масла в соответствии с ФЗ от 12.06.08 № 88-

ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию», [7]ГОСТ Р 52253-2004 «Масло и паста масляная из коровьего молока. Общие технические условия», [5]ГОСТ Р 52969-2008 «Масло сливочное. Технические условия».

[8]

Спреды.

При перемещении спредов от изготовителя к потребителям и хранении последними, они неизменно попадают в область плюсовых температур, что активизирует процессы порчи. Поэтому режимы хранения и режимы транспортировки должны быть одинаковы, в противном случае продукты будут быстро портиться.

Для спредов предпочтительным является хранение при температуре минус 3°С в монолите.

Существует 3 различных режима хранения спредов:

Режим-1 — для потребителей.

При температуре (3 ± 2)°С плазма в спреде находится в жидком состоянии, а жир на 62% в твердом и 37% в жидком состоянии.

Рис. 3. Состав сливочного масла

Такая температура гарантирует срок годности продукта при хранении его в условиях общей камеры домашнего холодильника. Сроки годности продуктов, предусмотренные данным режимом хранения, в большей степени предназначены для потребителя, который хранит спред перед употреблением непродолжительное время.

Режим-2 — для промышленного хранения.

При температуре минус (6 ± 3)°С плазма находится в замороженном состоянии и микробиологические процессы в ней заторможены (состояние анабиоза). Жир при данном температурном режиме на 82% находится в твердом состоянии и содержит лишь 12% жидкого жира, т.е. так же как и плазма меньше подвержен биохимическим процессам порчи.

Режим-3 — для резервирования на заводах-изготовителях.

Это наиболее жесткий режим хранения в холодильниках и морозильных камерах при температуре минус (16 ± 2)°С.

Плазма при минус 18°С находится в замороженном состоянии, жир практически весь (на 92%) — в твердом. При температуре минус 18°С прекращается рост микроорганизмов. При этих условиях снижается качество спреда вследствие окисления молочного жира и фосфолипидов, т.е. изменений химического происхождения при длительном хранении.

Сроки годности и условия хранения спредов устанавливаются изготовителем с учетом того, чтобы в процессе хранения продукция соответствовала требованиям настоящего Федерального закона в течение срока годности.

При покупке или продаже спредов должны строго соблюдаться условия хранения, необходимые для обеспечения сохранности органолептических и физико-химических свойств, присущих спредам, и показателей безопасности:

оптимальные параметры окружающей среды (температура, влажность окружающего воздуха, световой режим и др.);

правила обращения (меры предохранения от порчи вредителями, насекомыми, грызунами; меры сохранения целостности упаковки).

Сроки годности спредов в транспортной таре составляют:

для режима I — 3 месяца;

для режима II — 6 месяцев;

для режима III — 9 месяцев.

[6]

Для спредов, упакованных в алюминиевую кашированную фольгу, рекомендуются следующие режимы хранения:

режим I — при температуре от 0 до + 4 °С;

режим II — при температуре от -3 до 0 °С;
режим III — при температуре от -4 до -11 °С.

Сроки годности спредов в потребительской таре составляют:

для режима I — 45 суток;
для режима II — 60 суток;
для режима III — 120 [6]

суток.

Спреды в потребительской и транспортной таре должны храниться при относительной влажности воздуха не более 80 %.

Сроки годности спредов в

транспортной таре исчисляются со дня выработки, в потребительской таре — со дня фасования.

В случае фасования спредов брикетами из монолитов после хранения срок годности их не должен превышать общего срока годности монолитов.

[12]

Перевозка спредов осуществляется в порядке, определенном законодательством Российской Федерации на специально оборудованном транспорте, на который в установленном порядке выдается санитарный паспорт. Конструкция грузовых отделений транспортных средств должна обеспечивать защиту спредов от загрязнения. Внутренняя поверхность грузовых отделений должна быть выполнена из моющихся нетоксичных материалов, периодичность санитарной обработки и дезинфекции которых устанавливается участником хозяйственной деятельности в сфере перевозки продукции. Вода, используемая для мойки, должна соответствовать требованиям питьевой воды, установленным соответствующим техническим регламентом.

Перевозимая продукция должна сопровождаться документами, подтверждающими ее безопасность и обеспечивающими ее прослеживаемость, а также информацией об условиях ее хранения и о сроках годности.

Грузоотправитель определяет условия перевозки, которые должны соответствовать условиям, установленным изготовителем для перевозки продукции.

При транспортировке и хранении также должны соблюдаться правила товарного соседства. Спреды запрещаются к перевозке вместе с непродовольственными грузами. Перевозка спредов и других видов пищевых продуктов в одном грузовом отделении допускается, если указанные продукты не выделяют запахи и имеют одинаковые со спредами условия перевозки.

