В настоящем проекте разработана схема холодильной установки хладокомбината емкостью 6150 тонн в городе Тайшет. Произведено обоснование температурных режимов, технико-экономическое обоснование проектных решений.

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 производилась с требованиями техники безопасности. Установка также была автоматизирована для точной работы без аварий и облегчения работы персонала.

Рассчитаны и подобраны кабеля для питания электродвигателей оборудования с потерей напряжения до пяти процентов. При эксплуатации технологического оборудования возможно возникновение короткого замыкания и как следствие появление пожара на объекте. В связи с этим было предусмотрено выполнение защитного заземления электрооборудования и произведен расчет выносного защитного заземления.

Произведено проектирование и расчет линии по производству мороженного производительностью 10т/смену.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

АКЗ 00.00.000. ПЗ

Разраб.

Кран Д.Д.

Провер.

Усов А.В.

Реценз.

Н. Контр.

Иваненко

Утв.

Усов А.В.

Пояснительная

записка

Лит.

Листов

108

КемТИПП гр. ХМз-01

ъ

Введение…………………………………………………………………………5

1 Технико – экономическое обоснование проекта…….. . .. .. .…………......6

2 Конструкторско–технологический часть…………………………………...8

2.1 Расчет и выбор планировки холодильника……………………………… ..8

2.2 Выбор строительной конструкции здания и расчет толщины

теплоизоляционного слоя ограждений……………………………………... .15

2.3 Расчет теплопритоков в охлаждаемых помещениях холодильника….. 21

2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции…………… 22

2.3.2 Расчет теплопритоков от продуктов при холодильной обработке….. 25

2.3.3 Расчет эксплуатационных теплопритоков……………………………..27

2.4 Расчет нагрузки на компрессоры…………………………………………29

3 Расчет и подбор оборудования холодильной установки………………….31

3.1 Определение режимов работы холодильной установки………………...31

3.2 Расчет и подбор основного оборудования……………………………….32

3.2.1 Расчет и подбор камерных приборов охлаждения………………….…32

3.2.2 Расчет и подбор компрессоров……………………………………….…35

3.2.3 Расчет и подбор конденсатора…………………………………………..43

3.3 Расчет и подбор вспомогательного оборудования……………………....43

3.3.1 Расчет и подбор циркуляционного ресивера…………………………..43

3.3.2 Расчет и подбор дренажного ресивера………………………………....44

3.3.3 Расчет и подбор линейного ресивера……………………………….…..44

3.3.4 Расчет и подбор маслоотделителя……………………………………....45

3.3.5 Расчет и подбор градирни…………………………………………….....45

3.3.6 Расчет и подбор маслосборника……………………………………….. 45

3.3.7 Расчет и подбор водных насосов………………………………………..46

3.3.8 Расчет и подбор аммиачных насосов…………………………………...46

3.3.9 Расчет и подбор воздухоотделителя……………………………………47

3.4 Расчет и подбор трубопроводов……………………………………….…47

4 **Р**асчет фабрики производства мороженного……………………... …….....50

5 Автоматизация холодильной установки………………………………..…..55

6 Энергоснабжение холодильника хладокомбината………..………….…....63

7 Безопасность в производственных условиях…………………………..….70

7.1 Условия труда. Идентификация вредностей и опасностей …………....70

7.2 Идентификация опасностей и вредностей. Методы и

средства защиты…………………………………………………………….....75

7.3 Безопасность технологического оборудования

и технологического процесса………………………………………………....78

## 7.4 Чрезвычайные ситуации…………………………………………………...85

8 Расчет технико-экономических показателей…………………………..…..87

8.1 Расчёт годовой выработки холода …………………………………..….. 87

8.2 Расчёт капитальных вложений………………………………………...... 87

8.3 Расчёт текущих годовых затрат……………………………………….... 90

8.3.1 Расчет затрат на сырьё и материалы……………………………….…...90

8.3.2 Расчёт затрат на воду……………………………………………….….. 91

8.3.3 Расчет затрат на электроэнергию …………………………………….....92

8.4 Расчет цеховых расходов……………………..………………………......92

8.5 Расчет годового фонда оплаты труда производственных рабочих

компрессорного цеха…...……………………………………………….....93

8.6 Расчет цеховой себестоимости холода…………………………………...95

Заключение………………………………………………………………….....96

Литература…………………………………………………………………..…97Приложения……………………………………………………………..……..99

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

АКЗ 00.00.000. ПЗ

**Введение**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

АКЗ 00.00.000. ПЗ

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 разработка холодильной установки хладокомбината емкостью 6150 т. в городе Тайшет. При этом уделено

внимание к снижению удельных капитальных затрат на строительство и монтаж холодильного оборудования.

**1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА**

В данном дипломном проекте разработан проект холодильника хладокомбината ёмкостью 6150 т. расположенном в городе Тайшет.

**Тайше́т** — город (с [1938 года](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/1938_%D0%B3%D0%BE%D0%B4)) в [России](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F), административный центр [Тайшетского района](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%88%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD_%D0%98%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8) [Иркутской области](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%98%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C). Население города составляет 35,5 тыс. человек (2010 год).

Город расположен в западной части [Иркутской области](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%98%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C), в 680 км от областного центра — [Иркутска](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%98%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%81%D0%BA). Площадь города — 7572 га.

В [1904 году](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/1904_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) в Тайшете было построено паровозное депо. В [1906 году](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/1906_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) Тайшет стал селом Алзамайской волости. С [1910 года](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/1910_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) центр Тайшетской волости Канского округа Красноярского уезда [Енисейской губернии](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%83%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%8F).

[4 февраля](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/4_%D1%84%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8F) [1960 года](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/1960_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) город отнесён в число городов областного подчинения. С 2005 года с введением в силу 131-го Федерального закона МО «Город Тайшет» преобразовано в Тайшетское городское поселение и подчинено Тайшетскому району.

**Климат**

Климат [резко континентальный](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%BA%D0%BE_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82). Средняя температура июля составляет +17+20 °C, среднеянварская — −28−30 °C. Среднегодовое количество осадков — 484,1 мм. Относительная влажность воздуха — 72,1 %.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Климат Тайшета** | | | | | | | | | | | | | |
| **Показатель** | **Янв.** | **Фев.** | **Март** | **Апр.** | **Май** | **Июнь** | **Июль** | **Авг.** | **Сен.** | **Окт.** | **Нояб.** | **Дек.** | **Год** |
| **Абсолютный максимум,** [**°C**](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B8%D1%8F) | **7,0** | **10,0** | **18,9** | **27,8** | **33,6** | **37,2** | **36,3** | **35,7** | **32,3** | **24,6** | **13,3** | **8,3** | **37,2** |
| **Средний максимум, °C** | **−14,2** | **−10,7** | **−2,1** | **6,3** | **15,1** | **21,9** | **24,2** | **21,1** | **14,1** | **4,9** | **−5,4** | **−12,5** | **5,3** |
| **Средняя температура, °C** | **−18,6** | **−15,9** | **−7,6** | **1,3** | **9,4** | **16,0** | **18,5** | **15,2** | **8,4** | **0,3** | **−9,2** | **−16,4** | **0,2** |
| **Средний минимум, °C** | **−24,3** | **−22,6** | **−14,8** | **−4,4** | **2,1** | **8,3** | **11,5** | **8,5** | **2,4** | **−4,5** | **−14,4** | **−21,9** | **−6,1** |
| **Абсолютный минимум, °C** | **−47,2** | **−47,8** | **−42,2** | **−25,5** | **−10,3** | **−2,8** | **0,0** | **−3** | **−10** | **−33** | **−42,2** | **−47** | **−47,8** |
| **Норма осадков,** [**мм**](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) | **29** | **22** | **22** | **37** | **60** | **46** | **56** | **71** | **43** | **46** | **30** | **24** | **484** |

**Экономика**

Значительное количество населения занято на предприятиях железнодорожного транспорта станции Тайшет (вагонное ремонтное и эксплуатационное депо, локомотивное депо, шпалопропиточный завод и другие предприятия). Также в городе имеются следующие промышленные предприятия:

* ООО «Строительное многопрофильное предприятие № 621»
* предприятия пищевой промышленности
* предприятия лесной отрасли

В [2007 году](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/2007_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) на промышленной площадке в Тайшете компания «[Российский алюминий](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9)» начала строительство [Тайшетского алюминиевого завода](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%88%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4) мощностью 750 тыс. т в год. Стоимость проекта оценивалась в сумму около $2 млрд. Ввод в строй первой очереди первоначально был намечен на 2009 год, позже был перенесён на 2011 год. По состоянию на июль 2009 года готовность первого пускового комплекса завода оценивалась в 60 %. В 2012 году было объявлено уже о том, что запуск завода будет осуществлён только во второй половине 2014 года.

**Транспорт**

В Тайшете расположен [железнодорожный узел](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%88%D0%B5%D1%82_(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F)) и крупная внеклассная [сортировочная станция](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F), в которой сходятся магистрали четырёх на­правлений. С запада на восток проходит [Транссибирская магистраль](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C), с Тайшета начинается [Байкало-Амурская магистраль](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%BE-%D0%90%D0%BC%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C) (первый километр [Байкало-Амурской магистрали](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%BE-%D0%90%D0%BC%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C) находится в Тайшете), в южном направлении отходит [железнодорожная линия](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0_%D0%90%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BD_%E2%80%94_%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%88%D0%B5%D1%82), связывающая город со столицей [Хакасии](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%8F) [Абаканом](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%90%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BD) и с [Кузбассом](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%B9%D0%BD). В непосредственной близости от города проходит [автомобильная дорога федерального значения](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0%D0%BB_(%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0)) М53. На станции Тайшет останавливаются все поезда дальнего следования, кроме международных, следующих в сообщении Москва — Улан-Батор и Москва — Пекин.

Кроме того, Тайшет — начальная точка [Восточного нефтепровода](mhtml:file://C:\Users\User\Desktop\Диплом%20Серега\Тайшет%20—%20Википедия.mht!/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4) (в городе расположена нефтеперекачивающая станция).

Для равномерного обеспечения города продуктами питания предназначен хладокомбинат. Это предприятие характеризуется большой вместимостью помещений для хранения продуктов.

Хладокомбинат имеет производственные цеха: производство мороженного, водного и сухого льда, фасовки масла. Данный рассчитываемый хладокомбинат в городе Тайшет оснащен камерой закаливания мороженного, а рабочий цех включает в себя цех по производству мороженного.

Условная вместимость у хладокомбината 6150 тонн. Это суммарная вместимость трех основных видов камер. Так для хранения замороженной продукции отводиться 75%, для хранения охлажденной 15% и 10% отводиться универсальным камерам, 0.03% площади отводиться под камеры заморозки.

В качестве рабочей схемы принимается насосно-циркуляционная схема на три температуры кипения. Для камер замораживания, хранения замороженной продукции и хранения охлажденной продукции температура кипения холодильного агента -40, -30 и -10ºС соответственно.

Схема работает с нижней подачей. Для осуществления оптимальной работы нашей холодильной схемы в качестве холодильного агента используется аммиак R717.

**2. КОНСТРУКТОРСКО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

**2.1 Расчет и выбор планировки холодильника.**

Холодильник хладокомбината состоит из следующих основных частей: главного корпуса, включающего охлаждаемый склад с теплоизолированными наружными ограждениями, блок служебных помещений машинное отделение, примыкающие к одной из торцевых стен охлаждаемого склада, а также автомобильную и железнодорожную платформы, примыкающие к охлаждаемому складу с южной и северной сторон соответственно.

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. Размер сетки колонн в охлаждаемом помещении 6х12 м, в компрессорном цехе 6х18, ширина транспортного коридора составляет 6 м.

Основную площадь холодильника занимают хранения замороженной продукции – 75%,универсальные–15% от общей ёмкости холодильника, камеры хранения охлажденной продукции-10%.

Суточное поступление продукции на замораживание –0,3%, от общей ёмкости холодильника.

Емкость камер хранения замороженной продукции, т.,

определяем по формуле:

,

,

Емкость камер хранения охлажденных продукции, т.,

определяем по формуле :

,

,

Емкость камер с универсальным t режимом т., определяем по формуле:

,

,

Суточное поступление продукции на замораживание, т/сут.

определяем по формуле:

,

,

Грузовой объем камер хранения замороженной продукции, ,

определяем по формуле

,

,

где ,норма загрузки единицы объёма/м3.

Грузовая площадь камер хранения замороженной продукции *Fгрхр.охл.прод.*., м2, определяем по формуле (2.1) [9]:

, (2.1)

где *h гр*. – грузовая высота камеры, м;

,

Строительная площадь камер хранения замороженной продукции *Fст.хр.охл.прод.*., м2, определяем по формуле (2.2) [9]:

, (2.2)

где ** – коэффициент использования строительной площади камеры.

