В настоящем проекте разработана схема холодильной установки молзавода производительностью 60 тонн в сутки в городе Кемерово.

Произведен расчет и выбор планировки холодильника с использованием сборных железобетонных конструкций, чтобы сократить время строительства. Также было подобрано основное и вспомогательное оборудование на основании подробного расчета. Выбор, монтаж и компоновка оборудования производились с требованиями техники безопасности. Установка также была автоматизирована для очной работы без аварий и облегчения работы персонала.

Содержание

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

АКЗ00.000.00.ПЗ

 Разраб.

*Скродер В.В,*

 Провер.

*Усов А.В,*

 Т. контр.

*Усов А.В.*

 Н. контр.

 Утв.

*Усов А.В*.

Расчетно-пояснительная записка

Лит.

Листов

64

КемТИПП ПХМ-141

 Введение 4

1. Строительная площадь холодильника. 5

2. Расчет изоляционных ограждений охлаждаемых помещений 12

3. Расчет теплопритоков 15

3.1 Теплопритоки через ограждающие конструкции 16

3.2. Теплопритоки от грузов при холодильной обработке 18

3.3. Эксплуатационные теплопритоки 19

3.4. Определение нагрузки на камерное оборудование и компрессор 25

4. Расчет камерных приборов охлаждения 26

4.1.Расчёт и подбор воздухоохладителей. 26

4.2. Расчёт и подбор батарей 27

5. Расчет и подбор оборудования холодильной установки 30

5.1. Выбор расчетного режима 30

5.2. Расчёт и подбор конденсатора 41

5.3. Расчёт и подбор вспомогательного оборудования 42

5.3.1. Расчёт и подбор циркуляционного ресивера 42

5.3.2. Расчёт и подбор линейного ресивера 44

5.3.3. Расчёт и подбор дренажного ресивера 45

5.3.4. Расчёт и подбор маслоотделителя 45

5.3.5. Расчёт и подбор маслосборник 46

5.3.6. Расчёт и подбор аммиачных насосов 46

5.3.7. Расчёт и подбор водяных насосов 47

5.3.8. Расчёт и подбор градирни 49

5.4 Расчет и подбор трубопроводов 50

6. Спец задание 51

6.1. Конструкторско-чехнологическая часть 53

6.2. Расчет линии производства сливочного мороженого 53

Заключение 63

Список использованных источников 64

Введение.

Искусственный холод применяют во многих отраслях народного хозяйства для получения температуры ниже температуры окружающей среды.

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.

Не менее 40% производимой продукции необходимо подвергать холодильной обработке в целях предотвращения ее порчи, а так же для хранения, транспортировки и реализации продукции.

Производство искусственного холода, т.е. достижение температур ниже температуры окружающей среды и осуществление различных технологических процессов, при этих температурах находят все расширяющиеся применение во многих отраслях народного хозяйства. Холодильная техника оказалась нужной почти всем областям человеческой деятельности. Развитие некоторых отраслей нельзя представить без применения искусственного холода. В пищевой промышленности холод обеспечивает длительное сохранение высокого качества скоропортящихся продуктов; и именно из-за недостаточного использования холода в мире теряется в среднем 25% производственных пищевых продуктов. Широко применяется искусственный холод на различных видах транспорта, для перевозки пищевых продуктов, а также на судах рыболовного флота, в торговле пищевыми продуктами, а так же в других отраслях народного хозяйства.

Так же искусственный холод используют в химической промышленности, в машиностроении, в строительстве, фармацевтической промышленности и медицине.

Задачей данного проекта является проектирование холодильной установки молоко завода производительностью 60 тонн в смену в городе Кемерово

1. Строительная площадь холодильника.

Вместимость холодильника Ехол., т, рассчитывается по формуле

, (1.1)

где – сменная производительность т/сут.

Вместимость камер хранения охлажденной продукции т, определяется по формуле

 (1.2)

Вместимость камер хранения замороженной продукции т, определяется по формуле

 (1.3)

Грузовой объем Vгр, м3, помещений, камера хранения молочной продукции в бутылках, определяется по формуле

 (1.4)

где Eзам – емкость замороженной помещения, т;

 qv – норма загрузки единицы объема, т/ м3 , qv=0,44. [1, c. 44].

Грузовая площадь Fгр, м2, занимаемая штабелями определяется по формуле

 (1.5)

где Vгр – грузовой объем помещения, м3;

 hгр – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля,

 hгр = 5 м.

Расчет строительную площадь камеры хранения Fстр, м2, можно определить, пользуясь коэффициентом использования площади камер βF который учитывается наличие площадей участков помещения, не используемых для размещения груза определяют по формуле

 (1.6)

где Fгр – грузовая площадь занимаемая штабелями, м2;

 βF – коэффициент использования площади, βF =0,85, [1, c. 47].

Строительная площадь камера охлаждения и хранения сметаны Fстр, м2, определяется по формуле

 (1.7)

где – суточная производительность камер термообработки т/сут, =60;

 τ – время термической обработки, час;

 – норма загрузки 1 м2 площади камеры, т/м, =0,15.

Строительная площадь камера хранения сыров Fстр, м2, определяется по формуле

где – суточная производительность камер термообработки т/сут, =60;

 τ – время термической обработки, час;

 – норма загрузки 1 м2 площади камеры, т/м, =0,50.

В холодильники предусмотрены камеры хранения сыров поступающих на переработку, площадью равной площади камеры дозревания.

Строительная площадь камера хранения топленого масла Fстр, м2, определяется по формуле

где – суточная производительность камер термообработки т/сут, =60;

 τ – время термической обработки, час;

 – норма загрузки 1 м2 площади камеры, т/м, =0,55.

Строительная площадь камера закаливания мороженого Fстр, м2, определяется по формуле

где – суточная производительность камер термообработки т/сут, =60;

 τ – время термической обработки, час;

 – норма загрузки 1 м2 площади камеры, т/м, =0,25.

Строительная площадь камера дозакаливания мороженого равна площади камеры заморозки

Грузовой объем Vгр, м3, помещений, камера хранения мороженого, определяется по формуле

где Eхр.зам – емкость охлаждаемого помещения, т;

 qv – норма загрузки единицы объема, т/ м3 , qv=0,3. [1, c. 44].

Грузовая площадь Fгр, м2, занимаемая штабелями определяется по формуле

где Vгр – грузовой объем помещения, м3;

 hгр – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля,

 hгр = 5 м.

Расчет строительную площадь камеры хранения Fстр, м2, можно определить, пользуясь коэффициентом использования площади камер βF который учитывается наличие площадей участков помещения, не используемых для размещения груза определяют по формуле

где Fгр – грузовая площадь занимаемая штабелями, м2;

 βF – коэффициент использования площади помещения, βF =0,8, [1, c. 46].

Предварительную планировку холодильника удобно вести по числу строительных четырехугольников, образованных сеткой колонн 6×12 м2, определяется формулой

 (1.8)

где Fстр – строительная площадь камер различного назначения, м2;

 f – строительная площадь одного четырехугольника при принятой сетке

 колонн, 6×12 м2.

Расчет количество строительных прямоугольников и строительную площадь камер заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Определение количества камер холодильника.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименованиекамер | Строительная площадь | Расчетное кол-во прямоугольни-ков | Принятое кол-во прямоуголь-ников |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Хранения молока | 423,5 | 5,85 | 6 |
| Охлаждения и хранения сметаны | 400 | 5,55 | 6 |
| Хранения топленого масла | 120 | 1,51 | 2 |
| Хранение сыров на переработку | 120 | 1,67 | 2 |
| Хранение сыров | 120 | 1,67 | 2 |
| Закаливание мороженого | 240 | 3,33 | 4 |
| Дозакаливание мороженного | 240 | 3,33 | 4 |
| Хранения мороженого | 525 | 7,3 | 8 |

Размеры железнодорожной и автомобильной платформ холодильника должны обеспечивать нормальную работу грузовых механизмов. Для железнодорожного и автомобильного транспорта длину грузовых платформ определяют по расчету в зависимости от емкости холодильника и его грузооборота.

Количество поступающего груза Gпост, т, определяем по формуле

 (1.9)

где Ехол – емкость холодильника, тонн;

 β – оборачиваемость; β = 12;

 mпост – коэффициент неравномерности поступления груза mпост = 2.

Количество выпускаемого груза Gвып, т, определяем по формуле

 (1.10)

где Ехол – емкость холодильника, тонн;

 β – оборачиваемость; β = 12;

 mвып – коэффициент неравномерности выпуска груза mвып = 1,3.

Принимаем суточное поступление и выпуск продукции автомобильным транспортом в количестве 50% всех поступающих и выпускаемых грузов , т/сут, определяем по формуле

 (1.11)

Суточное поступление продукции железнодорожным транспортом т/сут , определяем по формуле

Число автомашин, прибывающих за сутки, , рассчитывается по формуле

 (1.12)

где – грузоподъемность автомобиля, принимаем равной, =3 т;

 – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля,

 =0,5÷0,7.

Длина автомобильной платформы , м, определяемой по формуле

 (1.13)

где – ширина кузова автомобиля с учетом расстояния между

 машинами,=3÷4 м[1, c. 51];

 – доля общего числа автомобилей, прибывающих в течение первой

 смены, =0,6÷1;

 – время загрузки или выгрузка одного автомобиля, =0,5÷0,7 ч;

 – коэффициент неравномерности поступления автомобилей,

 =1,0÷1,5.

Принимаем =8 м.

Число вагонов, прибывающих за сутки , , определяется по формуле

 (1.14)

где – грузоподъемность вагона, принимаем равной, =40 т;

 – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля,

 =0,75.

Принимаем =2.

Длина железнодорожной платформы , м, определяется формулой

 (1.15)

где – длина вагона, =20 м;

 – коэффициент, учитывающий неравномерность подачи вагонов к

 платформе, =1÷1,5;

 П – число подач вагонов в сутки, П=1÷4.

2. Расчет изоляционных ограждений охлаждаемых помещений.

Расчет изоляционных конструкций заключается в определении необходимой толщины δиз, м, слоя изоляции по формуле. [1, c. 70].