Длительное хранение спредов в системе госрезерва

С

уменьшением объемов производства сливочного масла в нашей стране определилась проблема с поставкой его для длительного хранения в систему государственного резерва. С учетом важности этого вопроса была проанализирована возможность решения его за счет использования для этой цели спредов – аналогов сливочного масла по составу и назначению. Объем производства их в нашей стране практически адекватен сливочному маслу. При этом спреды являются экономически более выгодными для производства продуктами в [2]

сравнении со сливочным маслом и при правильном подборе сырья и рациональном соотношении молочного и растительного жира являются продуктами высокого качества.

В этой связи возникла необходимость решения вопросов возможности и целесообразности их длительного резервирования, оптимизации состава продукта, установления режимов хранения и сроков годности.

ГНУ ВНИИ маслоседелия и сыростроения совместно с ФГБУ НИИ проблем хранения Росрезерва была проведена работа (под руководством д.т.н., проф. Ф.А. Вышемирского) по исследованию возможности длительного резервирования спредов в условиях низких минусовых температур, целью которой было изучение качества спредов и его возможных изменений в

процессе длительного хранения при глубокой минусовой температуре.

При этом наряду с проведением исследований традиционных показателей [2]

качества (органолептических и физико-химических) и показателей безопасности, в т. ч. микробиологических, осуществляли контроль жирнокислотного состава и определяли массовую долю транс-изомеров жирных кислот.

Основным критерием для положительной оценки качества спредов в конце хранения являлось отсутствие отрицательной динамики всего комплекса изученных показателей в процессе хранения.

По результатам исследований качества спредов для закладки на длительное хранение, был

разработан «Регламент выработки и резервирования спредов в транспортной и потребительской таре при температуре минус 25 [2]

°С».

Регламент включает необходимые

требования, определяющие сохранность качества и безопасности спредов, закладываемых в резерв.

1. Оптимизация состава спредов, предназначенных для длительного хранения:

при производстве спредов, предназначенных для длительного хранения, рекомендуется использовать заменитель молочного жира (ЗМЖ), полученный путем рафинирования и перэтерификации;

на длительное хранение допускается закладывать спреды сливочно-растительные высокожирные массовой долей жира не менее 70,0%, несоленые с соотношением молочного и растительного жиров 1:1, выработанные в весенне-летний период года методом преобразования высокожирных сливок;

в качестве нежировой составляющей спредов должна использоваться исключительно молочная плазма, что обеспечит формирование в них сливочного вкуса и повысит их пищевую ценность и привлекательность в целом.

2. Установление требований к органолептической оценке и физико-химическим показателям спредов, предназначенных для длительного хранения.

Вкус и запах. Преобладающее влияние на вкус и запах спредов оказывает качество используемого молочного сырья, [2]

поэтому требования к нему при изготовлении спредов повышаются. Вкус и запах ЗМЖ, используемого

при производстве спредов – нейтральные или со сливочным запахом (при добавлении ароматизаторов).

Консистенция спредов должна быть однородной и пластичной. Решается этот вопрос правильным выбором ЗМЖ с учетом теплофизических характеристик, в первую очередь, температур плавления и застывания используемых ЗМЖ. При этом следует учитывать сезонные изменения жирнокислотного состава молочного жира.

[2]

Цвет спредов близкий к окраске сливочного масла.

3.

Обоснование требований к показателям безопасности спредов, предназначенных для длительного хранения.

Основными требованиями к пищевой безопасности, закладываемых на длительное хранение спредов, являются их микробиологические и биохимические показатели, наличие в них посторонних химических веществ и содержание транс-изомеров жирных кислот, на соответствие действующим в стране нормативно – правовым актам, их изменение в используемых условиях, подбор эффективных методов их контроля.

К спредам, предназначенным для закладки в государственный резерв, учитывая соответствующий коэффициент резерва, предъявляются следующие показатели безопасности:

микробиологические – МАФАНМ (мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы) не более $1,0 \times 10^3$ КОЕ в 1 г, БГКП не допускается в 0,01 г продукта; патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и *L. monocytogenes*, в 25 г продукта не допускаются;

кислотность жировой фазы – не более 2,0°К;

массовая доля транс-изомеров олеиновой кислоты в жире, выделенном из продукта, в пересчете на метилэлаидат – не более 8,0 %.

Фасование спредов, предназначенных для длительного резервирования, осуществляют в транспортную тару – монолитами по 20 кг с использованием полимерных пакетов-вкладышей и в потребительскую тару – брикетами по 200 г с упаковкой в алюминиевую кашированную фольгу.