,

Число строительных прямоугольников n, определяем по формуле (2.3) [9]:

, (2.3)

где  *Fст.хр.охл.прод.* – строительная площадь камер , м2 ;

*f* – строительная площадь одного прямоугольника при принятой сетки колонн, м2 .



Принимаем 42 строительных прямоугольников.

Грузовой объем камер с универсальным t режимом, ,

определяем по формуле

,

,

где ,норма загрузки единицы объёма/м3.

Грузовая площадь камер хранения замороженных продуктов *Fгр.хр.зам.прод.*., м2, определяем по формуле (2.1) [9]:

,

где *h гр*. – грузовая высота камеры , м ;

,

Строительная площадь камер хранения замороженных продуктов *Fст.хр.зам.прод.*., м2, определяем по формуле (2.2) [9]:

,

где ** – коэффициент использования строительной площади камеры.

,

Число строительных прямоугольников n, определяем по формуле (2.3) [9]:

,



Принимаем 9 строительных прямоугольников.

Грузовой объем камер хранения охлажденных продукции, , определяем по формуле

,

,

где ,норма загрузки единицы объема, т/м3.

Грузовая площадь камер хранения охлажденных продуктов *Fгр.хр.зам.прод.*., м2, определяем по формуле (2.1) [9]:

,

где *h гр*. – грузовая высота камеры, м ;

,

Строительная площадь камер хранения охлажденных продуктов *Fст.хр.зам.прод.*., м2, определяем по формуле (2.2) [9]:

,

где ** – коэффициент использования строительной площади камеры.

,

Число строительных прямоугольников n, определяем по формуле (2.3) [9]:

,



Принимаем 6 строительных прямоугольников.

Площадь камер замораживания *Fзам* , м2, определяем по формуле





Число строительных прямоугольников n, определяем по формуле (2.3) [9]:



Принимаем 3 строительных прямоугольников.

Длину автомобильной платформы La, м,рассчитаем по формуле

 (2.4)

где na – число автомашин, которые должны прибывать за сутки;

ba - ширина кузова автомашины, м, ba = 3 м;

ψпер. – доля от общего числа машин, прибывающих в течении

первой смены, ψпер = 0,6;

m - коэффициент неравномерности прибытия автомобилей по

отношению к их среднечасовому количеству, m = 1,5;

τ - время загрузки или разгрузки одного автомобиля, τ = 0,5 ч.

Число автомашин, которые должны прибывать за сутки рассчитаем по формуле

 (2.5)

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

ga – грузоподъемность автомобиля, ga = 3 т ;

ηисп – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, η = 0,7.

Максимальное количество груза в сутки, перевозимого из холодильника Ga , т, рассчитаем по формуле

 (2.6)

 (2.7)

 (2.8)

где Е – емкость холодильника, тонн;

В – оборачиваемость, В = 6;

 – коэффициент неравномерности выпуска груза,  = 1,2;

– коэффициент неравномерности поступления груза, =2.



,





Принимаем na =84 автомобиля в сутки.



Принимаем длину автомобильной платформы La = 15 м.

Длину железнодорожной платформы *Lжд*, м,рассчитаем по формуле [32] :

, (2.9)

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

*lваг*– длинна вагона, м, *lваг*= 20 м;

*mваг*- коэффициент неравномерности подачи вагонов, *m* = 1.5;

*П* - число подач вагонов в сутки, *П* = 1-4.

Число вагонов *nваг*, шт., которые должны прибывать за сутки рассчитаем по формуле [32] :

, (2.10)

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

*gваг* - грузоподъемность вагона, *gваг*= 40 тонн.

η*исп* - коэффициент использования грузоподъемности вагона, η = 0,75.

Максимальное количество груза в сутки, поступающего в холодильник по железной дороге *Gжд*, т, рассчитаем по формуле [32] :

, (2.11)

,



принимаем *nваг* = 3 вагона в сутки.



Принимаем длину железнодорожной платформы такой, чтобы желез- нодорожная платформа могла вместить за один раз секцию, состоящую из пяти вагонов, то есть *Lжд* = 114 м.

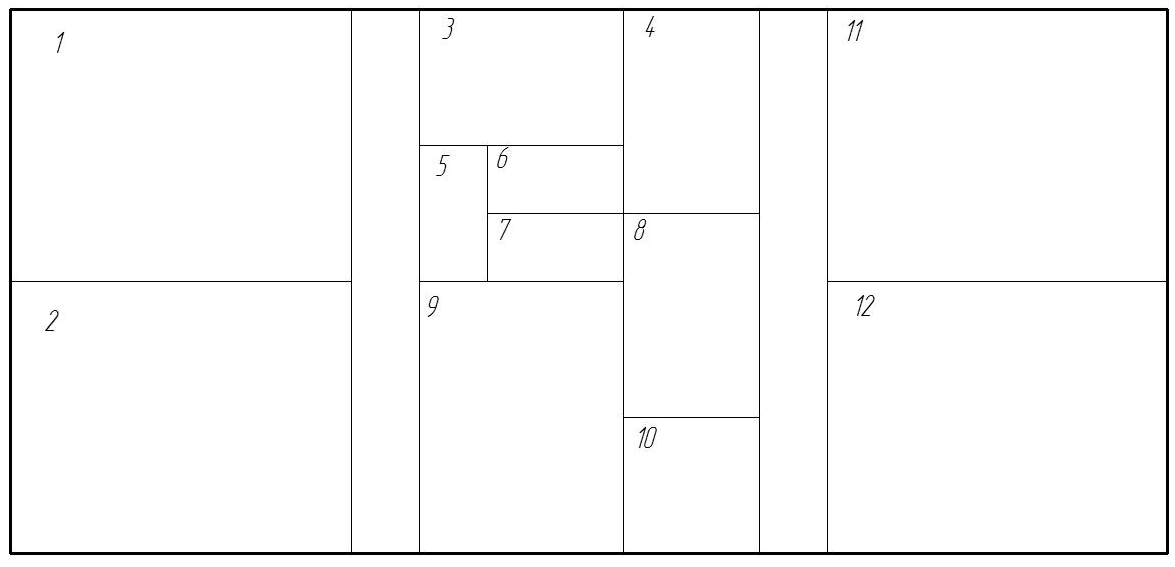


Рисунок 2.1 Планировка холодильника

1- камера хранения мороженых продуктов.………….…………Fстр.=720 м2

2- камера хранения мороженых продуктов.………….…………Fстр.=720 м2

3- камера с универсальным режимом.………….………….....…Fстр.=216 м2

4- камера хранения охлажденных продуктов.…...…….…….…Fстр.=360 м2

5- экспедиция………………………….…………...…….…….....Fстр.=72 м2

6- камера заморозки…………………………………………..…. Fстр.=72 м2

7- камера заморозки……………………………………………... Fстр.=72 м2

8- камера хранения охлажденных продуктов.…...…….…….…Fстр.=216 м2

9- камера с универсальным режимом…………. ………….……Fстр.=432 м2

10- камера хранения мороженых продуктов.………….…..……Fстр.=144 м2

11- камера хранения мороженных продуктов.………….………Fстр.=720 м2

12- камера хранения мороженных продуктов.………….………Fстр.=720м2

**2.2 Выбор строительной конструкции здания и расчет толщины теплоизоляционного слоя ограждений**

Принимаем, что здание холодильника - каркасного типа из унифици- рованных сборных железобетонных элементов; колонны сечением 400х400 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.

Принимаем, что все наружные стены здания выполнены из вертикальных железобетонных панелей конструкции с утеплителем из пенополиуретана.

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя ограждений необходимо знать температуру воздуха внутри камер, а для наружных стен - еще и среднегодовую температуру наружного воздуха. Среднегодовую темпера-туру наружного воздуха принимаем для г. Тайшет равной 0,2°С,

Толщину теплоизоляционного слоя ограждения рассчитываем для всех камер.

Покрытие охлаждаемых камер.

Таблица 2.1Состав покрытия охлаждаемых помещений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Документ2в | №  слоя | Наименование и  материал слоя | Толщина  δ, м | Коэффи-циент теп- лопровод- ности 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 камере хранения мороженной продукции. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия =0,22 Вт/(м2·К), [32]. Коэффициент теплоотдачи для внутренней поверхности принимаем =9 Вт/(м2·К),

=23 Вт/(м2·К), [32].

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя , м, рассчитаем по формуле (12) [32]:

 (2.12)

где:- коэффициент теплопроводности изоляционного слоя конструкции, Вт/(м·К);

- 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, Вт/(м2·К).



Принимаем толщину изоляционного слоя 225 мм.

Полы охлаждаемых помещений.

Теплоизоляцию полов всех камер принимаем одинаковой. Состав пола показан в таблице 2.2. В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию пола в камерах хранения мороженых продуктов = -20°С.

Таблица 2.2Состав пола охлаждаемых помещений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Документ3а | №  слоя | Наименование и материал слоя | Толщина δ, м | Коэффи- циент- теплопро- водности λ, Вт/(м\*К) |  |
| 1 | Монолитное бе- тонное 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 теплоизоляция (пенопласт по- листирольный ПСБ-С) | Требуется определить | 0,05 |
| 5 | Цементно-пес- чаный раствор | 0,025 | 0,98 |
| 6 | Уплотненный песок | 1,35 | 0,58 |
| 7 | Бетонная подготовка с электро- нагревателями | — | — |

Требуемый коэффициент теплопередачи пола =0,21 Вт/(м2·К), [27]:

Суммарное термическое сопротивление слоев конструкции (кроме теплоизоляции) принимаем по таблице 2.2

. (2.13)

Коэффициент теплопроводности изоляционного слоя конструкции принимаем по таблице 2.2 

Требуемую толщину изоляционного слоя , м, рассчитаем по формуле (12)



Принимаем толщину изоляционного слоя 150 мм. Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой то определяем действительное значение коэффициента теплопередачи , Вт/(м2·К), по формуле (13):



Внутренние стены.

Принимаем, что стены между охлаждаемыми помещениями и грузовым коридором выполнены из керамзитобетонных панелей 240 мм с теплоизоляцией из ППУ. Состав внутренней стены показан в таблице 2.3.

Таблица 2.3Состав внутренней стеновой панели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Внутреняя%20перегородка | №  слоя | Наименование и материал слоя | Толщина δ, м | Коэффи- циент теплопро- водности 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 пе- нопласта полистироль ного ПСБ-С | Требуется определить | 0,05 |
| 4 | Штукатурка сложным раствором по метали- ческой сетке | 0,020 | 0,98 |

Внутренние перегородки.

Принимаем, что все внутренние перегородки между камерами выполнены железобетонными толщиной 80 мм с засыпным материалом из пенополиуретана. Состав стены показан в таблице 2.4. Толщину теплоизоляционного слоя принимаем в зависимости от температур в камерах разделяемых перегородкой.

Таблица 2.4Состав внутренней перегородки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Внутреняя%20перегородка | №  слоя | Наименование и материал слоя | Толщина δ, м | Коэффи- циент теплопро- водности 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 полис- тирольного ПСБ-С | Требуется  определить | 0,05 |
| 4 | Штукатурка слож- ным раствором по металлической сетке | 0,020 | 0,98 |

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов тепло- передачи ограждаемых конструкций определяем по формулам 2.12, 2.13 и сводим в таблицу 2.5.

Наружные стены.