 (2.1)

где =Ro – сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей

 конструкции, (мК)/ Вт;

 – требуемый коэффициент теплопередачи многослойной

 ограждающей конструкции, Вт/м2;

 = Rн – сопротивление теплопередаче с наружной или более теплой

 стороны, (мК)/ Вт;

 ,– коэффициент теплоотдаче с наружной и внутренней стороны

 ограждений соответственно, Вт/(м2К);

 δi – толщина слоев строительных материалов, входящих в состав

 ограждения, м;

 λi – коэффициенты теплопроводности строительных материалов,

 входящих в состав ограждения. Вт/(м2К);

 δиз – толщина слоя теплоизоляции, м;

 λиз – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала,

 Вт/(мК).

Значения термического сопротивления, теплоотдачи, термического сопротивления ограждающих конструкций, величину избыточной разности температур от солнечной радиации и характеристики материалов для теплоизоляционных ограждающих конструкций, а также теплоизоляционные конструкции. [1, c. 72].

Действительное значение термического сопротивления (м2×К)/Вт ограждений определяется по формуле

 (2.2)

где δиз.д – принятая толщина изоляционного слоя, м; [1, c. 71];

 Rд – действительное значение термического сопротивления

 ограждения (м2К)/Вт.

Конструкция стен, перекрытий и пола представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Конструкция ограждений.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и конструкция ограждения | № слоя | Наименование и материал слоя | Толщинаδi, м | Коэффициенттеплопроводности λi , Вт/(мК) | ТепловоеСопротивление,(м2К)/ Вт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Наружная стеновая панель | 1 | Штукатурка сложным раствором по металлической сетке | 0,02 | 0,98 | 0,02 |
| 2 | Теплоизоляция из пенополистирол | - | 0,05 | - |
| 3 | Пароизоляция—2 слоя гидроизола на битумной мастики | 0,004 | 0,3 | 0,013 |
| 4 | Наружный слой из тяжёлого бетона | 0,140 | 1,86 | 0,075 |
| Покрытие | 1 | Кровельный рулонный ковер | 0,012 | 0,3 | 0,04 |
| 2 | Бетонная стяжка | 0,04 | 1,86 | 0,022 |
| 3 | Засыпная теплоизоляция | - | - | - |
| 4 | Плитная теплоизоляция ПСБ-С  | - | 0,05 | - |
| Пол охлаждаемых помещений | 1 | Монолитное бетонное покрытие | 0,04 | 1,86 | 0,022 |
| 2 | Армобетонная стяжка | 0,08 | 1,86 | 0,043 |
| 3 | Пароизоляция слой пергамина | 0,001 | 0,15 | - |
| 4 | Плитная теплоизоляция | - | 0,05 | - |
| 5 | Цементно-песчаный раствор | 0,025 | 0,98 | 0,026 |
| 6 | Уплотненный песок | 1,35 | 0,56 | 2,338 |
| 7 | Бетонная подготовка с электронагревателями | - | - | - |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Внутренняя стеновая панель | 1 | Панель из керамзитобетона | 0,24 | 0,47 | 0,51 |
| 2 | Пароизоляция два слоя гидроизола на битумной мастике | 0,004 | 0,30 | 0,013 |
| 3 | Теплоизоляция | - | 0,05 | - |
| 4 | Штукатурка сложным раствором по металлической сетке | 0,02 | 0,98 | 0,02 |

Особенностью строительных конструкций охлаждаемых помещений холодильных предприятий является устройство изолированных наружных и внутренних ограждений. При строительстве холодильного предприятия на создание изоляции расходуется 25 - 40% стоимости всего сооружения, а на каждую тонну емкости холодильника до 0,6 м теплоизоляционных материалов, поэтому необходимо уделять серьезное внимание правильному выбору изоляционного материала, тщательному проектированию и выполнению изоляционных конструкций ограждений. Срок службы холодильника, его экономические показатели во многом определяются качеством изоляции. Отсутствие изоляции или ее значительное ухудшение влекут за собой невозможность поддержания в охлаждаемых помещениях нужных теплового и влажностного режимов, увеличение усушки продуктов, порчу хранившихся ценных грузов и увеличение расхода энергии на производство холода. Правильно запроектированная и хорошо выполненная изоляция обеспечивает длительную эксплуатацию, при минимальных эксплуатационных затрат.

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций сводим в таблицу 4.

Таблица 3 – Расчетные параметры наружного воздуха.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | Среднемесячная температура самого жаркого месяца, 0С | Температура абсолютного максимума, 0С | Среднегодовая температура, 0С | Среднемесячная относительная влажность самого жаркого месяца, 0С |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кемерово | 24,5 | 39 | 1,4 | 60 |

Если принятая толщина теплоизоляции отличается от расчетной более чем на 10%, то следует определить действительное значение коэффициента теплопередачи.

Результаты расчетов действительного термического сопротивления заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет коэффициента теплопередачи конструкции.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ограждения | t, 0С | Rн (м2×К) /Вт | RВ (м2×К) /Вт | δизтр м | δиздм | Ro (м2×К) /Вт | Rд (м2×К) /Вт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Наружная стена | -30 | 0,043 | 0,091 | 0,243 | 0,25 | 5,1 | 5,1 |
| -25 | 0,043 | 0,091 | 0,223 | 0,225 | 4,7 | 4,7 |
| 0 | 0,043 | 0,125 | 0,106 | 0,125 | 2,4 | 2,78 |
| Покрытие | -30 | 0,043 | 0,091 | 0,26 | 0,275 | 5,4 | 5,7 |
| -25 | 0,043 | 0,091 | 0,24 | 0,25 | 5 | 5 |
| 0 | 0,043 | 0,125 | 0,128 | 0,13 | 2,8 | 2,8 |
| Пол | -30 | 0,043 | 0,091 | 0,196 | 2 | 6,5 | 6,5 |
| -25 | 0,043 | 0,091 | 0,171 | 0,175 | 6 | 6 |
| 0 | - | - | - | - | - | 2,429 |
| Стена в коридор | -30 | 0,125 | 0,091 | 0,217 | 0,225 | 5,1 | 5,1 |
| -25 | 0,125 | 0,091 | 0,197 | 0,2 | 4,7 | 4,7 |
| 0 | 0,125 | 0,125 | 0,08 | 0,1 | 2,4 | 2,79 |
| Перегородка | -30/-25 | 0,091 | 0,091 | 0,058 | 0,075 | 1,9 | 2,23 |
| -30/0 | 0,091 | 0,125 | 0,178 | 0,18 | 4,3 | 4,3 |
| -25/0 | 0,091 | 0,125 | 0,164 | 0,175 | 4,05 | 4,26 |

3 Расчет теплопритоков.

Расчет теплопритоков состоит в последовательном учете количества теплоты, поступающей в охлаждаемое помещение (аппарат) от каждого из источников теплоты, которые могут оказать влияние на установление и поддержание заданного теплового режима в охлаждаемом объекте. [1, c. 96].

Сумма всех теплопритоков ,кВт, рассчитывается по формуле

 (3.1)

где Q1 – теплопритоки через ограждающие конструкции помещения, кВт;

 Q2 – теплопритоки от продуктов или материалов при их

 холодильной обработке. кВт;

 Q4 – теплопритоки от различных источников при

 эксплуатации камер, кВт.

3.1. Теплоприток от окружающего воздуха через ограждения охлаждаемых помещений.

Теплота от окружающей среды проникает внутрь охлаждаемых помещений в результате действия двух процессов: теплопередачи через ограждения вследствие наличия разности температур tн окружающей среды и tпм воздуха внутри помещения (аппарата) и поглощения наружной поверхностью ограждений теплоты солнечной радиации. Теплопритоки через наружные стены и покрытия холодильника Q1, кВт, определяем по формуле [1, c. 97].

 (3.2)

где – теплоприток, возникающий под действием разности температур, Вт

 – теплоприток, возникающий под действием солнечной радиации, Вт

Теплоприток, возникающий под влиянием разности температур, определяют по формуле

 (3.3)

где k – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м2⋅К);

 F – площадь теплопередающей поверхности ограждения, м2;

 R – термическое сопротивление ограждения, м2⋅К/Вт;

 – температура воздуха снаружи охлаждаемого помещения, oC;

 – температура воздуха внутри охлаждаемого помещения, oC.

Для массивных ограждений, какими являются ограждения обычных холодильных сооружений, кратковременные циклические изменения температуры наружного воздуха вызывают колебания теплового потока, существенно затухающие внутри ограждения. В связи с этим за расчетную температуру наружного воздуха tн принимают среднюю температуру наиболее жаркой пятидневки (которую вычисляют как среднее значение для восьми наиболее жарких пятидневок за пятьдесят лет). При отсутствии этих данных можно пользоваться формулой. [1, c. 101].

 (3.4)

где – среднемесячная температура самого жаркого месяца, oC;

 – температура абсолютного максимума, oC.

Теплоприток через пол Q1т, кВт, расположенный на грунте и имеющий обогревательные устройства, определяют по формуле

 (3.5)

где F – площадь пола, м2;

 tср – средняя температура поверхности устройства для обогрева грунта

 (при электрообогреве грунта – (tср =1 0С). [1, c. 102].

 tпм – температура воздуха в охлаждаемом помещении, oC;

 Rд – термическое сопротивление ограждения, (м2×К)/Вт.

Теплоприток через пол Q1т, кВт, расположенный на грунте и не имеющий обогревательные устройства, определяют по формуле

 (3.6)

где – температура воздуха снаружи охлаждаемого помещения, oC;

 – температура воздуха внутри охлаждаемого помещения, oC;

 m – коэффициент, характеризующий относительное возрастание

 термического сопротивления, для неизолированных полов, m=1;

 – условный коэффициент теплопередачи соответствующей зоны

 пола, Вт/(м2К);

 F – площадь соответствующей зоны пола, м2.

Теплоприток от солнечной радиации через наружные стены и покрытия холодильников Q1 с, определяют по формуле

 (3.7)

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

 Δtс – избыточная разность температур, характеризующая действие

 солнечной радиации в летнее время, 0С;

 Rд – действительный термического сопротивление ограждений,

 (м2 К)/Вт.

Расчетную разность температур принимаем для внутренних ограждений, выходящих в неохлаждаемые помещения (коридоры, вестибюли, тамбуры) принимаем как часть расчетной разности температур для наружных стен Δtр = 0,7×(tн –tв) 0С, если эти помещения сообщаются с наружным воздухом и Δtр = 0,6×(tн –tв) 0С, если не сообщаются. Теплопритоки через перегородки Q1т, кВт, определяем по формуле

Расчет теплопритоков через ограждения сводим в таблицу 5.

3.2 Теплопритоки от грузов при холодильной обработке

Теплопритоки от грузов при холодильной обработке Q2,кВт, определяем по формуле. [1, c. 111].