4. Исследования по изменению качества спредов в процессе хранения при глубокой минусовой температуре с целью установления их сроков годности.

[2]

Содержащиеся в спредах токоферолы являются естественными антиокислителями и оказывают

влияние на процесс окисления. Окисление жиров развивается по цепному свободно-радикальному механизму, интенсивность процесса при этом определяется способностью образования и распада радикалов. Выполненными исследованиями доказана эффективность действия токоферолов, в качестве биоантиоксидантов, которые будучи высокорекреационными соединениями, расходуются в первую очередь, защищая продукт от окислительной порчи и, тем самым, повышают его устойчивость в хранении (лучше, чем сливочного масла). Позитивное действие токоферола в спредах обусловило продолжительность их хранения (при температуре минус 25 °С) – до 36 месяцев.

Сроки годности спредов установлены на основании результатов исследований, полученных при длительном хранении экспериментальных образцов (36 месяцев) при температуре минус 25°С в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов». Санитарно-эпидемиологические исследования для установления сроков годности проводили в соответствии с утвержденными в установленном порядке методами контроля регламентируемых показателей.

Основой санитарно-эпидемиологического обоснования сроков годности пищевых продуктов, в т.ч. спредов стали выполненные микробиологические, физико-химические исследования, данные по содержанию токсичных элементов, показатели органолептической оценки исследованных спредов в процессе хранения, показатели оценки состояния внутренней и наружной поверхности тары.

[2]

После резервирования спредов при температуре минус 25°С, вследствие незначительных изменений показателей, качество их соответствует требованиям действующей документации.

В таблице 3 приведено сравнение сливочного масла и спреда по основным показателям.

В таблице 4 приведены технические условия на спреды

Таблица 3 Сравнение масла сливочного и спреда

Показатель

Сливочное масло

Спред

Базовый ингредиент

Молочный жир

Растительный жир

Холестерин

0,18 %

0 %

Содержание транс-изомеров

Не более 8 %

Не более 8 %

Насыщенные жирные кислоты

61,6 %

41,5 %

Ненасыщенные жирные кислоты

34,4 %

58,1 %

Мононенасыщенные жирные кислоты

29,8 %

38,5 %

Полиненасыщенные жирные кислоты

5,8 %

19,6 %

[7]

Таблица 4. Технические документы по спредам

Наименование

Номер документа

Массовая доля жира

Примечание

Смеси топленые для жарки

ТУ 9148-136-04610209-2004

99

Сливочно-растительные и растительно-сливочные

Спреды «Столовые»

ТУ 9148-139-04610209-2009

80

72,5

55

Сливочно-растительные и растительно-сливочные несоленые и соленые

Спреды «Городские»

ТУ 9148-139-04610209-2009

70

60

50

Сливочно-растительные и растительно-сливочные несоленые и соленые

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы произведено оптимальное размещение камер термообработки и хранения различных продуктов.

В схеме используется современное оборудование, что позволяет автоматизировать холодильную установку и создавать благоприятные условия работы обслуживающего персонала.

Для отвода теплоты конденсации выбран вертикальный кожухотрубный конденсатор.

В половине камер хранения мороженных продуктов, универсальных камерах и к❖❖мерах заморозки установлены воздухоохладители, что обусловлено более равномерным распределением температуры воздуха в камере, во второй половине камер хранения мороженных установлены батареи, т.к. в них хранятся не упакованные продукты. Высоким значением коэффициента теплоотдачи от продуктов к воздуху при их термической обработке, малой аммиакоёмкости, что повышает безопасность эксплуатации холодильной установки.

В специальной части произведён анализ режимов термической обработки и хранения масложировой продукции.

Проект холодильной установки распределительного холодильника ёмкостью 6500 т в городе Барнаул, выполнен в соответствии с современными требованиями по проектированию производственных холодильников. Холодильник направлен на круглогодичное обслуживание жителей города Барнаул и пригорода различными продуктами питания.

ЛИТЕРАТУРА

Богданов С.Н. и др. Свойства веществ. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985.

Гоголин А.А. и др. Проектирование холодильных сооружений. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1978.

Комарова Н.А. «Холодильные установки»: Учебное пособие. Часть I (Книга 1). Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2004. –

125с.

Комарова Н.А. «Холодильные установки»: Учебное пособие. Часть I (Книга 2). Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2006. – 120с.

Чумак И.Г., Чепуренко В.П. и др. Холодильные установки. – М.: Агропромиздат, 1991

Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М.: Агропромиздат, 1989.

[\[3\]](#)

<http://www.znaytovar.ru/new666.html>

Приложения

Приложение А

Приложение Б

Приложение В

Приложение Г

Приложение Д [\[21\]](#)