Таблица 2.5 Состав наружной стеновой панели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | №  слоя | Наименование и материал слоя | Толщина δ, м | Коэффи- циент теплопро- водности λ, Вт/(м\*К) |  |
| 1 | Штукатурка сложным раствором по метали- ческой сетке | 0,020 | 0,98 | 0,109 |
| 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 = -20°С. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия =0,23 Вт/(м2\*К) [32],

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя , м, рассчитаем по формуле (12) [32,8] :



Принимаем толщину изоляционного слоя 225 мм (два слоя по 100мм). Поскольку принятая толщина теплоизоляции не значительно отличается от требуемой действительное значение коэффициента теплопередачи  Вт/(м2\*К) принимаем равным =0,21 Вт/(м2\*К)

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов тепло- передачи ограждаемых конструкций определяем по формулам 12 , 13 и сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ограждение | вид изоляции | λиз, Вт/м∙К | R0, м²∙К/Вт | αн, Вт/м²∙К | αв, Вт/м²∙К | δиз.рас.м | δиз, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Камеры хранения замороженной продукции 1,2,10,11,12 | | | | | | | |
| стена наружная | ППУ | 0,05 | 4,3 | 23 | 9 | 0,202 | 0,25 |
| Стена в коридор | ППУ | 0,05 | 4,3 | 9 | 7 | 0,175 | 0,2 |
| стена в камеру (-20°С) | ППУ | 0,05 | 1,7 | 9 | 9 | 0,070 | 0,07 |
| стена в камеру (0°С) | ППУ | 0,05 | 3,6 | 9 | 9 | 0,165 | 0,2 |
| покрытие | ППУ | 0,05 | 4,6 | 23 | 9 | 0,218 | 0,225 |
| пол | Регент | 0,05 | 5,5 | 0 | 7 | 0,142 | 0,15 |
| Камеры с универсальным режимом 3,9 | | | | | | | |
| стена наружная | ППУ | 0,05 | 4,3 | 23 | 9 | 0,202 | 0,25 |
| Стена в коридор | ППУ | 0,05 | 4,3 | 9 | 7 | 0,175 | 0,2 |
| стена в камеру (-30°С) | ППУ | 0,05 | 3,6 | 9 | 9 | 0,165 | 0,2 |
| стена в камеру (0°С) | ППУ | 0,05 | 3,6 | 9 | 9 | 0,165 | 0,2 |
| покрытие | ППУ | 0,05 | 4,6 | 23 | 9 | 0,218 | 0,225 |
| пол | Регент | 0,05 | 5,5 | 0 | 7 | 0,142 | 0,15 |
| Камеры хранения охлажденной продукции 4,8 | | | | | | | |
| стена наружная | ППУ | 0,05 | 2,4 | 23 | 9 | 0,107 | 0,125 |
| Стена в коридор | ППУ | 0,05 | 2,4 | 9 | 7 | 0,08 | 0,1 |
| стена в камеру (-30°С) | ППУ | 0,05 | 4,3 | 9 | 9 | 0,2 | 0,2 |

Продолжение таблицы 2.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | | 7 | 8 |
| стена в камеру  (-20°С) | ППУ | | 0,05 | 3,6 | 9 | | 9 | 0,165 | | 0,2 |
| стена в камеру (0°С) | ППУ | | 0,05 | 1,7 | 9 | | 9 | 0,07 | | 0,1 |
| покрытие | ППУ | | 0,05 | 2,8 | 23 | | 9 | 0,258 | | 0,275 |
| пол | Регент | | 0,05 | 2,8 | 0 | | 7 | 0,007 | | 0,01 |
| Камеры заморозки 6,7 | | | | | | | | | | |
| стена в коридор | ППУ | | 0,05 | 5,1 | 9 | | 7 | 0,215 | | 0,225 |
| стена в камеру (-30°С) | ППУ | | 0,05 | 1,7 | 9 | | 9 | 0,07 | | 0,01 |
| покрытие | ППУ | | 0,05 | 5,4 | 23 | | 9 | 0,258 | | 0,275 |
| пол | Регент | | 0,05 | 6,5 | 0 | | 7 | 0,192 | | 0,2 |

**2.3 Расчет теплопритоков в охлаждаемых помещениях холодильника**

Для поддержания заданной темпёратуры в охлаждаемом помещении необходимо, чтобы все теплопритоки, отводились камерным оборудованием - батареями и/или воздухоохладителями.

При определении этой нагрузки учитывают следующие теплопритоки:

* через ограждающие конструкции помещения ;
* от продуктов (грузов) или материалов при их холодильной обработке ;
* от различных источников при эксплуатации камер ;

Каждый из этих видов теплопритоков, как правило, непрерывно изменяется, причем их максимальные значения не совпадают по времени. Поэтому в практике курсового и дипломного проектирования пользуются методикой расчета, при которой все теплопритоки считаются постоянными во времени и приходящимися на летний период года.

Нагрузку на камерное оборудование  (в кВт), определяют как сумму всех теплопритоков в данную камеру, так как камерное оборудование должно обеспечить отвод теплоты при самых неблагоприятных условиях по формуле (14) [3.9]:

 (2.14)

В холодильниках с большим числом камер полный расчет теплопритоков можно выполнить только для нескольких наиболее характерных камер, а для остальных камер теплопритоки можно рассчитывать по удельным нагрузкам, отнесенным на 1м2 пола, полученным в результате расчета характерных камер.

Одновременно с балансом теплопритоков имеет место и баланс влага поступлений в камеру и влага отвода из нее в виде росы или снеговой шубы, выпадающих на теплопередающей поверхности приборов охлаждения.

**2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции**

Теплопритоки через ограждающие конструкции  определяют по формуле (15) [32.9]:

 (2.15)

где - теплоприток через ограждающие конструкции, кВт;

- теплоприток от солнечной радиации, кВт.

При определении теплопритоков через внутренние ограждения 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 учитывают.

Теплоприток через стены, перегородки, перекрытия или покрытия  (в кВт) рассчитаем по формуле (16) [32,56]:

 (2.16)

где  - расчетная площадь поверхностей ограждения, м2;

 - расчетная разность температур между температурой воздуха с наружной стороны ограждения и температурой воздуха внутри охлаждаемого помещения (Температурный напор), °С рассчитывается по формуле (2.17) [32,56]:

 (2.17)

При расчете теплопритоков через внутренние ограждения, выход в не- охлаждаемые помещения (коридоры, вестибюли, тамбуры) температурный напор  принимают как часть расчетной разности температур для наружных стён:

* если эти помещения сообщаются с наружным воздухом

 (2.18)

* если не сообщаются с наружным воздухом

 (2.19)

Теплоприток через пол, расположенный на грунте и имеющий обогревающие устройства (в кВт), рассчитываем по формуле (2.20) [32,56]:

 (2.20)

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 кВт) рассчитываем по формуле (2.21) [3,56]:

 (2.21)

где - площадь поверхности ограждения, облучаемой солнцем, м2;

- избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время (принимаем по таблице 9.1 [32,58]), 

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 10.2°С.

Размеры ограждений в плане и площадь камер принимаем по осям колонн, высоту стен на 1.2м выше отметки низа строительной балки (то есть 7,2 м). Площадь дверного проема в камерах принимаем равной 6 м2. Значения коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций рассчитаны ранее (см. таблицу 2.6). Для определения теплопритоков от солнечной радиации через стены, принимаем ориентацию здания холодильника железнодорожной платформой на север.

Расчет теплопритоков выполняем по формулам 2.21, 2.22 и 4.7. Для города Казани расчетная летняя температура tл = +30оС (приложение 1 [35, с.208]).

Результаты расчетов теплопритоков через ограждающие конструкции заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 Теплоприток Q1 через ограждающие конструкции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| камера 1 (-20ºС) | Кд | F | | | t1 | t2 | | Δtc | Q1t ,Вт | Q1с ,Вт | | Q1 ,Вт | |
| 1 | 2 | 3 | | | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | | 9 | |
| СНС | 0,190 | 193,438 | | | 29,72 | -20 | | 0 | 1827,21 | 0 | | 1827,216 | |
| СНЗ | 0,190 | 154,713 | | | 29,72 | -20 | | 7,2 | 1461,42 | 211,6 | | 1673,058 | |
| СВК | 0,208 | 152,511 | | | 29,72 | -20 | | 0 | 1580,75 | 0 | | 1580,753 | |
| пол | 0,177 | 728,895 | | | 1 | -20 | | 0 | 2707,79 | 0 | | 2707,798 | |
| покрытие | 0,211 | 728,895 | | | 29,72 | -20 | | 7,5 | 7656,06 | 1154 | | 8810,941 | |
| камера 2 (-20ºС) |  |  | | |  |  | |  |  |  | |  | |
| СНЗ | 0,190 | 154,713 | | | 29,72 | -20 | | 7,2 | 1461,42 | 211,6 | | 1673,058 | |
| СВК | 0,208 | 152,511 | | | 29,72 | -20 | | 0 | 1580,75 | 0 | | 1580,753 | |
| СНЮ | 0,190 | 193,438 | | | 29,72 | -20 | | 5,45 | 1827,21 | 200,2 | | 2027,504 | |
| пол | 0,177 | 728,895 | | | 1 | -20 | | 0 | 2707,79 | 0 | | 2707,798 | |
| покрытие | 0,211 | 728,895 | | | 29,72 | -20 | | 7,5 | 7656,06 | 1154 | | 8810,941 | |
| камера 3 (-20/0ºС) |  |  | | |  |  | |  |  |  | |  | |
| СНС | 0,190 | 116,040 | | | 29,72 | -20 | | 0 | 1096,11 | 0 | | 1096,115 | |
| коридор | 0,190 | 76,767 | | | 29,72 | -20 | | 0 | 725,138 | 0 | | 725,1387 | |
| пергародка 0/-20 | 0,190 | 77,208 | | | 0 | -20 | | 0 | 293,367 | 0 | | 293,3678 | |
| пол | 0,177 | 222,158 | | | 1 | -20 | | 0 | 825,301 | 0 | | 825,3011 | |
| покрытие | 0,211 | 222,158 | | | 29,72 | -20 | | 7,5 | 2333,46 | 351,9 | | 2685,458 | |
| камера 4 (0ºС) |  | |  |  | | |  |  |  |  |  | |
| СНС | 0,362 | | 192,59 | 29,72 | | | 0 | 0 | 2071,1 | 0 | 2071,138 | |
| СВК | 0,358 | | 76,840 | 29,72 | | | 0 | 0 | 816,48 | 0 | 816,4858 | |
| пол | 0,351 | | 365,30 | 1 | | | 0 | 0 | 128,04 | 0 | 128,0471 | |
| покрытие | 0,309 | | 365,30 | 29,72 | | | 0 | 7,5 | 3357,4 | 847,27 | 4204,76 | |
| камера 8 (0ºС) |  | |  |  | | |  |  |  |  |  | |
| СВК | 0,358 | | 114,8 | 29,72 | | | 0 | 0 | 1220,3 | 0 | 1220,352 | |
| пол | 0,351 | | 225,24 | 1 | | | 0 | 0 | 78,952 | 0 | 78,95245 | |
| покрытие | 0,309 | | 225,24 | 29,72 | | | 0 | 7,5 | 2070,1 | 522,42 | 2592,61 | |
| камера 6,7 (-30ºС) |  | |  |  | | |  |  |  |  |  | |
| пергародка -30/0 (6) | 0,233 | | 40,806 | 0 | | | -30 | 0 | 284,8 | 0 | 284,8099 | |
| пергародка -30/0 (12) | 0,233 | | 77,578 | 0 | | | -30 | 0 | 541,46 | 0 | 541,4673 | |
| коридор | 0,189 | | 79,296 | 29,72 | | | -30 | 0 | 894,01 | 0 | 894,0124 | |
| пол | 0,150 | | 79,944 | 1 | | | -30 | 0 | 372,51 | 0 | 372,5117 | |
| покрытие | 0,174 | | 79,944 | 31 | | | -30 | 7,5 | 850,53 | 104,57 | 955,1034 | |
| камера 9 (0ºС) |  | |  |  | | |  |  |  |  |  | |
| СНЮ | 0,362 | | 116,48 | 29,72 | | | 0 | 5,45 | 1252,7 | 229,71 | 1482,425 | |
| СВК | 0,358 | | 152,51 | 29,72 | | | 0 | 0 | 1620,5 | 0 | 1620,545 | |
| пол | 0,351 | | 441,79 | 1 | | | 0 | 0 | 154,86 | 0 | 154,8615 | |
| покрытие | 0,309 | | 441,79 | 29,72 | | | 0 | 7,5 | 4060,5 | 1024,7 | 5085,282 | |
| камера 10 (-20ºС) |  | |  |  | | |  |  |  |  |  | |
| СНЮ | 0,190 | | 77,600 | 29,72 | | | -20 | 5,45 | 733,00 | 80,34 | 813,3569 | |
| пергародка 0/-20 на универ | 0,233 | | 77,366 | 0 | | | -20 | 0 | 359,99 | 0 | 359,9915 | |
| пергародка 0/-20 | 0,233 | | 77,208 | 0 | | | -20 | 0 | 359,25 | 0 | 359,2573 | |
| коридор | 0,208 | | 76,767 | 29,72 | | | -20 | 0 | 795,67 | 0 | 795,676 | |

Продолжение таблицы 2.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| пол | 0,177 | | 150,688 | 1 | -20 | 0 | 559,79 | 0 | 559,7946 |
| покрытие | 0,211 | | 150,68 | 29,72 | -20 | 7,5 | 1582,7 | 238,75 | 1821,523 |
| камера 11 (-20ºС) |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| СНС | 0,190 | | 193,43 | 29,72 | -20 | 0 | 1827,2 | 0 | 1827,216 |
| СНВ | 0,190 | | 154,71 | 29,72 | -20 | 6 | 1461,4 | 176,35 | 1637,786 |
| СВК | 0,208 | | 152,51 | 29,72 | -20 | 0 | 1580,7 | 0 | 1580,753 |
| пол | 0,177 | | 728,89 | 1 | -20 | 0 | 2707,7 | 0 | 2707,798 |
| покрытие | 0,211 | | 728,89 | 29,72 | -20 | 7,5 | 7656,0 | 1154,8 | 8810,941 |
| камера 12 (-20ºС) |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| СНВ | 0,190 | | 154,71 | 29,72 | -20 | 6 | 1461,4 | 176,35 | 1637,786 |
| СНЮ | 0,190 | | 193,43 | 29,72 | -20 | 5,45 | 1827,2 | 200,28 | 2027,504 |
| СВК | 0,208 | | 152,51 | 29,72 | -20 |  | 1580,7 | 0 | 1580,753 |
| пол | 0,177 | | 728,89 | 1 | -20 | 0 | 2707,7 | 0 | 2707,798 |

**2.3.2 Расчет теплопритоков от продуктов при холодильной обработке**

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

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

Теплоприток ,кВт, при охлаждении и домораживании продуктов в камерах хранения, рассчитываем по формуле [32] :

 (2.22)

Где -суточное поступление продуктов, т/сут;

- разность удельных энтальпий продуктов, соответствующих начальной и конечной температурам продукта (в кДж/кг), значения которых принимают по приложению 10 [32] :

Суточное поступление продуктов ,т/сут, рассчитываем по формуле [32] :

 (2.23)

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.