 (3.8)

где Q2пр – теплопритоки от продуктов при охлаждении, кВт;

 Q2т – теплопритоки от тары при охлаждении, кВт.

Теплоприток от продуктов , кВт, при холодильной обработке в камерах хранения, определяется по формуле

 (3.9)

где Gсут – суточная поступление продуктов в камеру хранения, (т/сут);

 – удельные энтальпии продукта соответственно до и после

 термообработки (кДж/кг).

Теплоприток от тары Q2Т ,кВт, определятся по формуле

 (3.10)

где – суточное поступление тары, т/сут;

 ст – удельная теплоемкость тары. [1, c. 110].

 t1 – температура тары при поступлении груза, °С;

 t2 – температура тары при выходе груза, °С.

Суточное поступление груза Мгр тонн, в камеры холодильников принимают 8%, определяют по формуле

 (3.11)

где – F площадь камеры м2;

 βF – коэффициент использования площади помещения;

 hгр – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля,

 hгр = 5 м;

 qv - норма загрузки единицы объема, т/м3.

Результаты расчетов теплоприток от грузов при холодильной обработке сведены в таблицу 6.

3.3 Эксплуатационные теплопритоки

Эксплуатационные теплопритоки Q4, кВт,определяем по формуле

 (3.12)

где Q4.1 – теплоприток от освещения, кВт;

 Q4.2 – теплоприток от работающих электродвигателей, кВт;

 Q4.3 – теплоприток от работающих людей, кВт;

 Q4.4 – теплоприток из смежных помещений через открытые двери, кВт;

Теплоприток от освещения Q4.1 кВт, определяют по формуле

 (3.13)

где q4.1 – относительная мощность осветительных приборов, Вт/м2,

 [1, с 113];

 Fпм – площадь камер, м2.

Теплоприток от работающих электродвигателей Q4.2, кВт, определяют по формуле

 (3.14)

где q4.2 – относительная мощность электродвигателей, Вт/м2, [1, с 113];

 Fпм – площадь камер, м2.

Теплоприток от работающих людей Q4.3, кВт, определяется по формуле

 (3.15)

где n –число людей, одновременно работающих в данном помещении,

 принимают в зависимости от площади камеры: обычно 2 ÷ 3 человека

 при Fпм ≤ 200 м2  и 3 ÷ 4 человека при Fпм ≥ 200 м2;

Q4.4 – теплоприток из смежных помещений через открытые двери

 соответственно, кВт.

 (3.16)

где β – коэффициент продолжительности открытия дверей: для камеры

 хранения производственных холодильников 0,15, для камер

 распределительных холодильников 0,3, для камер холодильной

 обработки прочих 1,0. [1, c. 115].

 Fдв – площадь дверного проема, м2; Fдв = 22,3 = 4,6 м2;

 η – коэффициент эффективности средств теплозащиты: для

 тепловоздушного затвора 0,95, для теплового шлюза (тамбур с

 самозакрывающими дверями) 0,8, для воздушной завесы 0,6;

 q4.4 – тепловой поток, отнесенный к площади дверного проема, кВт/м 2;

 определяемый по - Плотность теплового потока

 через дверной проем из смежных помещений. [1, c. 116 рис 4.4].

Расчет эксплуатационных теплопритоков сводим в таблицу 7.

Общий расчет теплопритоков представлен в сводной таблице 8.

Таблица 5 – Расчет теплопритоков через ограждения Q1, кВт.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ограждение | Rд(м2 К)/Вт | F, м2 | tн, 0С | Δt, 0С | Q1, кВт | Δtс, 0С | Q1с, кВт | ΣQ1, кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Камера № 1 (tв = 00С) хранения сметаны |
| Север | 2,78 | 75,73 | 34 | 34 | 0,93 | - | - | 0,93 |
| Восток | 4,3 | 147,7 | -30 | -30 | -1,03 | 9,8 | 0,34 | -0,69 |
| Запад | 2,78 | 147,7 | 34 | 34 | 1,81 | - | - | 1,81 |
| Юг  | 2,79 | 75,73 | 23,8 | 23,8 | 0,65 | - | - | 0,65 |
| Покрытие | 2,8 | 288 | 34 | 34 | 3,50 | 14,9 | 1,53 | 5,03 |
| Пол | (34-0)·(720,45+60·0,23+52·0,12+108·0,07)/1000=2,04 |
| Итого | 9,75 |
| Камера № 2 (tв = -300С) дозакаливания мороженного  |
| Север | 5,1 | 75,73 | 34 | 64 | 0,95 | - | - | 0,95 |
| Восток | 2,23 | 147,7 | -25 | 5 | 0,33 | - | - | 0,33 |
| Запад | 4,3 | 147,7 | 0 | 34 | 1,17 | - | - | 1,17 |
| Юг  | 5,1 | 75,73 | 23,8 | 57,8 | 0,86 | - | - | 0,86 |
| Покрытие | 5,7 | 288 | 34 | 64 | 3,23 | 14,9 | 0,75 | 3,99 |
| Пол | 6,5 | 288 | 1 | 35 | 1,55 | - | - | 1,55 |
| Итого | 8,84 |
| Север | 4,7 | 147,7 | 34 | 59 | 1,85 | - | - | 1,85 |

Продолжение таблицы 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Восток | 4,26 | 147,7 | 0 | 25 | 0,87 | - | - | 0,87 |
| Запад | 2,23 | 147,7 | -30 | -5 | -0,33 | - | - | -0,33 |
| Юг  | 4,7 | 147,7 | 23,8 | 48,8 | 1,53 | - | - | 1,53 |
| Покрытие | 5 | 576 | 34 | 59 | 6,80 | 14,9 | 1,72 | 8,51 |
| Пол | 6 | 576 | 1 | 25 | 2,40 | - | - | 2,40 |
| Итого | 14,84 |
| Камера № 4 (tв = 00С) хранения сметаны |
| Север | 2,78 | 39,7 | 34 | 34 | 0,49 | - | - | 0,49 |
| Восток | 4,26 | 75,73 | - | - | - | - | - | - |
| Запад | 2,78 | 75,73 | 34 | 34 | 0,93 | 11 | 0,30 | 1,23 |
| Юг  | 2,79 | 39,7 | 23,8 | 23,8 | 0,34 | - | - | 0,34 |
| Покрытие | 2,8 | 144 | 34 | 34 | 1,75 | 14,9 | 0,77 | 2,51 |
| Пол | (34-0) (60·0,45+52·0,23+40·0,12)/1000=1,49 |
| Итого | 6,05 |
| Камера № 5 (tв =00С) хранение молока |
| Север | 2,79 | 111,7 | 23,8 | 23,8 | 0,95 | - | - | 0,95 |
| Восток | 2,78 | 147,7 | 34 | 34 | 1,81 | 9,8 | 0,52 | 2,33 |
| Запад | 4,26 | 14,7 | -25 | -25 | -0,09 | - | - | -0,09 |
| Юг  | 2,78 | 111,7 | 34 | 34 | 1,37 | 8 | 0,32 | 1,69 |
| Покрытие | 2,8 | 432 | 34 | 34 | 5,25 | 14,9 | 2,30 | 7,54 |
| Пол | (34-0) (84·0,45+72·0,23+64·0,12+216·0,07)/1000=2,11 |
| Итого | 14,54 |
| Камера № 6 (tв = -250С) закаливания мороженного  |
| Север | 4,7 | 75,73 | 23,8 | 48,3 | 0,78 | - | - | 0,78 |
| Восток | 4,7 | 147,7 | 0 | 25 | 0,79 | - | - | 0,79 |
| Запад | 4,26 | 147,7 | 23,8 | 48,3 | 1,67 | - | - | 1,67 |
| Юг  | 4,7 | 75,73 | 34 | 59 | 0,95 | 8 | 0,13 | 1,08 |
| Покрытие | 5 | 288 | 34 | 59 | 3,40 | 14,9 | 0,86 | 4,26 |
| Пол | 6 | 288 | 1 | 26 | 1,25 | - | - | 1,25 |
| Итого | 9,82 |
| Камера № 7 (tв =00С) камера хранения сыра |
| Север | 2,78 | 39,7 | 23,8 | 23,8 | 0,34 | - | - | 0,34 |
| Восток | - | 75,73 | - | - | - | - | - | - |
| Запад | 2,79 | 75,73 | 23,8 | 23,8 | 0,65 | - | - | 0,65 |
| Юг  | 2,78 | 39,7 | 34 | 34 | 0,49 | 8 | 0,11 | 0,60 |
| Покрытие | 2,8 | 144 | 34 | 34 | 1,75 | 14,9 | 0,77 | 2,51 |
| Пол | (34-0) (72·0,45+60·0,23+52·0,12+108·0,07)/1000=2,04 |
| Итого | 6,14 |
| Камера № 8 (tв =00С) хранения сыров поступающих на переработку |

Продолжение таблицы 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Север | 2,78 | 39,7 | 23,8 | 23,8 | 0,34 | - | - | 0,34 |
| Восток | - | 75,73 | - | - | - | - | - | - |
| Запад | - | 75,73 | - | - | - | - | - | - |
| Юг  | 2,78 | 39,7 | 34 | 34 | 0,49 | 8 | 0,11 | 0,60 |
| Покрытие | 2,8 | 144 | 34 | 34 | 1,75 | 14,9 | 0,77 | 2,51 |
| Пол | (34-0) (72·0,45+60·0,23+52·0,12+108·0,07)/1000=2,04 |
| Итого | 5,49 |
| Камера № 9 (tв =100С) хранение топленого масла |
| Север | 2,79 | 39,7 | 23,8 | 23,8 | 0,34 | - | - | 0,34 |
| Восток | 1 | 75,73 | - | - | - | - | - | - |
| Запад | 2,78 | 75,73 | 34 | 34 | 0,93 | 11 | 0,30 | 1,23 |
| Юг  | 2,78 | 39,7 | 34 | 34 | 0,49 | 8 | 0,11 | 0,60 |
| Покрытие | 2,8 | 144 | 34 | 34 | 1,75 | 14,9 | 0,77 | 2,51 |
| Пол | (34-0)×(72×0,45+60×0,23+52×0,12+108×0,07)/1000=2,04 |
| Итого | 6,72 |

Таблица 6 – Расчёт теплопритоков от грузов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | F,м2 | Mпр | tпр, 0С | Δiпр | Cт | Qпр,кВт | Qт,кВт | Q2,кВт |
| брутто | нетто | тара | t1 | t2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 288 | 14,7 | 11,76 | 2,94 | 15 | 0 | 51,4 | 2,09 | 7,00 | 1,07 | 8,06 |
| 2 | 288 | 24,48 | 19,58 | 4,9 | -10 | -25 | 46,9 | 2,09 | 10,63 | 1,78 | 12,41 |
| 3 | 576 | 55,3 | 44,24 | 11,06 | -18 | -25 | 7,1 | 2,09 | 3,64 | 1,87 | 5,51 |
| 4 | 144 | 7,34 | 5,874 | 1,47 | 15 | 0 | 51,4 | 2,09 | 3,49 | 0,53 | 4,03 |
| 5 | 432 | 64,63 | 32,315 | 32,315 | 10 | 4 | 23 | 0,84 | 8,60 | 1,89 | 10,49 |
| 6 | 288 | 24,48 | 19,58 | 4,9 | -4 | -18 | 171,9 | 2,09 | 38,96 | 1,66 | 40,62 |
| 7 | 144 | 21,6 | 19,44 | 2,16 | 15 | 0 | 42,5 | 1,67 | 9,56 | 0,63 | 10,19 |
| 8 | 144 | 21,6 | 19,44 | 2,16 | 15 | 0 | 42,5 | 1,67 | 9,56 | 0,63 | 10,19 |
| 9 | 144 | 23,76 | 21,38 | 2,38 | 8 | 0 | 25 | 1,67 | 6,19 | 0,37 | 6,55 |

Таблицу 7 – Расчет эксплуатационных теплопритоков.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | F,м2 | Q4.1,кВт | Q4.2,кВт | ,кВт | β | Fдвм2 | (1-η) | q4.4 кВт/м2 | Q4.4, кВт | Q4,кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 288 | 0,662 | 4,32 | 1,4 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 4 | 2,208 | 8,6 |
| 2 | 288 | 0,662 | 4,32 | 1,4 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 9 | 4,968 | 11,4 |
| 3 | 576 | 1,325 | 8,64 | 1,4 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 9 | 4,968 | 16,3 |
| 4 | 144 | 0,331 | 2,16 | 1,05 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 4 | 2,208 | 5,7 |
| 5 | 432 | 0,994 | 6,48 | 1,4 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 5 | 2,76 | 11,6 |
| 6 | 288 | 0,662 | 4,32 | 1,4 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 9 | 4,968 | 11,4 |
| 7 | 144 | 0,331 | 2,16 | 1,05 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 5 | 2,76 | 6,3 |
| 8 | 144 | 0,331 | 2,16 | 1,05 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 5 | 2,76 | 6,3 |
| 9 | 144 | 0,331 | 2,16 | 1,05 | 0,3 | 4,6 | 0,4 | 5 | 2,76 | 6,3 |

Таблица 8 – Общий расчет теплопритоков.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №камеры | F, м2 | tв,0С | Q1,кВт | Q2,кВт | Q4кВт | ƩQ кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 288 | 0 | 9,75 | 8,06 | 8,6 | 26,41 |
| 2 | 288 | -30 | 8,84 | 12,41 | 11,4 | 32,65 |
| 3 | 576 | -25 | 14,84 | 5,51 | 16,3 | 36,65 |
| 4 | 144 | 0 | 6,05 | 4,03 | 5,7 | 15,78 |
| 5 | 432 | 0 | 14,54 | 10,49 | 11,6 | 36,63 |
| 6 | 288 | -25 | 9,82 | 40,62 | 11,4 | 61,84 |
| 7 | 144 | 0 | 6,14 | 10,19 | 6,3 | 22,63 |
| 8 | 144 | 0 | 5,49 | 10,19 | 6,3 | 21,98 |
| 9 | 144 | 0 | 6,72 | 6,55 | 6,3 | 19,57 |

Планировка холодильника показана на рисунке 1.



Рис. 1 – Планировка холодильника.

I – Камера хранения сметаны; II – камера дозакаливания мороженного;

III – камера хранения мороженного; IV – камера сметаны; V – камера хранения молока; VI – камера закаливания мороженного; VII – камера хранения сыра;

VIII – камера сыра поступившего на переработку; IX – камера дозревания сыров;

X – компрессорный цех автомобильная платформа; XI – железнодорожная платформа; XII – автомобильная платформа.

3.4 Определение нагрузки на камерное оборудование и компрессор.

Сумма теплопритоков от различных источников в каждое охлаждаемое помещение или аппарат (3.1) является расчетной нагрузкой для определения площади теплопередающей поверхности охлаждающих приборов, которые следует установить в данном охлаждаемом объекте.

Тепловая нагрузка на компрессор Qкм складывается из всех видов теплопритоков по каждой температуре кипения, однако в ряде случаев теплопритоки учитываются не полностью, в зависимости от типа и назначения холодильника.

В холодильниках с централизованной системой охлаждения для охлаждаемых объектов с температурой кипения.

Температуру кипения t0,0С в установках с непосредственным охлаждением аммиачными холодильными машинами принимаем на 7-100С ниже температуры воздуха в камере, определяется по формуле

 (3.17)

где – температура воздуха в охлаждаемом объекте ,оС.

При температуре в камере ,=-300С

При температуре в камере ,=-250С

При температуре в камере ,=00С

для t0 = -40 0С

 (3.18)

для t0 = -35 0С

 (3.18)

для t0 = -10 0С

 (3.19)

Холодопроизводительность компрессора на каждую температуру кипения, рассчитывают по формуле

 (3.21)

где ķ – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах;

 при непосредственном охлаждении принимают в зависимости от

 температуры кипения: при t0 = -400 С, k = 1,1; при t0 = -250 С, k = 1,07;

 при t0 = -100 С, k = 1,05, при рассольном; охлаждении k = 1,12;

 Qкм – тепловая нагрузка на компрессор при данной температуре

 кипения, кВт. [1, c. 127].

 b – коэффициент рабочего времени (отношение времени работы

 компрессора к времени рабочего цикла); для средних и крупных

 холодильных установок b= 0,9 (22 часа работы в сутки).

4. Расчет камерных приборов охлаждения.

4.1.Расчёт и подбор воздухоохладителей.

Расчет воздухоохладителей состоит в определении площади его теплопередающей поверхности , м2, определяется по формуле

 (4.1)

где Qоб – тепловой поток на батарею, определяемый тепловым расчетом,

 кВт;

 k– коэффициент теплопередачи воздухоохладителей, Вт/(м²К),

 для tо=-35 0С, k=11,9 Вт/(м²К); tо=-40 0С, k=11,6 Вт/(м²К).

 [1, c. 165].

 Θ– расчетная разность температур, °С.

Для всех холодильных камер принимаем воздухоохладитель марки I AGHN 066 C/112, основные технические данные приведены в таблице 9.

Таблице 9 – Характеристики воздухоохладителей.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Номинадьная холодопроизводи-тельность, кВт | Площадь F, м2 | Дальнобой-ность струи, м | Расход воздуха м3/ч | Объём труб, л |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| I AGHN 066 C/112 | 12,4 | 47,4 | 23 | 7100 | 24 |

Количество воздухоохладителей n, определяем по формуле

 (4.2)

где Fво – теплопередающей поверхности воздухоохладителей м2;

 fво – площадь поверхности воздухоохладителя,

 марки I AGHN 066 C/112.

Результаты подбора камерного оборудования сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты подбора камерного оборудования.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Qоб, Вт | Θ | k,Вт/м2К | F, м2 | Количество, n, шт | Принятая, F, м2 | Объём труб, м3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | 32650 | 10 | 11,6 | 281,5 | 6 | 284,4 | 0,144 |
| 3 | 36650 | 10 | 11,6 | 308 | 7 | 331,8 | 0,168 |
| 6 | 61840 | 10 | 11,6 | 533,1 | 12 | 568,8 | 0,288 |

4.2. Расчёт и подбор батарей.

Аммиачные батареи непосредственного охлаждения изготавливают из горячекатаных бесшовных стальных труб, оребренных витыми штампованными ребрами. В таблицы 11 приведена характеристика труб с поперечно-спиральным оребрением.

Таблица 11 – Характеристика труб батарей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размер, мм | Площадь поверхности теплопредачи 1 м оребренной трубы f, м2 | Объем v 1 м трубы,м3⋅10-6 |
| трубы (ГОСТ 8732 - 78) | лента 1 – НП -М710 | шаг оребрения мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 38×2,5 | 1×45 | 20 | 1,33 | 860 |

Расчет батарей состоит в определении площади теплопередающей поверхности м2.В качестве приборов охлаждения камер хранения для tо=-10 0С и принимаем батареи. Принимаем, что охлаждение осуществляется с помощью потолочный и пристанных батарей, составленных из стандартных оребренных секций шагом 20 миллиметров. По расположению в камере различают пристенные, потолочные батареи. Пристенные батареи выполняются только однорядными. Конструкция, размеры секций представлены в таблицы 12.

Таблица 12 – Характеристики секций из оребренных труб.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип секции | Размеры, мм | Число труб | Площадь поверхности теплообмена, м2, при шаге ребер 20 мм | Масса, кг при шаге ребер |
| длина | ширина |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| СК | 2750 | 1000 | 4 | 20,7 | 108,9 |
| СС | 3000 | 1000 | 4 | 22,8 | 117,1 |
| 4500 | 1000 | 4 | 34,5 | 178,2 |
| 6000 | 1000 | 4 | 46,3 | 238,2 |

Площадь теплопередающей поверхности батарей составляет сумму всех секций батарей Fб м2.

Расчет батарей состоит в определении площади теплопередающей поверхности Fб м2, которая определяется по формуле

 (4.1)

где Qоб — тепловой поток на батарею, определяемый тепловым расчетом,

 кВт;

 k– коэффициент теплопередачи батареи, Вт/(м²К), для tо=-10 0С,

 k=3,6 Вт/(м²К). [1, c. 163].

 Θ– расчетная разность температур, °С, Θ=10 °С.

Расчеты пристенных батарей заносятся в таблицу 11. Остальные теплопритоки должны быть отведены потолочными батареями. Потолочные батареи размещают вдоль балок.

Общей площадью теплопередающей поверхности Fб.п, м2, потолочных батарей определяется по формуле

 (4.2)

где Qо.п площадь теплопередающей поверхности м2;

 Qб.ст –теплота отводимая пристенной батареей Вт;

 k– коэффициент теплопередачи батареи, Вт/(м²К), для tо=-10 0С,

 k=4,7 Вт/(м²К);

 Θ– расчетная разность температур, °С, Θ=10 °С.