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

Теплоприток от тары ,кВт, действия определяют по формуле [32] :

 (2.24)

Где - суточное поступление тары, принимаемое пропорционально су- точному поступлению продукта, т/сут;

- удельная теплоемкость тары, кДж/(кгК);

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

Удельную теплоемкость тары (в кДж/(кгК)) принимают в зависимости от ее материала: для деревянной и картонной тары , металлической  кДж/(кгК), а стеклянной  кДж/(кгК).

Суммарный теплоприток от грузов и тары при холодильной обработке, рассчитаем по формуле [32] :

 (2.25)

Результаты расчетов теплопритоков от грузов заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 Теплоприток Q2 от грузов при холодильной обработке

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Fкам. | Екамеры | Мсуточ. | iначальное | iконечное | t1нго | t2ноп | Q2пр | Q2тары | Q2 |
| камера 1,2  (-20°)°С | 728,9 | 1020,45 | 61,23 | 39,4 | 0 | -8 | -20 | 27,92 | 1,42 | 29,34 |
| камера 3 (0/-20) °С | 222,16 | 533,18 | 31,99 | 39,4 | 0 | -8 | -20 | 14,59 | 0,74 | 15,33 |
| камера 4 (0) °С | 221,13 | 309,58 | 18,57 | 246 | 232 | 4 | 0 | 3,01 | 0,14 | 3,15 |
| камера 6  (-30) °С | 79,94 | 111,92 | 6,72 | 345 | 39,40 | 35 | -8 | 23,75 | 0,56 | 24,31 |
| камера 7  (-30) °С | 79,94 | 121,52 | 7,29 | 246 | 13 | 4 | -15 | 19,66 | 0,27 | 19,93 |
| камера 8 (0) °С | 225,24 | 342,36 | 20,54 | 246 | 232 | 4 | 0 | 3,33 | 0,16 | 3,49 |
| камера 9  (0/-20) °С | 441,8 | 1060,31 | 63,62 | 13 | 0 | -15 | -20 | 9,57 | 0,61 | 10,19 |
| камера 10  (-20) °С | 150,69 | 229,05 | 13,74 | 13 | 0 | -15 | -20 | 2,07 | 0,13 | 2,20 |
| камера  11,12  (-20) °С | 728,9 | 1107,92 | 66,48 | 13 | 0 | -15 | -20 | 10,00 | 0,64 | 10,64 |

**2.3.3 Расчет эксплуатационных теплопритоков**

Эти теплопритоки возникают вследствие освещения камер, пребывания в них людей, работы электродвигателёй и открывания дверей. Теплопритоки определяют от каждого источника тепловыделений отдельно.

Теплоприток от освещения ,кВт, рассчитывают по формуле (2.27) [32.60]:

 (2.27)

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

- площадь камеры, м2.

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

Теплоприток от пребывания людей ,кВт, рассчитывают по формуле (28) [32.60]:

 (2.28)

где 0,35 - тепловыделение одного человека при тяжелой физической работе, кВт;

- число людей, работающих в данном помещении.

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

Теплоприток от работающих электродвигателей ,кВт, при расположении электродвигателей в охлаждаемом помещении определяют по формуле(29) [32.60]:

 (2.29)

где - суммарная мощность электродвигателей, кВт.

В 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(2.30) [32.61]:

 (2.30)

где - удельный приток теплоты от открывания дверей, (см. таблицу 9.2 [32.61]);

- площадь камеры, м2.

Эксплуатационные теплопритоки определяются, как сумма теплопритоков ,кВт, отдельных видов определяют по формуле (2.31) [35.60]:

 (2.31)

Результаты расчетов теплопритоков при эксплуатации заносим в таблицу 2.9.

Получаемые значения Q1об, Q2об, Q4об, заносим в сводную таблицу 2.10 теплопритоков и суммируем по температурам кипения.

Теплоприток при охлаждении птицы , кВт , определяют по формуле (2.32) [35.61]:

 (2.32)

Таблица 2.10 Эксплуатационный теплоприток Q4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | qосв | Fкамеры | ηодн | q1 ,кВт | qдвери | q2 ,кВт | q3 ,кВт | q4 ,кВт | Q4 |
| камера 1,2,11,12 (-20) °С | 8 | 728,89 | 0,5 | 2,92 | 5 | 3,64 | 1,05 | 1,8 | 9,41 |
| камера 3 (-20) °С | 222,15 | 0,89 | 1,11 | 2 |
| камера 4 (0) °С | 221,13 | 0,88 | 1,1 | 2 |
| камера 6,7 (-30) °С | 79,94 | 0,32 | 0,4 | 0,39 | 1,1 |
| камера 8 (0) °С | 225,24 | 0,9 | 1,12 | 1,8 | 3,83 |
| камера 9 (-20) °С | 441,79 | 1,77 | 2,2 | 4,37 |
| камера 10 (-20) °С | 150,6876 | 0,6 | 0,75 | 3,16 |

Таблица 2.12 Суммарные теплопритоки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Камера | Q1, кВт | Q2, кВт | Q4, кВт | Qоб, кВт |
| 1 | 16,600 | 29,34 | 9,410 | 55,351 |
| 2 | 16,800 | 29,34 | 9,410 | 55,551 |
| 3 | 5,625 | 15,33 | 1,999 | 22,955 |
| 4 | 7,220 | 3,15 | 1,990 | 12,364 |
| 6 | 3,048 | 24,31 | 1,109 | 28,468 |
| 7 | 3,048 | 19,93 | 1,109 | 24,087 |
| 8 | 3,892 | 3,49 | 3,827 | 11,206 |
| 9 | 8,343 | 10,19 | 4,366 | 22,896 |
| 10 | 4,710 | 2,20 | 3,156 | 10,066 |
| 11 | 16,564 | 10,64 | 9,410 | 36,619 |
| 12 | 16,765 | 10,64 | 9,410 | 36,819 |

**2.4 Расчет нагрузки на компрессоры**

Тепловая нагрузка на компрессор складывается из всех видов теплопритоков, но они учитываются не полностью. [11.88]:

t0=-10°С

Qкм=0,6++0,5 (2.33)

t0=-30 °С

Qкм=0,8++0,7 (2.34)

t0=-40 °С

Qкм=++0,75 (2.35)

Расчетную (требуемую) холодопроизводительность для подбора компрессоров, кВт определяем по формуле (2.36) [11.88]:

t0=-10 °С

Qкм=0,6·45+53,48+0,5·12,1=86,53 кВт

t0=-30 °С

Qкм=0,8·85,4+111,49+0,7·47,16=212,8 кВт

t0=-40 °С

Qкм=6,1+44,23+0,75·2,22=52 кВт

# 6 Энергоснабжение холодильной установки

Холодильная установка является составной частью хладокомбината, следовательно, она входит в общую схему электроснабжения проектируемого предприятия. Электроэнергия подводится по двум кабельным линиям распределительной подстанции городских электрических сетей на напряжение 10 кВт. Электропитание холодильной установки осуществляется от трансформаторной подстанции предприятия на напряжение 380 В по двум кабельным линиям, поскольку по степени бесперебойности электроснабжения проектируемое предприятие относится ко второй категории.

По результатам расчетов предыдущих разделов было выбрано технологическое оборудование, которое поставляется заводами изготовителями в комплекте с электродвигателями. Паспортные данные двигателей представлены в таблице 6.1.

## Таблица 6.1 – Паспортные данные оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Холодильное оборудование | | | Паспорт двигателя | | | | | | Iп/Iн |
| Наименование | Кол-  во | Количество на ед. холодильного оборудования | Тип | Мощность,  кВт | КПД | Нап ряжение,  В | cosφ | Частота враще-ния, об/мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Компрессор SAB 110 SM | 1 | 1 | - | 45 | 0,9 | 380 | 0,91 | 2945 | 7,1 |
| 2 | Компрессор SAB 120 E | 2 | 1 | - | 55 | 0,915 | 380 | 0,92 | 2960 | 7,1 |
| 3 | Компрессор SAB 120 L | 2 | 1 | - | 75 | 0,91 | 380 | 0,91 | 2970 | 6,9 |
| 4 | Воздухоохладитель  IADHN 051 C\310 | 10 | 3 | S4E | 0,5 | 0,74 | 380 | 0,76 | 1380 | 3,5 |
| 5 | Воздухоохладитель  IADHN 066 D\17 | 3 | 1 | S4E | 0,5 | 0,74 | 380 | 0,76 | 1370 | 3,5 |
| 6 | Воздухоохладитель  IADHN 046 C\17 | 4 | 1 | S4E | 0,36 | 0,74 | 380 | 0,76 | 1400 | 3,5 |
| 7 | Воздухоохладитель  IADHN 081 C\312 | 2 | 3 | S4E | 0,36 | 0,74 | 380 | 0,76 | 1500 | 3,5 |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | | 8 | | 9 | 10 | | 11 |
| 8 | Воздухоохладитель  IADHN 066 D\321 | | 2 | 3 | S4E | | 0,36 | 0,74 | 380 | | 0,76 | | | 1500 | 3,5 |
| 9 | Воздухоохладитель  IADHN 051C\210 | | 8 | 2 | S4E | | 0,5 | 0,74 | 380 | | 0,76 | | | 1380 | 3,5 |
| 10 | Водяной насос  К 65-50-160 | | 3 | 1 | 4А | | 5,5 | 0,87 | 380 | | 0,89 | | | 3000 | 5,5 |
| 11 | Насос аммиачный ЦНГ-70М-1 | | 6 | 1 | 4А | | 2,8 | 0,84 | 380 | | 0,88 | | | 2900 | 5,5 |
| 12 | Градирня Град 16 | | 1 | 1 | 4А | | 1,1 | 0,785 | 380 | | 0,79 | | | 1500 | 4,0 |

Электрооборудование подключаем по радиальной схеме (питание подается в одну точку цеха на распределительный щит, от которого питаются отдельные потребители).

Трансформаторная будка размещена к югу от компрессорного цеха, следовательно от неё определяем длины кабелей, с помощью которого различное электрооборудование подсоединяется к распределительному щиту, и заносим их в таблицу 6.2.

Для расчета кабелей и проводов, питающих отдельные агрегаты холодильной установки, расчетный ток Ip, А, рассчитывается по формуле 6.1 [10,34].

, (6.1)

где  – номинальная мощность двигателя, кВт;

 – КПД;

 – коэффициент мощности двигателя.

По полученным значениям токов выбираем провода по таблице Л 2 [10,73], и заносим их в таблицу 6.2.

Таблица 6.2– Расчетов и выбор кабеля

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Длина кабеля  L | Мощность, кВт |  | Выбираемый  кабель | Допустимый  ток |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Компрессор SAB 110 SM | 12 | 45 | 83,48 | АБВБГ (3х25) | 100 |
| Компрессор SAB 120 E | 9 | 55 | 99,27 | АБВБГ (3х25) | 100 |
| Компрессор SAB 120 L | 18 | 75 | 137,61 | АБВБГ (3х50) | 170 |
| Воздухоохладитель IADHN 051 C\310 | 64 | 0,5 | 1,35 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\17 | 86 | 0,5 | 1,35 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Воздухоохладитель IADHN 046 C\17 | 114 | 0,36 | 0,97 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Воздухоохладитель IADHN 081 C\312 | 68 | 0,36 | 0,97 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\321 | 70 | 0,36 | 0,97 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Воздухоохладитель IADHN 051C\210 | 135 | 0,5 | 1,35 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Водяной насос К 65-50-160 | 17 | 5,5 | 10,79 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Насос аммиачный ЦНГ-70М-1 | 27 | 2,8 | 5,76 | АБВБГ (3х1) | 15 |
| Градирня Град 16 | 40,7 | 1,1 | 2,69 | АБВБГ (3х1) | 15 |

Расчетные мощности силовых приемников электроэнергии Рр, Qр, Sр, кВт, рассчитываются по формулам 6.2,6.3,6.4 [10,32]

Pp=Kc·∑Py, (6.2)

Qp=Pp·tgφp, (6.3)

 (6.4)

где Pp – активная расчетная мощность, кВт;

Qp – реактивная расчетная мощность, кВт;

 – полная расчетная мощность, кВт;

Kc – коэффициент спроса;

Py – установленная активная мощность электроприемника, кВт;

tgφ – расчетный коэффициент мощности

.

Коэффициент спроса Кс рассчитывается по формуле 6.5 [10,32]

Kc= K0· Kз/ηде·ηс (6.5)

где К0 – коэффициент одновременности, К0 колеблется в пределах 0,5-1;

Кз – коэффициент загрузки, Кз=0,7-0,8;

ηс – КПД сети, =0,92-0,7.

Таблица 6.3. – Результаты спроса расчетных мощностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы приемников электроэнергии | Количество | Устан. мощн., кВт | Расчетная мощность | | **Расчет мощности** | | |
| Kc | cosφ | Pp,  кВт | Qp  кВАр | ,  кВА |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Компрессор SAB 110 SM | 1 | 45 | 0,89 | 0,91 | 40,23 | 18,33 | 44,21 |
| Компрессор SAB 120 E | 2 | 55 | 0,88 | 0,92 | 96,73 | 41,21 | 105,14 |
| Компрессор SAB 120 L | 2 | 75 | 0,88 | 0,91 | 132,63 | 60,43 | 145,74 |
| Воздухоохладитель IADHN 051 C\310 | 10 | 1,5 | 1,09 | 0,88 | 16,31 | 13,95 | 21,46 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\17 | 3 | 0,5 | 1,09 | 0,88 | 1,63 | 1,39 | 2,15 |
| Воздухоохладитель IADHN 046 C\17 | 4 | 0,36 | 1,09 | 0,88 | 1,57 | 1,34 | 2,06 |
| Воздухоохладитель IADHN 081 C\312 | 2 | 1,02 | 1,09 | 0,88 | 2,22 | 1,90 | 2,92 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\321 | 2 | 1,02 | 1,09 | 0,88 | 2,22 | 1,90 | 2,92 |
| Воздухоохладитель IADHN 051C\210 | 8 | 1 | 1,09 | 0,88 | 8,70 | 7,44 | 11,45 |
| Водяной насос К 65-50-160 | 3 | 5,5 | 0,92 | 0,89 | 15,26 | 7,82 | 17,15 |
| Насос аммиачный  ЦНГ-70М-1 | 6 | 2,8 | 0,96 | 0,88 | 16,09 | 8,69 | 18,29 |
| Градирня Град 16 | 1 | 1,1 | 1,02 | 0,79 | 1,13 | 0,88 | 1,43 |
| Итого: | – | – | – | – | 334,70 | 165,25 | 374,90 |

Проверку сечения кабеля по допустимой потере напряжения, B, производим по формуле 6.6 [10,31]

∆U=(∑Sp·l/U2·s)·ρ·105, (6.6)

где Sp −расчетная мощность (полная), кВт;

l −длина линии, м;

U −напряжение сети, В;

s – сечение провода, мм2

ρ–удельное сопротивление материала (для меди ρ=0,018 Ом·мм2/м).

Проверку сечения кабеля по допустимой потере напряжения ∆U, B, для компрессорного агрегата SAB 110 SM производим по формуле 6.6 [10,31]

∆U=(44,21·12/3802·25)·0,018·105=0,26

Значения потерь напряжения заносим в таблицу 6.4

Таблица 6.4. – Значения потерь напряжения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группы приемников электроэнергии | Длина, L | Потеря напряжения, ∆U |
|
| Компрессор SAB 110 SM | 12 | 0,26 |
| Компрессор SAB 120 E | 9 | 0,24 |
| Компрессор SAB 120 L | 18 | 0,33 |
| Воздухоохладитель IADHN 051 C\310 | 64 | 1,71 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\17 | 86 | 0,77 |
| Воздухоохладитель IADHN 046 C\17 | 114 | 0,73 |
| Воздухоохладитель IADHN 081 C\312 | 68 | 1,24 |
| Воздухоохладитель IADHN 066 D\321 | 70 | 1,27 |
| Воздухоохладитель IADHN 051C\210 | 135 | 2,41 |
| Водяной насос К 65-50-160 | 17 | 1,21 |
| Насос аммиачный ЦНГ-70М-1 | 27 | 1,03 |
| Градирня Град 16 | 40,7 | 0,72 |
| Итого |  | 11,92 |

В соответствии с ПУЭ для силовых сетей напряжением до 500-660 В допускают потери напряжения не более 5% от номинального напряжения электродвигателей.

Для приема и распределения электроэнергии по потребителям служат распределительные пункты или шкафы. Это металлический шкаф с запирающейся дверью.

Номинальный ток шкафа принимается по формуле 6.7 [10,34]

Iш.н.≥I\*p (6.7)

Расчетный ток питающей линии *Iр*, А, рассчитывается по формуле 6.8 [10,33]

, (6.8)



Принимаем по таблице М 1 [10,79] 3 распределительных шкафа марки ЯРП 11-341-32УЗ с номинальным током 250 А, номинальное напряжение 380 В.

Защитно–камутационую аппаратуру электродвигателей выбираем по паспортным данным этих двигателей.

Расчетный ток максимальной защиты двигателей Iуст.т.,А, рассчитывается по формуле 6.9 [10,34]

Iуст.м = (1,2÷1,3) Iп, (6.9)

где Iп – пусковой ток электродвигателя, А.

Расчетный ток тепловой защиты двигателей Iуст.т, А, рассчитывается по формуле 6.10 [10,34]

, (6.10)

где Iн – номинальный ток двигателя, А.

Результаты выбора аппаратов и расчета токов расцепителей автоматов сведены в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет токов и выбор защитно-коммутационных аппаратов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность двигателя,  кВт | Ток двигателя | | Пускатель | | | Автомат | | | | |
| Iн,  A | Iп,  A | Тип | Iн,  А | Uн,  В | Тип | Uн,  В | Токи, А | | |
| Iн | Iуст.м | Iуст.т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 45 | 83,48 | 584,36 | ПТУ | 100 | 380 | АЕ3730 | 380 | 160 | 759,67 | 104,35 |
| 55 | 99,27 | 694,89 | ПТУ | 100 | 380 | АЕЗ730 | 380 | 160 | 903,36 | 124,09 |
| 75 | 137,61 | 963,27 | ПТУ | 160 | 380 | АЕ3720 | 380 | 200 | 1252,2 | 172,01 |
| 0,5 | 1,35 | 4,73 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 2,5 | 6,14 | 1,69 |
| 0,5 | 1,35 | 4,73 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 2,5 | 6,14 | 1,69 |
| 0,36 | 0,97 | 3,40 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 1,25 | 4,41 | 1,21 |
| 0,36 | 0,97 | 3,40 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 1,25 | 4,41 | 1,21 |
| 0,36 | 0,97 | 3,40 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 1,25 | 4,41 | 1,21 |
| 0,5 | 1,35 | 4,73 | ПМА | 17 | 380 | АЕ2030 | 380 | 2,5 | 6,14 | 1,69 |
| 5,5 | 10,79 | 59,35 | ПМА | 25 | 380 | АЕ2030 | 380 | 16 | 77,15 | 13,49 |
| 2,8 | 5,76 | 31,68 | ПМА | 10 | 380 | АЕ2030 | 380 | 8 | 41,18 | 7,20 |
| 1,1 | 2,69 | 10,76 | ПМА | 4 | 380 | АЕ2030 | 380 | 4,5 | 13,99 | 3,36 |

Контрольный учет электроэнергии, потребляемой холодильником, осуществляется по счетчикам подключенным к трансформаторной будке. Экономия электроэнергии достигается организацией оптимальных процессов и режимов работы электрифицированных агрегатов. Способствуют снижению расхода электроэнергии такие мероприятия: повышение коэффициента загрузки двигателей; уменьшение механических потерь в механизмах и механических передачах; отключение автоматическими выключателями агрегатов на холостом ходе; широкое внедрение автоматизации и т.д. С целью экономии электроэнергии, расходуемой на электрическое освещение, следует своевременно включать и выключать светильники, обеспечивать нормальный уход за ними, шире применять местное освещение, а также полностью использовать возможности естественного освещения.

С целью снижения электротравматизма по технике безопасности предусматриваются следующие мероприятия:

−устройство защитного мероприятия;

−заземление электродвигателей;

−защитное отключение;

−применение малого напряжения (12-36 В).

К тому же необходимо надежное ограждение электроприемников, к которым возможно прикосновение или приближение на недопустимые расстояния.

**7 Безопасность в производственных условиях**

**7.1 Условия труда. Идентификация вредностей и опасностей**

Трудовой кодекс Российской федерации гласит, что согласно статье 22 работодатель обязан создавать безопасные и безвредные условия труда и информировать их о действительном состоянии условий труда. Для этого санитарно-бытовые условия труда должны отвечать требованиям нормативных документов. Так, согласно СП 2.2.1.1312-03 [18] устанавливаются площадь и объем помещения, приходящиеся на 1 человека (при категории труда 2б - 4,5 м2 и 25 м3).

Для строительства объекта экономики были взяты типовой проект здания в один этаж, состоящего из компрессорного цеха и охлаждаемых помещений. В качестве строительного материала используется железобетонные материалы и кирпич. Вид покрытия состоит из кровельных железобетонных плит, гидроизоляции из 5 слоев гидроизола на битумной пластине, пароизоляции из пергалена, плитной теплоизоляции марки ПСБ-С. Характеристика производственного здания приведены в таблице 7.1, где согласно ПУЭ – 2003 [15] установлены классы помещений по опасности поражения электрическим током и характеру окружающей среды.

В компрессорном цехе также предусмотрены санитарно-бытовые помещения, характеристика которых приведена в таблице 7.2, согласно СНиП 2.09.04-03 [19].

Рациональное освещение и цветовая отделка производственных помещений и рабочих мест снижает общее и зрительное утомление, а также соответствует повышению и производительности труда. Недостаток освещения рабочих мест может стать причиной несчастных случаев и может привести к заболеванию. В связи с этим предусматривается естественное и искусственное освещение.

Тип светильников ламп накаливания НСО-200 для люминесцентных ламп ПВЛ-2х40.



Где N- количество рабочих

S=(18\*18)\*0,8/3=86,4 м²



N=(18\*18\*6)\*0,8/3=518,4 м3

Таблица 7.1 – Характеристика помещений проектируемого цеха, отделения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех,  отделение | Тип здания и этажность | Строительные размеры, м | Площадь и объем производственного помещения на одного работника | | | | Периодичность уборки производственного помещения |
| м² | | м3 | |
| норма | факт | норма | факт |
| Компрес-сорный | одноэтажное | длина – 18 м ширина – 18м высота – 6м | 4,5 | 41 | 25 | 518,4 | Один раз в сутки |

Проанализировав данные таблицы 7.1, можно сделать вывод, что фактическая площадь и объем производственного помещения на одного работающего превышает требования СП 2.2.1.1312–03, что обеспечивает безопасное и удобное обслуживание оборудования. Компрессорный цех относится к группе 1в производственных процессов. Характеристика санитарно-бытовых помещений приведена в таблице 7.2

Для оказания первой доврачебной помощи предусмотрена аптечка. Рациональное освещение и цветовая отделка производственных помещений рабочих мест снижает общее и зрительное утомление, а также способствует повышению производительности труда. Недостаток освещения рабочих мест может стать причиной несчастных случаев и может привести к заболеваниям. Поэтому в производственных помещениях предусматриваются естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через боковые оконные проемы. Естественное и искусственного освещение в помещениях регламентируется нормативной документацией СНиП 52.13330-2011 “ Естественное и искусственное освещение” [39].

Таблица 7.2 – Номенклатура и оборудование санитарно-бытовых помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение | Количество  работающих в максимальную смену | | Группа  производственного процесса | Санитарно-бытовые помещения | | | Санитарно-технические устройства | | |
| Наименование | Площадь,  м² | | Наименование | Количество | |
| жен | муж | факт | норма | факт | норм |
| Компрес–  сорный | 1 | 6 | 3б | Гардероб | 0,57 | 0,24 | Душ | - | 1 |
| Санузел | 2 | 0,96 | Умывальник | 1 | 1 |
| Душевая | 2,4 | 0,81 | Нап. чаши | 2 | 1 |

Характеристика освещения помещений приведена в таблице 7.3

Коэффициент естественного освещения для города Тайшет принимается по таблице СНиП 52.13330-2011 [39].