Вместимость батарей по аммиаку м³, определяют по формуле

 (4.3)

где L – суммарная длина батарей, шт;

 – объём 1 м трубы м3⋅10-6, =860 м3⋅10-6, в каждой секции по

 4 трубы.

Расчеты потолочных батарей заносим в таблицу 14.

Пример расчета и подбора батарей для №1

Длина камеры по осям 12 м, ширина 24м. Для наружной северной стены с учетом отступов от стен 1000 мм батарей, состоящие из секций коллекторных, имеющей следующий состав: СК-СС-СК, длины соответственно, 2750-4500-2750. Для западной и восточный стены длиной 24м, с учетом отступов от стен 1000 мм батарей, состоящие из секций коллекторных, имеющей следующий состав: СК-СС-СС-СС-СК, длины соответственно, 2750-6000-4500-6000-2750.

Таблица 13 – Пристенные батареи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Длина камеры по осям м | Fб м2 | k Вт/(м²×К) | Qб.ст кВт | Vбат вместимость по аммиаку |
| 1 | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 12×24 | 412,9 | 3,6 | 14864 | 0,186 |
| 4 | 6×24 | 378,4 | 3,6 | 13623 | 0,1703 |
| 5 | 18×24 | 458,5 | 3,6 | 16506 | 0,2064 |
| 7 | 6×24 | 378,4 | 3,6 | 13623 | 0,1703 |
| 8 | 12×24 | 378,4 | 3,6 | 13623 | 0,1703 |
| 9 | 12×30 | 378,4 | 3,6 | 13623 | 0,1703 |

Таблица 14 – Растет поточных батарей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Qб.ст кВт | Qо.п кВт | k Вт/(м²×К) | Fб.пот м2 | F принятаям2 | Vбат вместимо-сть по аммиаку |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 |
| 1 | 14864 | 11546 | 4,7 | 245,66 | 303,6 | 0,14 |
| 4 | 13623 | 2157 | 4,7 | 45,9 | 75,9 | 0,0344 |
| 5 | 16506 | 20124 | 4,7 | 428,2 | 486 | 0,221 |
| 7 | 13623 | 9007 | 4,7 | 191,7 | 243 | 0,11 |
| 8 | 13623 | 8357 | 4,7 | 177,8 | 243 | 0,11 |
| 9 | 13623 | 5947 | 4,7 | 126,6 | 151,8 | 0,0757 |

5 Расчет и подбор оборудования холодильной установки

5.1 Выбор расчетного режима

Установка работает по компаундной схеме. Пары холодильного агента всасываются из ресиверов, компрессорами первой ступени, сжимаются, и нагнетается в компаундный ресивер, который совмещает функции циркуляционного и промежуточного ресивера на температуру кипения минус 10 °С. Пары холодильного агента поступая в ресивер охлаждаются и отсасываются компрессорами второй ступени. После нагнетается в общей маслоотделитель, от него пар поступает в испарительный конденсатор. В конденсаторе пары охлаждается и конденсируют. Жидкий холодильный агент сливается в линейный ресивер, затем поступает в распределительную станцию, от неё дросселируется и поступает в компаундный ресивер. В ресивере поток разделяется на два, одна часть подается насосами в камеру на температуру кипения минус 10 °С. Вторая часть дросселируется и подается в циркуляционный ресивера на температуру минус 35 °С, минус 40 °С. В них жидкий агент, насосами подается в камеру, где кипит и отводит тепло от продукта. Пар поступает в ресивер от него отсасываются компрессорами.

Оттаивания камер производится при нарастании на приборах охлаждения снеговой шубы уменьшающий их теплопередающую способность. При оттайке закрываются паровой и жидкостной коллектор, затем открываются дренажный и оттаивательнный коллектор. Хладагент сливается в дренажный ресивер. Из общего маслоотделителя горячи пары поступают в оттаивателый коллектор. Проходя по приборам охлаждения, пары охлаждаются и частично конденсирует и сливается в дренажный ресивер. Из дренажного ресивера пары поступают в циркуляционный ресивер и отсасывается компрессорами. После окончания оттаивания происходит закрытие оттаивательнного и дренажного коллектора, открытие парового и жидкостного коллектора. Затем установка работает по холодильному циклу.

Расчётный режим холодильной установки характеризуется температурами: кипения t0; конденсации tк; всасывания пара на входе в компрессор tвс; переохлаждении жидкости перед регулирующим вентилем tп, 0С.

Температура кипения t0=-10 0С, t0=-35 0С, t0=-40 0С.

В установках с испарительным конденсатором, tк 0С, принимают в зависимости от температуры наружного воздуха по смоченному термометру и плотности теплового потока ,qf кВт/м2. Оптимальное значение qf = 2,5 кВт. Температуру конденсации определяем по рисунку 2.



Рис. 2 – График для определения температуры конденсации в аммиачных испарительных конденсаторах.

Принимаем tк=35 0С.

Давление кипения Ро, МПа, и давление конденсации Рк, МПа, определяются соответственно, по температурам кипения , 0С, и конденсации , 0С в термодинамической диаграмме i-lgр для хладагента.

Степень сжатия π, определяется по отношению давлений конденсации и кипения, определяется по формуле

 (5.1)

где Рк – давление конденсации при tк=35 составляет Рк=1,35 МПа;

 Ро – давление кипение при t0=-10 0С =0,29 МПа,

 при t0=-35 0С =0,098 МПа,при t0=-40 0С =0,074 МПа.

При степени сжатия компрессора π<8-принимаем одноступенчатую схему, а при степени сжатия π>8 – двухступенчатую схему сжатия. При температуре кипения t0=-10 0С применяют одноступенчатое сжатие, при температуре t0=-35 0С, и t0=-40 0С двухступенчатое сжатие.

Для двухступенчатого цикла необходимо определить промежуточное давление , МПа, по формуле

 (5.2)

На температуру t0=-35 0С

На температуру t0=-40 0С

Промежуточную температуру tпр, ºС, определяют по таблицам перегретых паров для хладагента, принимаем Рпр=0,364 МПа и =-5 0С. Рпр=0,3161 МПа и =-8 0С.

Принимаем компаундную схему холодильной установки, принимаем промежуточную температуру, t0=-10 0С =0,29 МПа.

Для расчета и подбора компрессоров компаундной установки, определяем параметры узловых точек цикла заносим в таблицу 15.



Рис. 3 – Циклы компаундных холодильных установок.

Таблица 15 – Параметры узловых точек цикла.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № узловой точки | t, 0С | р, МПа | h, кДж/кг | v, м3/кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | -30 | 0,074 | 1650 | 1,59 |
| 1” | -40 | 0,074 | 1620 | 1,52 |
| 1в | -40 | 0,074 | 380 | 0,16 |
| 1’ | -40 | 0,074 | 240 | - |
| 2 | 60 | 0,29 | 1840 | 0,55 |
| 3 | -25 | 0,098 | 1660 | 1,21 |
| 3” | -35 | 0,098 | 1630 | 1,19 |
| 3в | -35 | 0,098 | 380 | 0,1 |
| 3’ | -35 | 0,098 | 265 | - |
| 4 | 50 | 0,29 | 1810 | 0,53 |
| 5 | -5 | 0,29 | 1685 | 0,47 |
| 5” | -10 | 0,29 | 1665 | 0,44 |
| 5в | -10 | 0,29 | 590 | 0,07 |
| 5’ | -10 | 0,29 | 380 | - |
| 6 | 105 | 1,35 | 1915 | 0,135 |
| 7’ | 35 | 1,35 | 590 | - |

Массовый расход хладагента, кг/с, при температуре кипения t0=-40 0С, рассчитывается по формуле

 (5.3)

где Q01,– расчетная холодопроизводительность при температуре кипения ,

 t0=-10 0С;

 h – энтальпия в соответствующих точках цикла.

Массовый расход хладагента, кг/с, при температуре кипения t0=-35 0С, рассчитывается по формуле

 (5.4)

где Q02,– расчетная холодопроизводительность при температуре кипения ,

 t0=-35 0С;

 h – энтальпия в соответствующих точках цикла.

Массовый расход хладагента, кг/с, при температуре кипения t0=-10 0С, рассчитывается по формуле

 (5.5)

где Q03 – расчетная холодопроизводительность при температуре кипения ,

 t0=-10 0С;

 G – массовый расход хладагента в соответствующей ступени, кг/с;

 h – энтальпия в соответствующих точках цикла.

Расчетная теоретическая объемная производительность компрессоров для всех схем определяется по формулам

 (5.6)

где G – массовый расход хладагента в соответствующей ступени, кг/с;

 v – удельный объем пара, всасываемого в компрессоры, работающие

 соответственно на температуры кипения t01, t02, t03, м3/кг;

 λ – коэффициент подачи компрессоров, работающих соответственно на

 температуру кипения t01, t02, t03.

По полученным данным объемной теоретической производительности компрессора, полученной расчетным путем, подбираем на температуру t0=-40 0С, поршневой компрессорный агрегат соответствующей марки СМО38 и один резервный, производительностью =0,0631, м³/с. Характеристики компрессора приведены в таблице 16. На температуру t0=-35 0С, SAB 151 S и один резервный, винтовой компрессор с объемной производительностью =0,1345, м³/с. Характеристики компрессора приведены в таблице 17. На температуру t0=-10 0С, SABCube 109 М и один резервный, винтовой компрессор с объемной производительностью =0,0806, м³/с. Характеристики компрессора приведены в таблице 17.

Таблица 16 – Характеристики компрессора

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Кол-во цилиндров | Диаметр × ход поршня, мм | Объемная производитель-ность при частоте вращения 1500 об/мин, м3/с | Номинальная производительность, кВт при 1500 об/мин | Габаритные размеры, мм | Вес (без двигателя) |
| R717 |
| Одноступенчатый компрессор |
| -10/+35 0С | Д | Ш | В |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| СМО38 | 8 | 70×82 | 0,0631 | 123 | 1400-1750 | 690 | 1000 | 500 |

Таблица 17 – Характеристики компрессора

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Объемная производитель-ность, м3/с | Характеристики ротора | Холодопроизво-дительность R717 | Габариты | Вес, кг |
| Д×Ш×В |
| Диаметр, мм | Отношение дл./диам. | м |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| SABcube 109 М | 0,0806 | 109 | 1,4 | 184 | 2,0×1,15×1,6 | 1600 |
| SAB 151 S | 0,1345 | 120 | 1,4 | 305 | 2,8×1,3×1,7 | 2279 |

Расчет на температуру, t0=-40 0С.