Для создания нормальных условий работы система отопления в компрессорном цехе предусматривает температуру воздуха 17°С при неработающим оборудованием.

Компрессорный цех отапливается от котельной, которая находится на территории холодильника. В качестве теплоносителя выступает вода с температурой на входе в здание 95-1050С. Отопительные приборы – гладкотрубные радиаторы.

Параметры метеорологических условий, сведены в таблицу 7.4 для средней категории тяжести труда 2б и отвечает требованиям СНиП 41-01-2003 [37]

Таблица 7.3 – Освещенность производственных помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характерис-тика | Наимень-  ший или  эквивалн-тный размер объекта  различен-ия, мм. | Разряд зри-  тельной  работы | Под-разряд  зри-тельной  работы | Контраст  объекта с  фоном | Харак-теристика  фона | Искусственное освещение | | | | | Естественное освещение | Совмещенное освещение | |
| зрительной работы | Освещенность, лк | | | Сочетание | | КЕО, *е*Н, % | | |
|  | при системе комбиниро-ванного освещения | | обще-го осве- | величин показателя ослеплен-ности и коэффициента пульсации | | при боко-вом осве-щении | | при боко-вом осве-щении |
|  | всего | от обще-го | щения | *Р* | *К*п, % |  | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | *10* | *11* | 12 | | 13 |
| Средней точности | Св. 0,5  до 1,0 |  | а | Малый | Темный | 750 | 200 | 300 | *40* | *20* | - | | - |
| б | Малый  Средний | Средний  Темный | 500 | 200 | 200 | *40* | *20* | 1,35 | | 0,9 |
|  |

Продолжение таблицы 7.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | | 11 | 12 | | 13 |
|  |  | IV | в | Малый  Средний  Большой  Средний  Большой | Светлый  Средний  Темный | | 400 | 200 | | 200 | | *40* | *20* | - | - | |
|  | г | Светлый  Средний | |  |  | | 200 | | 40 | 20 | *-* | *-* | |

Таблица 7.4 – Параметры метеорологических условий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категории работ | Температура воздуха, °С | | Температура поверхности, % | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | |
| Оптимальная | Допустимая | Оптимальная | Допустимая | Оптимальная | Допустимая | Оптимальная | Допустимая |
| Выше/ниже оптимальной | Выше/ниже оптимальной |
| Холодный  Теплый | IIб  IIб | 19-21  20-22 | 17-18,9/21,1-23  18-19,9/22,1-27 | 18-22  19-23 | 16-24  17-28 | 40-60  40-60 | 15-75  15-75 | 0,2  0,2 | 0,1/0,3  0,1/0,4 |

Поддержка оптимальных параметров микроклимата в холодный период года осуществляется с помощью систем отопления. Выбор исходных данных для расчета расхода тепла выполнен согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентляция и кондиционирование воздуха» [37].

Исходные данные представлены в таблице 7.5

Таблица 7.5 – Исходные данные для расчета системы отопления

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение | Место расположения | Температура холодной пятидневки | Среднесуточная температура наружного воздуха в холодный период | Продолжительность сезона | Система отопления | Потребное количество тепла, Вт | Температура теплоносителя, °С |
| Компрессорный | Тайшет | -24,3 | -18 | 245 | Водяная | 1,22∙10 | 95÷105 |

Ориентировочный расход теплоты на отопление по укрупненным показаниям.

Годовой расход теплоты на отопление *Qoг*, Вт рассчитываем по формуле

, (7.1)

Где *Jt* – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха при tн≤-40 ОС, J t=0,9;

*Vн*– отапливаемый объем здания, м3;

*qo*– удельная тепловая отопительная характеристика, Вт/(м3К);

*tв*– расчетная внутренняя температура отапливаемого помещения, 0С;

*tсро*– средняя температура отопительного периода, 0С;

*no***–** число дней отопительного периода, no=235;

*To***–** время работы системы отопления в сутки,To = 24 часа;

.

Выбор систем вентиляции выполнен согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентляция и кондиционирование воздуха», [37]. Выбранные системы вентиляции представлены в таблице 7.6

Таблица 7.6 – Системы вентиляции в производственных помещениях

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение, цех, отделение | Основные выделяющиеся вредности | Система вентиляции | | |
| Вытяжная | Приточная | |
| В холодный период года | В теплый период года |
| Компрессорный | Аммиак | Механическая, отсос из всех зон не менее 3 объемов в час | Не менее 3 объемов в час | Не менее 4 объемов в час |

Для исключения аварийной ситуации и поддержание концентрации аммиака при нормальной работе:

—в компрессорном цехе должны быть предусмотрены системы постоянного действия приточно-вытяжной рабочей вентиляции;

—вытяжка воздуха предусматривается из верхней и нижней зоны.

Бытовые помещения должны быть оборудованы отдельной от машинного отделения системой вентиляции.

Кратность воздухообмена предусматривает:

—приток по расчету, не менее 3 объемов в час;

—вытяжка по расчету, не менее 4 объемов в час;

—аварийная по расчету, не менее 8 объемов в час.

## 7.2 Идентификация вредности и опасностей. Методы и средства защиты

С целью получения исходных данных для разработки мероприятий по созданию безопасных условий труда проводим комплексный анализ холодильной установки.

К обслуживанию холодильных установок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие документ об окончании специального учебного заведения или курсов.

К самостоятельному обслуживанию холодильных установок могут быть допущены работники только после прохождения под руководством опытного наставника стажировки в течение одного месяца и соответствующей проверки знаний. Допуск к стажировке и самостоятельной работе оформляется распоряжением по организации.

Организация обучения безопасности труда осуществляется согласно ГОСТ 12.0.004-90 [10] и предусматривает своевременное проведение инструктажей.

В месте постоянного пребывания дежурной смены машинисты должны иметь суточный журнал установленного образца, инструкции по безопасному обслуживанию холодильной установки, охлаждающих устройств, КИП, годовые и месячные графики проведения планово-предупредительных ремонтных работ, а также план локализации аварийной ситуации. Общие эргономические требования приведены в таблице 7.7, характеристика веществ в таблице 7.8.

Схема холодильной установки приведена на рисунке 7.1.

Выявленные вредности заносим в таблицу 7.9 согласно ГОСТ 12.0.003-91 [11].

Из таблицы 7.9 можно заключить, что значительными вредными факторами являются: Г, Ш, Вб.

Таблица 7.7 – Общие эргонометрические требования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение | Профессия | Категория работ по тяжести | Рабо-чая поза | Высота рабочей поверхности при организации рабочего места, мм | | | | Высота расположения средств отображения информации | | |
| Стоя | | Сидя | | Пол работающего | | Средняя высота, мм |
| М | Ж | М | Ж | М | Ж |
| Компресс  сорный | Машинист  Слесарь | IIб  III | Сидя  Стоя | до1,5м  – | –  – | 750  – | –  – | 980  980 | –  – | 150  150 |

Таблица 7.8 – Физико-химическая и санитарно-гигиеническая характеристика веществ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение, процесс выделения | Вещество | Источники выделения | ПДК в рабочей зоне, мг/м³ | Класс опасности, агрегатное состояние | Токсическое действие | Средства защиты (тип, марка) | Приборы контроля |
| Компрес  сорный | аммиак | Масло-сборник | 20 | 4, п. | Удушение, слезотечение, жжение, тошнота | Противо-газ  СОМ | Газоанализа-тор |

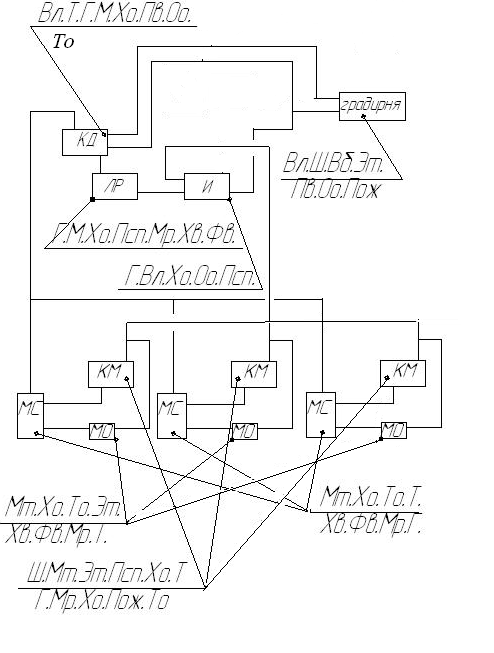


Рис. 7.1 Схема холодильной установки

Вредности Локальные травмирующие факторы Опасности

Вл– влаговыделения; Эт–электротравмы; Мр– механические

разрушения;

Т– тепловыделения; Хо–химические ожоги; Фв– физический

взрыв;

Г–газовыделения; Пв– падение с высоты;

М–масловыделения; Мт–механические травмы; Хв–химический

взрыв;

Ш–шум; Оо–острые отравления; Пож–пожары;

Вб–вибрация; Псп–падение на скользком полу;

М–масловыделения; То–термические ожоги;

**7.3 Безопасность технологического процесса и оборудования**

Безопасность при эксплуатации технологического оборудования должна соответствовать требованиям ГОСТ 23274-84 [12], а технологический процесс по ГОСТ 12.3.002-90 [8] и должно быть безопасно при монтаже, ремонте и эксплуатации, а также должно быть сертифицировано.

В проектируемой холодильной установки в качестве холодильного аген та используется аммиак, все свойства которого неблагоприятно воздействуют на организм человека и представляют повышенную опасность Аммиак представляет собой бесцветные газы или жидкости, с резким запахом нашатыря, как правило, плохо растворимые в органических растворителях, и практически нерастворимые в масле.

Требования к качеству жидкого аммиака установлены ГОСТ 6221–90Е [9]. Ниже приведены характеристики вещества:

Взрывоопасен

Растворим в воде. Предельно допустимое объемное содержание в воздухе рабочей зоны 15%.

Жидкий аммиак вызывает ожоги кожи. Выявление потенциальных вредных факторов проводится в соответствии с ГОСТ 12.03.003-91 ССБТ [6].

В связи с этим должны быть предъявлены жесткие требования к организации проведения огневых работ на холодильных установках, а также запрещено курение в помещении, где расположены эти установки.

Результаты идентификации опасностей аварий и инициаторов взрыва приведены в таблице 7.10 согласно ГОСТ 12.0.003-91 «Вредные и опасные производственные факторы» [11].

Таблица 7.9 – Вредные производственные факторы и средства защиты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение | Наименование | ПДУ, доза | Действие на организм человека | Индивидуальные средства защиты |
| Компрессорный | Ш | ПС-75 | Увеличение кровяного давления, ослабление внимания | СИЗ, наушники из ультрофонового волокна |
| Вб | 92 дБ при f=80 Гц | Раздражительность, потеря внимания, изменение в сердечно-сосудистой системе | Виброизоляторы |
|  | Г | 20мг/м³,4 | Удушение | Противогазы типа КД, |
| М | - | Раздражающие, отравляющие | Перчатки, противогазы типа КД, |
| Т | ≤45 °С | Термический ожог | Перчатки |
| Вл | ≤75% | Влияние кожных покровов | Рабочая одежда из водоотталкивающего материала |

Таблица 7.10 – Опасные производственные факторы и средства защиты оборудования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Опасности | | Контрольно-измерительные приборы и предохранительные устройства | Средства и способы защиты |
| Локальные | Опасные аварии и Инициаторы отравления |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Компрессорный агрегат | Мт, Эт, Псп, Хо, То | Мр, Пож, | Обратные клапаны,  манометр,термометры, противопожарная, сигнализация, мегомметр | Фв – предохранительный клапан. Хо – противогаз,  АСВ–аппарат сжатого  воздуха; Псп – уборка помещения; Пож – АСПТ –автоматическая система пожаротушения, первичные средства пожаротушения; Сэ, Эт - заземление |
| Конденсатор | Пв, Мт, Хо,То | Фв, Мр | Плоские смотровые окна, мановакууметр, газоанализатор | Пв – защитные ограждения;  Хв – рабочая и аварийная вентиляция, средства сигнализации, приборы контроля, газоанализатор;  Фв – предохранительный клапан |
| Маслоотделитель, маслоохлодитель | Хо, То, Мт,Эт | Хв, Фв, Мр. | Манометр | Мр - гидравлические испытания, предохранительный клапан. Хо - перчатки, противогаз.  1 |
| Линейный ресивер | Псп, Мт, Хо,Псп | Хв, Фв, Мр, Пож | Манометр, указатель уровня, противопожарная, сигнализация, газоанализатор | Мр - гидравлические испытания, Хв -предохранительный клапан,  средства пожаротушения. Хо -перчатки, противогаз. |

Продолжение таблицы 7.10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | | 5 |
| Циркуляцион-ный и дренажный ресивер | Хо, То, Пв, Мт | Хв, Фв, Мр | | Плоские смотровые окна, мановакууметр, газоанализатор | Пв – защитные ограждения;  Хв – рабочая и аварийная вентиляция, средства сигнализации, приборы контроля, газоанализатор;  Фв – предохранительный клапан | |
| Градирня | Эт, Псп, Пв, | Мр, Пож | | Противопожарная сигнализация | Гидравлические испытания, предохранительный клапан.  Перчатки, противогаз.  Средства пожаротушения. | |

Из таблицы 7.11 можно сделать вывод, что значительными опасностями локального характера являются Хо, Мт, Эт. Основными авариями являются Хв, Фв, Мр, Пож.