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре Gкм, кг/с, определяется по формуле

 (5.7)

где – объёмная производительность компрессора марки СМО38,

 подобранного расчетным путем м³/с, =0,0631 м³/с. [1, c. 347].

 λ – коэффициент подачи λ=0,85;

 v – удельный объем в точки.

Действительная холодопроизводительность компрессора , кВт, определяется по формуле

 (5.8)

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 – удельную массовую холодопроизводительность, кДж/кг.

Удельную массовую холодопроизводительность , кДж/кг, определяем по формуле

 (5.9)

где – энтальпия в точки кДж/кг. [1, c. 238].

 – энтальпия в точки 1в кДж/кг.

Теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

ℓ, (5.10)

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 ℓ – удельная работа сжатия в компрессоре, кДж/кг.

Удельная работа сжатия в компрессоре ℓ, кДж/кг, определяется по формуле

ℓ (5.11)

где h2 – энтальпия в точки 2 кДж/кг;

 h1 – энтальпия в точки 1 кДж/кг.

ℓ

Действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

 (5.12)

где – теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора,

 кВт;

 –индикаторный коэффициент полезного действия (КПД)

 компрессора, ηi= (0,75÷0,8).

Мощность на валу компрессора (эффективная мощность) , кВт, определяется по формуле

 (5.13)

где Ni действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора, кВт;

 ηмех– механический КПД компрессора, ηмех= (0,8÷0,9).

Расчет на температуру, t0=-35 0С.

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре Gкм, кг/с, определяется по формуле

где – объёмная производительность компрессора марки SAB 151 S,

 подобранного расчетным путем м³/с, =0,1345 м³/с. [1, c. 341].

 λ - коэффициент подачи λ=0,87;

 v – удельный объём в точке 3.

Действительная холодопроизводительность компрессора , кВт, определяется по формуле

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 – удельную массовую холодопроизводительность, кДж/кг.

Удельную массовую холодопроизводительность , кДж/кг, определяем по формуле

где – энтальпия в точки кДж/кг. [1, c. 238].

 – энтальпия в точки 3в кДж/кг.

Теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

ℓ,

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 ℓ – удельная работа сжатия в компрессоре, кДж/кг.

Удельная работа сжатия в компрессоре ℓ, кДж/кг, определяется по формуле

ℓ

где h2 – энтальпия в точки 2 кДж/кг;

 h1 – энтальпия в точки 1 кДж/кг.

ℓ

Действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

где – теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора,

 кВт;

 –индикаторный коэффициент полезного действия (КПД)

 компрессора, ηi= (0,75÷0,8).

Мощность на валу компрессора (эффективная мощность) , кВт, определяется по формуле

где Ni действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора, кВт;

 ηмех– механический КПД компрессора, ηмех= (0,8÷0,9).

Расчет на температуру, t0=-10 0С.

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре Gкм, кг/с, определяется по формуле

где – объёмная производительность компрессора SABcube 109 М,

 подобранного расчетным путем м³/с, =0,0806 м³/с. [1, c. 344].

 λ - коэффициент подачи λ=0,8;

 v – удельный объем в точке 5.

Действительная холодопроизводительность компрессора , кВт, определяется по формуле

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 – удельную массовую холодопроизводительность, кДж/кг.

Удельную массовую холодопроизводительность , кДж/кг, определяем по формуле

где – энтальпия в точки кДж/кг. [1, c. 238].

 – энтальпия в точки 5в кДж/кг.

Теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

ℓ,

где – действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 ℓ – удельная работа сжатия в компрессоре, кДж/кг.

Удельная работа сжатия в компрессоре ℓ, кДж/кг, определяется по формуле

ℓ

где h2 – энтальпия в точки 6 кДж/кг;

 h1 – энтальпия в точки 5 кДж/кг.

ℓ

Действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора , кВт, определяется по формуле

где – теоретическая (адиабатическая) мощность сжатия компрессора,

 кВт;

 –индикаторный коэффициент полезного действия (КПД)

 компрессора, ηi= (0,75÷0,8);

Мощность на валу компрессора (эффективная мощность) , кВт, определяется по формуле

где Ni действительная (индикаторная) мощность сжатия компрессора, кВт;

 ηмех– механический КПД компрессора, ηмех= (0,8÷0,9).

5.2 Расчёт и подбор конденсатора.

Тепловая нагрузка на конденсатор, Qкд1, кВт, определяется по формуле

 (5.14)

где действительный массовый расход хладагента в компрессоре, кг/с;

 удельная тепловая нагрузка на конденсатор, кДж/кг.

Удельная тепловая нагрузка на конденсатор , кДж/кг, определяется по формуле

 (5.15)

где – энтальпия в точки 6 кДж/кг;

 – энтальпия в точки 7’ кДж/кг.

Тип конденсатора следует выбирать в зависимости от условий водоснабжения и качества воды с учётом климатических данных района местонахождения холодильника.

Тепловая нагрузка на конденсатор , кВт.

Необходимая площадь теплопередающей поверхности конденсатора, Fкд, м2, определяется по формуле

 (5.16)

где ΣQкд - суммарная нагрузка на конденсатор, кВт;

 qF – удельный тепловой поток, кВт/м2 .

Подбираем два испарительный конденсатор марки МИК1-100-Н площадь теплопередающей поверхности Fкд=105,5 м2. Характеристики конденсатора приведены в таблице 18. [1, c. 235].

Таблица 18 – Характеристики конденсатора.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | , м2 | Расход воздуха, м3/час | Расход воды, м3/час | , кВт | Габаритные размеры, ммДШВ |
| МИК1-100-Н | 105,5 | 18000 | 28 | 1,2 | 108025302600 |

5.3 Расчёт и подбор вспомогательного оборудования.

5.3.1 Расчёт и подбор циркуляционного ресивера.

Требуемая вместимость циркуляционного ресивера типа РДВ для, tо=-40 0С, tо=-350С, Vрдв, м³, при нижней подачей определяется по формуле

 (5.40)

где Vн.т – вместимость нагнетательного трубопровода насоса, м³;

 Vво – вместимость воздухоохладителей по аммиаку, м³;

 Vбат – вместимость батарей по аммиаку, м³;

 Vв.т – вместимость всасывающего трубопровода на участке от

 охлаждающих устройств до циркуляционного ресивера, м³.

Вместимость горизонтального циркуляционного (компаундного) ресивера со стояком, совмещающего функцию отделителя жидкости, при нижней подаче РКЦ для tо=-10 0С, Vрдв, м³, определяется по формуле

 (5.40)

Вместимость всасывающего трубопровода, Vв.т, м³, определяется по формуле

 (5.41)

где Vво – вместимость воздухоохладителей по аммиаку, м³;

 Vбат – вместимость батарей по аммиаку, м³.

На tо =-40 0С

На tо =-35 0С

На tо =-10 0С

Вместимость нагнетательного трубопровода насоса, Vн.т, м³, определяется по формуле

 (5.42)

где Vво – вместимость воздухоохладителей по аммиаку, м³;

 Vбат – вместимость батарей по аммиаку, м³.

На tо =-40 0С

На tо =-35 0С

На tо =-10 0С

Требуемая вместимость циркуляционного ресивера типа РДВ для, tо=-40 0С, tо=-35 0С, Vрдв, м³, при нижний подачи определяется по формуле (5.40).

На tо =-40 0С

Принимаем два циркуляционный ресивер, марки 1,5РДВ -1,7, м3.

На tо =-35 0С

Принимаем один циркуляционный ресивер, марки 1,5РДВ -1,7, м3.

Характеристики ресиверов приведены в таблице 19.

На tо =-10 0С

Принимаем два циркуляционных ресивера, марки РКЦ-4,0.

Характеристики ресиверов приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Характеристики циркуляционного ресивера

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Вместимость, м3 | lр, мм | Размеры, мм диаметр × длина | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,5РДВ | 1,4 | - | 800×3300 | 685 |
| РКЦ-2,0 | 2 | 1550 | 1020×3170 | 1400 |

5.3.2 Расчёт и подбор линейного ресивера.

Требуемая вместимость линейного ресивера, Vл.р, м³, определяется по формуле

 (5.43)

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

Принимаем два линейный ресивер, марки РЛД-4, Vрлд=4 м3.

Характеристики ресиверов приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Характеристики линейного ресивера.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Вместимость, м3 | lр, мм | Размеры, мм диаметр×длина | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| РЛД-2 | 2 | - | 1020×2090 | 1130 |

5.3.3 Расчёт и подбор дренажного ресивера.

Объем дренажного ресивера выбирается таким, что при условии заполнения не более чем на 80% он мог вмещать жидкий аммиак из наиболее аммиакоёмких приборов охлаждения.

В качестве дренажного ресивера принимаем горизонтальный ресивер типа 3,5РД, Vрд=3,4 м3. Техническая характеристика которого приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Характеристики дренажного ресивера.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Вместимость, м3 | lр, мм | Размеры, мм диаметр×длина | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2,5РД | 2,5 | - | 800×4210 | 990 |

5.3.4 Расчёт и подбор маслоотделителя.

Для улавливания масла, уносимого из компрессора вместе с парами нагнетаемого хладагента, служат маслоотделители. Маслоотделитель устанавливают перед конденсатором на линии нагнетания.

Требуемый диаметр маслоотделителя, Дмо, м, определяется по формуле

 (5.45)

где – объемная производительность компрессора ступени высокого

 давления, м3/кг;

 Vн – удельный объем всасываемых паров в ступени высокого давления

 нагнетающих пар в конденсатор;

 ω – скорость витания паров, ω=0,8÷1, м/с.

Характеристики маслоотделителя приведены в таблицы 22.

Таблица 22 – Характеристики маслоотделителя.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка | Размеры, мм диаметр×высота | Вместимость, м3 | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Вертикальные, циклонного типа | 50МА | 273×1335 | 0,043 | 98 |

5.3.5 Расчёт и подбор маслосборника.

Маслосборник предназначены для выпуска масла из маслоотделителя и маслоотстойников всех аппратов аммиачной холодильной установки. Представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд, снабженный угловыми вентилями для присоединения к аппаратам, из которых необходимо удалить масло, к отделителю жидкости и к мановакуумметру.