Для исключения Хв применяются следующие меры. Все сосуды, работающие под давлением проходят испытания на прочность, при этом избыточное давление должно быть: на стороне всасывания 1,6 мПа; на стороне нагнетания 2 мПа. Если сосуд не выдержит, то бракуется.

Безопасность при эксплуатации технологического оборудования должна соответствовать требованиям ГОСТ 23274-84 [12], а технологический процесс по ГОСТ 12.3.002-90 [8] и должно быть безопасно при монтаже, ремонте и эксплуатации, а также должно быть сертифицировано. Для обеспечения необходимой безопасности необходимо проводит разовый контроль замера аммиака, т.к. при утечке аммиака может произойти не только отравление человека, но и взрыв. Разовый контроль замера концентрации аммиака до взрывоопасных значений должен осуществлять механик или начальник цеха, а имеющиеся сигнализаторы должны подавать предупредительный и аварийные сигналы. Сигнализаторы при достижении концентрации аммиака в 50% кроме звуковых и световых сигналов должны включать аварийную вентиляцию и отключать электроэнергию непосредственно в компрессорном цехе, чтобы не только вывести весь рабочий персонал, но и предотвратить взрыв непосредственно в самом компрессорном цехе. В помещении компрессорного цеха вывешивается схема эвакуации, а в самом цехе предусмотрено два эвакуационных выхода согласно СНиП 21-01-97 [26].

Характеристика основного положения электрооборудования компрессорного цеха приведена в таблице 7.11 согласно ПУЭ-07 [31].

Таблица 7.11 – Характеристика взрывозащиты оборудования и степени его защиты

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех, отделение | Класс зоны помещения по взрывопожароопасности | Оборудование, светильники | Категория и группа взрывоопасной смеси | Уровень взрывозащиты | Вид взрывозащиты | Маркировка взрывозащиты | Степень защиты от внешних воздействий |
| Компрессорный цех | 2 | Светильники, анализаторы приборы, приборы КИП | IIA-Т1 | – | – | – | IP-53 |
| Пристенные светильники | – | 2 | d | 1Exid  IIСT4 X. | IP-44 |
| Эл. двигатели вытяжной вентиляции и аварийной | – | 1 | d | 1Exid  IIСT4 X. | IP-44 |
| Эл. двиг КМ и насоса | – | 1 | i | 1Exid  IIСT4 X. | IP-44 |

С учетом категории помещения по взрывоопасности (НПБ 110-03), [29] и класса пожара выбраны средства пожаротушения согласно (НПБ 110-03), [29], которые сведены в таблицу 7.12.

Электробезопасность в производственных условиях обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями. Обеспечение электробезопасности от случайного прикосновения к токоведущим частям достигается следующими техническими способами и средствами, используемыми отдельно или вместе друг с другом — защитные ограждения, безопасное расположение токоведущих частей, изолирование рабочих мест, защитное отключение оборудования, предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

Таблица 7.12 – Характеристика средств пожаротушения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех | Горючее вещество | Класс и подкласс  пожара | Степень огнестойкости здания | Категория помещения  по пожаровзрыво  опасности | Первичные  средства пожаротушения (огнетушители) | | Автоматические  средства пожаротушения | Меры и средства пожаротушения |
| Тип | Кол. |
| Компрессорный | Амиак | C,Е | II  (из несгораемых) | Д | ОП–10 | 3 | Сплинклерная система пожаротушения | Испытание на прочность, внутренний осмотр |
| Камеры  t = -200С  t = 00С | NH3 | С,Е  С,Е | III | Д  В-4 | ОП-5  ОП-5 | 10  7 | Сплинклерная система пожаротушения | испытание на прочность: Рнг=1,5МПа, Рес=1,4Па, внутренний осмотр |

Помещения камер с непосредственным охлаждением могут быть отнесены к категории Д в соответствии с действующими нормами, пожарной безопасности НПБ 105-03 [31], если при принятых технологических и объемно-планировочных проектных решениях концентрация аммиака в воздухе камеры не превысит нижнего предела взрывоопасности при аварийном раскрытии устройства охлаждения или трубопровода. При этом обвязку устройств охлаждения следует предусматривать так, чтобы они были разделены на отдельные технологические блоки с минимальным количеством аммиака, а на жидкостном аммиачном трубопроводе, подающем аммиак в блок, следует предусматривать быстродействующую автоматическую запорную арматуру, срабатывающую при достижении концентрации аммиака в воздухе камеры 60 мг/м3. В каждой камере должен находится порошковый огнетушитель.

Для защиты от прикосновения к токоведущим частям электроустановок используется защитное заземление, применение пониженного напряжения, изоляция токоведущих частей, контроль изоляции, средства защиты, предохранительные приспособления. Напряжение выше 12 В, должно применяться для ручных переносных ламп в особо опасных помещениях.

Электрооборудование в компрессорном цехе подлежит заземлению, сопротивление заземляющего контура должно быть 4 Ом, согласно ПУЭ-07 [31] и в особо опасных помещениях должно проверяться 2 раза в год. При обследовании электрического оборудования должно использоваться СИЗ от поражения электрическим током. Над каждым видом оборудования должны быть вывешены инструкции по безопасной эксплуатации, и пересматриваться один раз в три года начальником цеха или мастером.

В случае прорыва аммиака в результате нарушения герметичности трубопроводов, а также компрессоров, обязательно предусматривается эвакуация обслуживающего персонала из данного помещения. Пути эвакуации должны быть короткими и безприпятственными. Для этого помещение машинного отделения должны иметь два выхода, максимально удаленных друг от друга, из которых один должен выходить наружу. Общая длина пути не более 18 метров. Двери машинного отделения согласно СНиП 21-01-97 [38] должны открываться в сторону выхода. Они не должны выходить непосредственно в производственные помещения или связанные с ними коридоры. Среди мер предотвращающих распространение пожара важное значение имеет применение огнепредупредительных предохранительных мер на технологических коммуникациях, а также в системах вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха.

Для предотвращения возможности возникновения и распространения пламени в помещениях или технологических цехах применяются порошковые огнетушители. Возгорание в начальной стадии может быть потушено с помощью: огнетушителя, резервуара с водой, песоком; багры, ломы и т.д.

Для исключения поражения объекта от атмосферного электричества, предусматриваются молниезащита, требования к которой представлены в таблице 7.14, соглас РД 34.21.122-87 [32] СО 153-34.21.122-2003 [33].

Предусмотрена противопожарная сигнализация, совмещенная с отключением холодильной установки.

В помещении компрессорного цеха вывешивается схема эвакуации, а в самом цехе предусмотрено два эвакуационных выхода согласно СНиП 21-01-97 [26].

В случае возникновения пожара для его локализации организована добровольная пожарная дружина из числа работающих, прошедших инструктаж. Для локализации образовавшегося при выбросе газового облака аммиака и защиты окружающей среды предусмотрена водяная завеса. Снаружи холодильной камеры, в случае нахождения человека в камере, на них должно быть табло «Человек в камере», а внутри должна быть расположена кнопка вызова. В цеху должны быть предусмотрены противогазы на весь состав рабочих.

Таблица 7.14 – Молниезащита зданий, сооружений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район расположения предприятия | Среднегодовая продолжительность гроз, ч/год | Вид объекта и класс взрывоопасных зон | Тип зоны защиты | Категория молниезащиты | Тип молние-защиты |
| Тайшет | 40-60 | В–1б | Б | II | Стержневой |

## 7.4.Чрезвычайные ситуации

При эксплуатации технологического оборудования возможно возникновение короткого замыкания и как следствие появление пожара на объекте. В связи с этим необходимо предусматривать выполнение защитного заземления электрооборудования и произвести расчет выносного защитного заземления.

Как правило, для электроустановок до 1000 в допустимое значение сопротивления R≤4 Ом. Принимаются: вид заземлителя- труба, его размеры длина – 0,5 м, диаметр-0,01м, и глубина заложения в грунт. Расчет системы заземляющего устройства сводится к определению величин, обеспечивающих допустимое значение сопротивления.

Расчетное значение глубины заложения электрода определяется:

**t=h+*l/*2=0,5+0,5/2=0,75м** (7.2)

где h- глубина заложения полосы;

*l*- длина электрода.

Удельное электрическое сопротивление грунта « p « зависит от его состава, плотности, влажности и температуры и точно может быть определено только путем измерения. На него значение сильно влияет промерзание зимой, пересыхание в летнее время. Поэтому в формулы введено значение « pрасч «, которое определяется :

**pрасч=p\*к=**3000\*1.2=3600000Ом\*см(7.3)

где К- повышающий коэффициент или коэффициент сезонности, для труб К=1.2, для полосы К=1,5

При растекании тока в землю через заземлители, соединенных в контур, наблюдается их взаимное экранирование. Сопротивление заземлителя увеличивается. Таким образом, сопротивление одиночного заземлителя будет:

**R3=Rтр/η3** (7.4)

где **η3**- коэффициент использования заземлителя, **η3**=0,5.

**Rтр= 0,366\* pрасч / *l\**** ( ***lg(2\* l/d)+1/2\* lg(4\*t + l )/( 4\*t - l ))=*** (7.5)

0,336\*3600000 /0,5\*(*lg(2\* 0,5/1)+1/2****\**** *lg(4\*75 +50 )/( 4\*75 –50))= 28 Ом*

R3 = Rтр / 0,5 Ом

Число заземлителей определяется по формуле:

N= **R3** / **Rдоп**  = 70 / 4= 17 шт и округляется в большую сторону

Для соединения заземлителей применяют полосовую сталь, длину полосы определяют исходя из учета протяженности заземляющего контура.

**L=**  80 метров

Сопротивление соединительной полосы так же будет выше за счет экранирования ее заземлителями

**Rпол** =**0,366\* pрасч /L*\**** ( ***lg(2\*L2/4)= 35Ом*** (7.6)

Сопротивление заземляющего устройства определяется по формуле**:**

**Rзу= Rтр\* Rпол /( η3\*** N\***Rпол**  + **Rпол\*** **ηпол)= 3,4 Ом** (7.7)

**Rзу≤ Rдоп**

Таким образом, в разделе «Безопасность в производственных условиях» определены условия труда, установлены классы помещений по характеру окружающей среды и опасности поражения электрическим током, проведен анализ потенциальных опасностей и вредностей холодильной установки, приведены меры электробезопасности и взрывобезопасности, произведен расчет защитного заземления.

**8. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**8.1. Расчет годовой выработки холода**

Исходными данными для определения годовой выработки холо­да является нагрузка на компрессоры по каждой температуре кипения, полученная при расчете теплопритоков.

Расчет суммарной рабочей холодопроизводительности компрес­соров в стандартном режиме представлен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Расчет общей потребности холода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура кипения, °С | Удельный вес холода по температурам кипения, кВт | Расход холода по температу­рам кипения, тыс. ст. ккал/час | Коэффициент перевода в стандартные условия | Расход хо­лода, тыс. ст. ккал |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| -40 | 86,53 | 74,34 | 2,90 | 215,6 |
| -30 | 212,8 | 182,8 | 1,80 | 329,1 |
| -10 | 138,39 | 118,9 | 0,78 | 92,7 |
| Итого: |  | | | 637,45 |

Годовую выработку холода определяют по формуле:

 (8.1)

где ∑Q0ст - суммарная рабочая холодопроизводительность компрессоров в стандартном режиме;

Т- количество часов работы компрессора;

β -коэффициент использования рабочего времени.

Для оборудования малой производительности (холодильные ус­тановки для торговой сети) рекомендуется принимать В=0,4-0,6; для ус­тановок средней производительности B=0,75-0,85; для холодильных ус­тановок, регулирование температуры которых осуществляется други­ми методами B=0,85-0,92,

тыс.ст.ккал

**8.2. Расчет капитальных вложений**

Холодильное оборудование применяемое на данной холодильной установке занесено в таблицу 8.2.