Техническая характеристика маслосборник приведены в таблицы 23.

Таблиц 23 – Техническая характеристика маслосборника.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Диаметр корпуса, D×s, мм | Высота, мм | Объем, м3 | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10МЗС | 159×4,5 | 720 | 0,01 | 16 |

5.3.6 Расчёт и подбор аммиачных насосов.

Для каждой температуры кипения подачу жидкого хладагента на аммиачные герметичные насосы Vам, м3/с, определяем по заданной холодопроизводительности.

Подача насоса, Vа.н, м3/с, для tо =-10 0С, определяется по формуле

 (5.46)

где – тепловая нагрузка на камерные приборы охлаждения, кВт;

 n – кратность циркуляции хладагента при нижней подачи n=4÷5;

 ρ – плотность жидкого хладагента, кг/м3;

 r – теплота парообразования хладагента, кДж/кг; на tо=-10 0С, r=1295

 кДж/кг, на tо=-35 0С, r=1376 кДж/кг, на tо=-40 0С, r=1390 кДж/кг.

на tо =-10 0С

Подбираем два центробежный насос марки **ЦН 150-90Г**, =0,04167, м3/с, один из них в резерве.

Для tо=-35 0С

Подбираем два центробежный насос марки **ЦН 150-90Г**, =0,04167, м3/с, один из них в резерве.

Характеристики насосов приведены в таблице 21.

Для tо=-40 0С

Подбираем два центробежный насос марки **ЦНА 100/50**, =0,0278, м3/с, один из них в резерве.

Характеристики насосов приведены в таблице 21.

5.3.7 Расчёт и подбор водяных насосов

Для систем оборотного водоснабжения подбирают две группы насосов, для обслуживания конденсаторной группы и охлаждения компрессоров.

Объемный расход охлаждающей воды на конденсаторы, Vw1 м3/с, определяем по формуле

 (5.47)

где Qкд – нагрузка на конденсатор, кВт;

 сw – теплоемкость воды, кДж/(кг×К), сw = 4,19;

 ρw – плотность воды, кг/м3, ρw = 1000 кг/м3;

 Δt – разность температур охлажденной воды, оС, Δt = 5 оС.

Подбираем два водяных насосов марки К 80-50-160 Vw=0,01389, один из них в резерве.

Объемный расход охлаждающей воды на компрессоры, Vw2 м3/с, определяем по формуле

 (5.48)

где ,– индикаторная мощность винтовых компрессоров ,кВт;

 ,– индикаторная мощность поршневых компрессоров ,кВт;

 сw – теплоемкость воды, кДж/(кг×К), сw = 4,19;

 ρw – плотность воды, кг/м3, ρw = 1000 кг/м3;

 Δt – разность температур охлажденной воды, оС, Δt = 5 оС.

Подбираем два водяных насоса марки К 65-50-125 Vw=0,00694, один из них в резерве.

Характеристики водяных насосов приведена в таблицу 24.

Таблица 24 – Технические характеристики насосов.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Подача V, м3/час | Напор, м в.ст. | Мощность, кВт | Частота вращения мин-1 | Размеры, мм | Масса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **ЦН 150-90Г** | 0,04167 | 90 | 19 | 2950 | 4260×1275×1409 | 6650 |
| **ЦНА 100/50** | 0,0278 | 50 | 80 | 2950 | 1560×647×410 | 490 |
| К 80-50-160 | 0,01389 | 32 | 11,0 | 2950 | 1060×350×450 | 195 |
| К 65-50-125 | 0,00694 | 20 | 3,0 | 2950 | 850×290×350 | 120 |

5.3.8 Расчёт и подбор градирни

Тепловая нагрузка на градирню, Qгр, кВт, определяется по формуле

 (5.49)

где – суммарный объемный расход воды для охлаждения

 компрессоров, м3/с;

 – плотность воды, кг/м3, =1000;

 – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·ºC), cw = 4,19 кДж/(кг·ºС);

 – подохлаждение воды, ºC, Δtw = 5 ÷ 10 OC.

По расчетной тепловой нагрузки , кВт, подбираем марку и количество градирен, обеспечивающих отвод тепловой нагрузки, или определяют площадь фронтального сечения градирни , м2, определятся по формуле

 (5.50)

где – Тепловая нагрузка на градирню, кВт;

 qF – удельный тепловой поток, кВт/м2 .

Подбираем вентиляторную градирню серии ГРАД 50. Характеристика градирни приведена в таблицу 25.

Таблица 25 – Техническая характеристика градирен серии ГРАД.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип градирни | Кол-во охлаждаемой воды,м3/час | Площадь поверности оросителя, м2 | Кол-во форсунок, шт | Кол-во вентиляторов, шт | Частота вращения об/мин  | Мощность эл.двига-теля кВт | Масса кг |
| Град 50 | 50 | ,20 | 10 | 1 | 1500 | 3 | 520 |

5.4 Расчет и подбор трубопроводов.

Диаметр , м, трубопровода определяется по формуле

 (5.51)

где V – количество вещества, м³/с;

 ω – скорость пара; на стороне всасывания, ω=15 м/с,

 на стороне нагнетания, ω=25 м/с, вода, ω=1 м/с.

Всасывающей трубопровод на температуру -40 оС.

Принятый трубопровод =0,08 м.

Всасывающей трубопровод на температуру -35 оС.

Принятый трубопровод =0,125 м.

Всасывающей трубопровод на температуру -10 оС.

Принятый трубопровод =0,1 м.

Нагнетательный трубопровод на температуру.

Принятый трубопровод =0,7 м.

Водяной трубопровод

Принятый трубопровод =0,15 м.

Принятые диаметры трубопровода занесены в таблицу 26

Таблица 24 – Диаметры трубопроводов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр условного прохода, мм | Наружный диаметр×толщина стенки, мм | Площадь поверхности 1 м трубы, м2/м | Внутренний объем 1 м трубы, м3/м  |
| 70 | 76×3,5 | 0,2386 | 3,74 |
| 80 | 89×3,5 | 0,2790 | 5,28 |
| 100 | 108×4 | 0,3390 | 7,85 |
| 125 | 133×4 | 0,4176 | 12,26 |
| 150 | 159×4,5 | 0,4993 | 17,66 |

6. Проектирование линии производства газированного мороженого «Зеленый чай»

В данной дипломной работе рассмотрено производство газированного мороженого.

Чтобы мороженое загазировать необходим баллон с углекислотой. Чтобы газированное мороженое находилось в холоде необходимы холодильные камеры, температура внутри которых в среднем -23ºС.

Технологический процесс производства газированного мороженого осуществляется согласно схеме технологической линии производства продукта,Для приготовления газированного мороженного в данную линию входят: резервуар для хранения смеси, ванну для смеси, насос ротационный, фильтр, емкость для сбора смеси, пластинчатую пастеризационно-охладительную установку, сосуд для сбора смеси во время охлаждения, резервуар для хранения смеси, емкость для смешивания вкусо-ароматических наполнителей, баллон с углекислотой, вакуумный насос, деаэратор, сатуратор, фризер, фасовочный аппарат, закалочную камеру.

Резервуар для хранения смеси – предназначен для хранения t 4…6 ºС не более 24 час, при t 0…4 ºС не более 48 час.

Ванна для смеси – предназначена для приготовления смеси мороженого, состоящего из этапов подготовки водной фазы и смешения жировой фракции и сухих веществ смеси.

Насос ротационный – предназначен для понижения давления, за счет чего и происходит движение смеси мороженого в трубопроводе.

Фильтр – предназначен для процесса фильтрации, т.к. последующее оборудование критично воспринимает присутствие в смеси нерастворенные комочки сухих веществ.

Емкость для сбора смеси – предназначена для сбора смеси, после процесса фильтрации.

Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка – предназначена для быстрого нагрева молока, кратковременной выдержки и последующего его охлаждения. Весь процесс протекает в изолированном тонкослойном непрерывном потоке с автоматизированным управлением, что обеспечивает высокие санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к продукту.

Сосуд для сбора смеси во время охлаждения – предназначен для сбора охлажденной смеси, после пластинчатой пастеризационно-охладительной установки.

Емкость для смешивания вкусо-ароматических наполнителей -  емкость с мешалкой, куда вносятся ароматические вещества и аскорбиновая кислота.

Баллон с углекислотой – предназначен для подвода углекислоты в сатураторы.

Вакуумный насос – предназначен для удаления воздуха из деаэратора.

Сатуратор – устройство в котором смесь насыщается углекислотой из баллона. [1].

Фризер - аппарат для приготовления мягкого [мороженого](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B5). Фризер одновременно перемешивает, замораживает предварительно приготовленную жидкую смесь до температуры −4°С, −8°С.

Фасовочный аппарат – предназначен для фасовки и упаковки мягкого мороженого.

Закалочная камера – предназначена для закалки фасованного мороженого в потоке воздуха при t -25 °С …-37 °С.

Установка работает следующим образом.

Смесь для приготовления мороженого хранится в резервуаре 1. Эта смесь поступает в ванну для смеси 2, куда загружаются компоненты мороженого, согласно рецептуре. Из ванны для смеси 2, насосом 3, смесь прокачивается через фильтр 4 и поступает в емкость для сбора смеси 5. Из емкости 5, насосом 6, смесь перекачивается в теплообменник 7, где пастеризуется или охлаждается. Из теплообменника 7 смесь поступает в сосуд для сбора смеси во время охлаждения 8. После этого смесь может поступать в емкость 5, через теплообменник 7, или в резервуар 9 для хранения смеси. Из резервуара 9, насосом 10, смесь поступает в емкость 11, куда добавляются вкусо-ароматические наполнители. Затем смесь поступает в деаэратор 14, в котором из смеси удаляется воздух. Давление в деаэраторе 14 понижается вакуум-насосом 13. Смесь после деаэратора 14 направляется в сатураторы 15. После заполнения сатураторов 15, под уровень смеси подается углекислота из баллона 12, при этом смесь мороженого газируется. Из сатураторов 15 смесь мороженого подается в фризер 16, где получается мягкое мороженое. Далее мягкое мороженое отправляется на фасовку в фасовочный аппарат 17. После фасовки, мороженое поступает в закалочную камеру 18. Из закалочной камеры 18 выходит уже готовое газированное мороженое.

6.1. Конструкторско-технологическая часть

6.2. Расчет линии производства сливочного мороженого

Принимаем одно сменное производство мороженого, при этом хранение мороженого составляет 20 суток, значит емкость камеры для до закалки и хранения мороженого составляет (производительность цеха мороженого составляет 5% от общей производительности молзавода), 3 тонны в смену).

 (6.1)

где – сменная производительность т/сут.

где – сменная производительность т/сут.

Принимаем, что мороженое хранится в картонных коробках. Определяем площадь F м2, камеры по формуле

 (6.2)

где – емкость холодильника т;

 – норма нагрузки, т/м3, =0,23 т/м3;

 h – высота камеры, м;

 βF – коэффициент использования площади камеры, βF =0,8, [1, c. 46].

Количество прямоугольников определяем по формуле

где Fстр – строительная площадь камер различного назначения, м2;

 f – строительная площадь одного четырехугольника при принятой сетке

 колонн, 6×12 м2.

Принимает один строительный прямоугольник.

Определяем тепловую нагрузку Q, кВт по формуле

 (6.3)

где, М-массовая производительность, кг/с;

 i1 и i2 – удельные энтальпии продукта на входе и выходе из аппарата.

Начальные и конечные температуры продукта имеют следующие значения,

 пастеризационно-охладительная установка: tн=350С, tк=80С; iн=345 кДж/кг,

 iк=254 кДж/кг; (t0=-100С).

- фризер: tн=80С, tк=-50С; iн=254 кДж/кг, iк=105 кДж/кг; (t0=-200С).

- закалка: tн=-50С, tк=-200С; iн=105 кДж/кг, iк=0 кДж/кг. (t0=-300С).

Производительность цеха составляет 3 тонн за смену, то есть 0,125 кг/с.

Нагрузка на холодильное оборудование, для производства мягкого мороженого.

Нагрузка для хранения мороженого.

Нагрузка для дозакаливания.

Выбираем оборудование для цеха по производительности.

1. Резервуар для хранения смеси РМВЦ-6

Характеристика:

Емкость, л 6000

Габариты, мм 2300х3000

Масса, кг 1050

2. Фильтр цилиндрический

Характеристика:

Пропускная способность, л/ч 2000

Допустимое давление, атм. До 2

Поверхность,м2

Внутренней сетки 0,38

Наружной сетки 0,44

Продолжительность непрерывной работы фильтра, ч около 2

3. Пластинчатый пастеризационно-охладительная установка ОПЯ-1,2

Характеристика:

Производительность, кг/ч 1250

Температура пастеризации, 0С 85

Продолжительность выдержки в проточном выдерживателе, с 50

Температура охлажденной смеси

Молочной 4+-2

Пломбирной 8+-2

Температура,0С

Горячей воды 87

Холодной воды 8

Ледяной воды 0-2

Аммиака -5

Давление пара, поступающего на подогрев воды в бойлере, кПа 100-250

Расход, м3/ч

Горячей воды 4

Холодной воды 3

# Расход пара, кг/ч 66

Число пластин в секциях аппарата

 Регенерации 13

Пастеризации 17

Охлаждения водой 21

Охлаждения аммиаком 13

Общее количество пластин 64

Установленная мощность, кВт 3,5

Габаритные размеры, мм 1775х700х1475

Масса, кг 800

4. Резервуар для смеси РМГЦ-4

Характеристика:

Емкость, л 4000

Погрешность показателей уровнемера, % 0,8

Число оборотов мешалки, об/мин 336

Передаточное число редуктора мешалки 1:4,17

Электродвигатель мешалки

Тип АОЛ 21-4

Мощность, кВт 0,27

Число оборотов, об/мин 1500

Толщина термоизоляции, мм 37,5

Количество опор 4

Коэффициент теплопередачи, ккал/(м2\*ч\*град) 1,25

Диаметр наполнительной трубы и сливного крана, мм 50

Расчетное повышение температуры продукта

при хранении за 12ч., 0С 1

Габариты, мм 3025х1600х1926

Масса, кг 739

5. Фризер ОФИ

Характеристика:

Производительность, кг/ч 350

Система охлаждения непосредственное

Холодильный агент фреон

Цилиндр

## Внутренний диаметр, мм 105

Внутренняя длина, мм 945

Полезная емкость, л 3

Длина охлаждаемой части, мм 746

Поверхность охлаждения, м2 0,246

Материал углеродистая сталь с хромовым покрытием

Емкость приемной коробки, л 25

Диаметры, мм

Трубопроводы для смеси 25/22

Трубопровода для мороженого 38/36

Аммиачных линий

Жидкостной 22/29

Газовый 48/58

Сопла инжектора 1,8

Давление открытия предохранительного клапана, атм. 8

Емкость аккумулятора, л 37

Электродвигатель

Тип АО 62-4

Мощность, кВт 10

Напряжение, в 220/380

Число оборотов в минуту 1500

Система передачи

На мешалку цепная

На насосы цепная и бесступенчатый вариатор

Число оборотов, об/мин

Мешалки 538

Насоса первой ступени 69-180

## Насоса второй ступени 230-600

## Отношение чисел оборотов насосов 3:10

Диапазон регулирования вариатора, % +-44,5

Габариты, мм 2140х850х1550

Масса, кг 1434

Температура,0С

Поступающей смеси не выше 6

Выходящего мороженого до -5

6. Насосы для подачи смеси ,а также один бачок с поплавковым регулятором уровня.

Характеристика:

Напор 12,5

Электра двигатель типа 4А71А2У3

Мощность, кВт 0,75

Габариты, мм 456х265х310

Масса, кг 33

7. Деаэратор ДВ-150 – 2 шт.

Производительность, кг/ч 150

Диапазон производительности, % 30..120

Температура деаэрированной воды, °C 40…80

Температура теплоносителя, °C 70…180

Габариты, мм 530х2230

Масса, кг 252,2

8. Линия ОЛС для выработки мороженого на палочках

Комплексная механизированная линия для выработки мороженого на палочках состоит из фризера действия ОФИ, расфасовочного аппарата ОРС, скороморозильного аппарата ОСС.

Характеристика:

Производительность линии, кг/ч 250+-20%

Число люлек закалочного конвейера 238

Число стаканчиков в люльке 8

Скорость цепи закалочного конвейера, мм/сек 10,5-16,5

Продолжительность закаливания, мин 30-45

Охлаждающая поверхность аммиачной батареи, м2 260

Диаметр охлаждающих трубопроводов, мм

Жидкостная линия 15

Газовая линия 50

Наружные размеры стаканчика, мм

Верхний диаметр 65

## Нижний диаметр 43

Высота 74

## Заверточный материал пергамин

Размеры рулона, мм

Ширина 210

Наружный диаметр 200

Внутренний 50-70

Электродвигатели

Для привода автомата ОРС, закалочного конвейераи разгрузочного

конвейера, количество комплектов 1

Тип АОЛ2-31-4; исп. Щ2

Мощность, кВт 2,2

Число оборотов в минуту 1500

Для приводов вентиляторов ОСС, количество комплектов 2

## Тип АОЛ2-32-4; исп. Щ2

Мощность, кВт 4,4

Число оборотов в минуту 1500

## Габариты, мм

ОРС 2478х920х1935

ОСС 3290/3980х2900х3120

Масса ,кг

ОРС 1100

## ОСС 5980

## Температура, 0С

## Мороженого поступающего в аппарат -4

##

## Закаленного -12

Заключение

В результате выполненной работы произведено оптимальное размещение оборудования для централизованного холодоснабжения, камер хранения различных продуктов.

В целях повышения экономической эффективности холодильных установок, в схеме использовалось современное оборудование, что позволило автоматизировать холодильную установку и создать благоприятные условия работы обслуживающего персонала.

Для отвода теплоты конденсации выбраны испарительный конденсаторы.

В камерах охлаждения и хранения охлажденной продукции, установлены воздухоохладители и батареи, что обусловлено более равномерным распределением температуры воздуха в камере, высоким значением коэффициента теплоотдачи от продуктов к воздуху при их термической обработке.

В специальной части рассчитана линия производства газированного мороженного.

Проект холодильной установки молзавода производительностью 60 тонн в смену в городе Кемерово, выполнен в соответствии с современными требованиями по проектированию производственных холодильников.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Комарова Н.А. «Холодильные установки»: Учебное пособие. Часть І (Книга 1).Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2004. – 125с.
2. Гоголин А.А. и др. Проектирование холодильных сооружений. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
3. ГОСТ 12.03.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
4. ГОСТ 12.2.003-75. Оборудование производственное. Требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.3.002-90. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения безопасности труда.
8. ГОСТ 12.0.003–91. Вредные и опасные производственные факторы. Классификация.
9. Богданов С.Н. и др. Свойства веществ. Справочник. – М.: Агропромиздат,

1985.

1. Крылов Ю.С., Пирог П.И., Васютович В.В. и др. Проектирование холодильников. – М.: Пищевая промышленность, 1972.
2. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки. – Л.: Машиностроение, 1980.
3. НПБ 166-97.Пожарная техника. Огнетушители.
4. Методическое указание по выполнению курсовой работы для студентов специальности 101700 «Холодильные, криогенные установки и системы кондиционирования» всех форм обучения. Составил:. Кирюхина А.Н.
5. Методические указания по проектированию электрической части дипломного проекта. Составил: Носов К.Б., Бурцев Ю.В.
6. ПУЭ-2001 Правила устройство электроустановок.
7. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений – М.: Энергоатомиздат, 1989. 56 с
8. Рогов И.А., Бабакин Б.С., Выгодин В.А. «Электрофизические методы в холодильной технологии»: – М. Колос. 1996г. – 336с.
9. Сборник примеров расчетов и лабораторных работ по курсу «Холодильное технологическое оборудование»/[М. М. Голянд, Б. Н. Малеванный, М. З. Печатников, В. Т. Плотников].-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.-168с.
10. Скорикова Ю.Г. Хранение овощей и плодов до переработки. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1987. – 200с.
11. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
12. СП2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
13. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания.
14. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
15. СН 245-71.Проектирование промышленных предприятий.
16. СНиП 2.01.02-85.Противопожарные нормы.
17. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
18. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
19. Хранение и переработка овощей и фруктов.-х 90 М.: Моск. Рабочий, 1988.-254с.
20. Чумак И.Г., Чепуренко В.П. и др. Холодильные установки. – М.: Агропромиздат, 1991
21. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей.- 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1989. -320 с., ил.
22. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М.: Агропромиздат, 1989.