Исходя из этих данных, стоимость приобретенного оборудования С , руб , определяем по формуле

С=Ц· (1+К1+К2+К3), (8.2)

где Ц- затраты на приобретение оборудования, руб;

К1- коэффициент, учитывающий транспортно - заготовительные

расходы, 0,05; [3,7].

К2- коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку

оборудования, 0,05; [3,7].

К3 -коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы и устройство фундаментов оборудования, 0,05; [3,7].

Таблица 8.2 - Затраты на приобретение оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | | Наименование  оборудования, марка | Характеристика оборудования | | Стоимость  единицы, руб. | | Общая  стоимость,  руб. | | Коли-  чество | | |
| 1 | | 2 | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | |
| 1 | | Компрессор  SAB 110SM | Q0=45 кВт  Nэ=44 кВт | | 330000 | | 330000 | | 1 | | |
| 2 | | Компрессор  SAB 151E | Q0=568 кВт  Nэ=55 кВт | | 1408000 | | 2816000 | | 2 | | |
| 3 | | Компрессор  SAB 120L | Q0=200 кВт  Nэ=75 кВт | | 516000 | | 1032000 | | 2 | | |
| 4 | | Ресивер линейный  РЛД 1,25 | V=1,25 м3 | | 170000 | | 170000 | | 1 | | |
| 5 | | Ресивер дренажный  0,75РД | V=0,75 м3 | | 130000 | | 130000 | | 1 | | |
| 6 | | Конденсатор водяной  АК 640 | F=94,8 м2 | | 420000 | | 840000 | | 2 | | |
| 7 | | Маслоотделитель  100МА | V=0,173 м3 | | 150000 | | 150000 | | 1 | | |
| 8 | | Маслосборник  60МЗС | V=0,07 м3 | | 50000 | | 50000 | | 1 | | |
| 9 | | Промсосуд  40ПСЗ | V=0,22 м3 | | 120000 | | 240000 | | 2 | | |
| 10 | Воздухоохладитель IADHN 051 C310 | | | F=110 м2  Nэ=1,5 кВт | | 160000 | | 1600000 | | 10 |
| 11 | Воздухоохладитель IADHN 066 D17 | | | F=108,6 м2  Nэ=0,5 кВт | | 145000 | | 435000 | | 3 |
| 12 | Воздухоохладитель IADHN 046 C17 | | | F=40,7 м2  Nэ=0,36 кВт | | 100000 | | 400000 | | 4 |
| 13 | Воздухоохладитель IADHN 081C312 | | | F=300 м2  Nэ=1,08 кВт | | 138000 | | 276000 | | 2 |
| 14 | Воздухоохладитель IADHN 066 D312 | | | F=400 м2  Nэ=1,08 кВт | | 156000 | | 312000 | | 2 |

Продолжение таблицы 8.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 15 | Воздухоохладитель IADHN 051 C210 | F=73,3 м2  Nэ=1 кВт | 123000 | 984000 | | 8 |
| 16 | Насос водяной  К 65-50-160 | Nэ=5,5 кВт | 21000 | 63000 | | 3 |
| 17 | Насос аммиачный  ЦНГ-70М-1 | V=8 м3/ч,  Nэ=2,8 кВт | 128000 | 768000 | | 6 |
| 18 | Градирня ГРАД-16 | Nэ=1,1 кВт | 100000 | 100000 | | 1 |
| 19 | Воздухоотделитель  АВ-4 | V=0,0022 м3 | 10500 | 10500 | | 1 |
| 20 | Ресивер циркуляционо-защитный РКЦ-1,25 | V=1250 л | 170000 | 510000 | | 3 |
| 21 | Итого | ƩNэ=369,66 |  | 15226000 | | 55 |

С=15226000·(1+0,05+0,05+0,05) =17509900

Капитальные вложения в основные и оборотные фонды компрессорного цеха Ктр, руб, определяются по формуле

** (8.3)

где Коб – капитальные вложения в холодильное оборудование, руб;

Кзд – то же в здания, руб;

Кинв – то же в инвентарь, руб;

К3 – то же в запасные части, руб;

Км – то же в запасные материалы.

Капитальные вложения в холодильное оборудование Коб, руб, определяют как сумму вложений по отдельным видам оборудования по формуле

 (8.4)

где С – стоимость приобретенного оборудования, руб;

Ктруб – капитальные вложения в трубопроводы (15-20%), руб;

Ккип – то же в КИП (20%), руб;

Кпр – то же в прочее неучтенное оборудование (5%), руб.

**

Стоимость зданий производственного назначения Кзд, руб, рассчитывают исходя из себестоимости 1 м² по формуле

 (8.5)

где F – площадь компрессорного цеха, м²

Ц – стоимость 1 м² производственного здания, руб.



Капитальные вложения в запасные материалы, инвентарь и запасные части принимаются равными 2 – 3% от стоимости оборудования.

Удельные капитальные вложения Куд, руб/тыс.ст.ккал, определяются по формуле

 (8.6)

Ктр =24513860+8100000+3·350198 = 33664454

Куд=33664454 /4058889,06 = 8,29

**8.3 Расчет текущих годовых затрат**

Себестоимость выработки холода определяют по формуле:



где Sм - затраты на сырье, руб./год;

Sв - затраты на воду, руб./год;

Sэ — затраты на электроэнергию, руб./год;

Sзп- заработная плата производственных рабочих, руб./год;

Sрцех - цеховые расходы, связанные с обслуживанием компрессорного цеха, руб./год.

**8.3.1 Затраты на сырье и материалы**

Стоимость смазочного масла С , руб , определяем по формуле

См = М · Ц , (8.7)

где М - годовой расход смазочного масла , кг/год ;

Ц – стоимость 1 кг масла (52,2 руб).

Годовой расход смазочного масла М , кг/год , определяем по формуле

М = qм ·T ·( 1- Кмо ) · β, (8.8)

где qм – величина уноса масла в компрессоре, кг/ч;

T- число часов работы компрессора в год ;

Кмо – коэффициент маслоотделения ;

β - коэффициент использования рабочего времени .

М = 0,130·8760· ( 1 – 0,6 )·0,85 = 387,2;

Годовую стоимость смазочного масла См, руб/год, рассчитывают по формуле

См= М·Ц , (8.9)

где М – годовая потребность в смазочном масле, кг/год;

Ц – стоимость 1 кг смазочного масла, руб.

См = 387,2·52,2·5 = 101057.

Годовую стоимость аммиака Са, руб/год, определяют по формуле:

, (8.10)

где ∑Q0 – суммарная рабочая холодопроизводительность компрессоров;

N – годовой расход аммиака для пополнения системы;

Ц – стоимость 1 кг аммиака, руб.(18руб/кг)



Затраты на сырье, С, руб/год, определяют по формуле

 (8.11)

Sм = 101057 + 41210,316 = 142267,428

**8.3.2 Расчет затрат на воду**

Расчет воды на охлаждение компрессоров и конденсаторов учитывается при использовании воды из городского водопровода. Годовой расход воды, подаваемой на охлаждающие устройства, определяем по формуле :

Gв = qв ·Qгод ; (8.12)

где qв – удельная норма расхода воды ;

Qгод – годовая выработка холода ;

Gв = 0,02·4058889,06 =81177,78

Стоимость потребляемой воды определяем по формуле :

Sв = Gв · Ц ; (8.13)

Sв = 81177,78·46,18·0,01 = 37487,9

**8.3.3 Расчет затрат на электроэнергию**

Годовой расход электроэнергии Nгод, кВт, рассчитывают по формуле 8.14:

 (8.14)

где Ni – суммарная установленная мощность электродвигателей холодильного оборудования, кВт;

К1 – коэффициент загрузки электродвигателей по времени работы

холодильной машины;(0,6-0,7)

К2−коэффициент загрузки электродвигателей по мощности

холодильной машины;(0,7-0,8)

К3 – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети;(1,04-1,08)

Т – время работы электродвигателей,час.



Стоимость электроэнергии Sэ/э, руб, определяется по формуле

 (8.15)

 =5110426·4,27=21821519,02

**8.4 Расчёт цеховых расходов**

8.4.1Годовой фонд оплаты труда рабочих энергоцеха

Годовой фонд оплаты труда рабочих энергоцеха Фгод, руб/год, рассчитывают по формуле 8.16

 (8.16)

где М – месячный фонд заработной платы, руб.;

Д1–коэффициент, учитывающий размер дополнительной зарплаты на основные и дополнительные отпуска (1,1);

Д2 – коэффициент, учитывающий премии;(1,2);

Д3 – районный коэффициент.(для г. Тайшет 1,3);

Фгод= 131500·11·1,1·1,2·1,3= 2482194

Штат энергоцеха приведен в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Месячный фонд оплаты труда по энергоцеху.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование должностей и категорий работников | Количество  работников | Месячный оклад  одного работника, руб | Итого по каждой категории |
| Начальник цеха | 1 | 17000 | 17000 |
| Слесарь - монтер | 2 | 8000 | 16000 |
| Дежурный слесарь | 4 | 8000 | 32000 |
| Слесарь - электрик | 2 | 9000 | 18000 |
| Слесарь - ремонтник | 2 | 10000 | 20000 |
| Аккумуляторщик | 3 | 9500 | 28500 |
| Всего | 14 |  | 131500 |

Страховые взносы в размере 34,2% от годового фонда оплаты труда:



Цеховые расходы по энергоцеху условно принимаем 10% от годового фонда оплаты труда:



Калькуляция себестоимости 1 кВт/ч силовой электроэнергии приведена в таблице 8.4

Таблица 8.4 - Калькуляция себестоимости электроэнергии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей | Сумма на все количество, руб | Сумма на 1 кВт,руб |
| 1 Электроэнергия | 21821519,02 | 4,27 |
| 2 Основная заработная плата | 2482194 | 0,49 |
| 3 Страховые взносы | 848910,348 | 0,17 |
| 4 Цеховые расходы | 248219,4 | 0,05 |
| Итого: Цеховая себестоимость | 25400842,77 | 4,97 |

**8.5 Расчет годового фонда оплаты труда производственных рабочих компрессорного цеха**

Штат компрессорного цеха приведен в таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Месячный фонд оплаты труда по компрессорному цеху

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование должностей и категорий работников | Количество работников | Месячный оклад одного работника, руб | Итого по каждой профессии |
| Машинист | 3 | 10000 | 30000 |
| Слесарь ремонтник | 3 | 11000 | 33000 |
| Итого: | 6 | 21000 | 63000 |





Штат цехового персонала приведен в таблице 8.6.

Таблица 8.6 - Месячный фонд оплаты труда цехового персонала

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование должностей и категорий работников | Количество работников | Месячный оклад одного работника, руб | Итого по каждой профессии |
| Начальник цеха | 1 | 17000 | 17000 |
| Сменный механик | 2 | 10000 | 20000 |
| Уборщица | 1 | 5000 | 5000 |
| Всего: | 4 | 32000 | 42000 |





Амортизация основных производственных фондов : зданий 2,5% от *Кзд*, оборудования 10% от *Коб*



Текущий ремонт 5,5 % от стоимости основных фондов



Содержание зданий, сооружений, оборудования, инвентаря до 1,5 %



Расходы по охране труда на человека



Цеховые расходы определяют суммированием всех статей.



Прочие расходы до 0,5 % от суммы цеховых расходов



**8.6. Расчет цеховой себестоимости холода**

Результаты расчетов себестоимости холода сведены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 - Калькуляция себестоимости холода

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей | Сумма | |
| На всю выработку,  руб | На тыс. ст. ккал, руб |
| 1 Сырье и основные материалы | 142267,428 | 0,04 |
| 2 Вода производственная | 37487,9 | 0,01 |
| 3 Электроэнергия силовая | 25400842,77 | 6,26 |
| 4 З/п производственных рабочих | 1189188 | 0,29 |
| 5 СВ | 406702,296 | 0,10 |
| 6 Цеховые расходы | 5651252,29 | 1,39 |
| ИТОГО: | 32827740,68 | 8,09 |

**ЛИТЕРАТУРА**

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

1985.

1. Гоголин А.А. и др. Проектирование холодильных сооружений. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
2. ГОСТ 12.03.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12.2.003-75. Оборудование производственное. Требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.3.002-90. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения безопасности труда.
7. ГОСТ 12.0.003–91. Вредные и опасные производственные факторы. Классификация.
8. Комарова Н.А. «Холодильные установки»: Учебное пособие. Часть І (Книга 1).Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2004. – 125с.
9. Комарова Н.А. «Холодильные установки»: Учебное пособие. Часть І (Книга 2).Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2006. – 120с.
10. Крылов Ю.С., Пирог П.И., Васютович В.В. и др. Проектирование холодильников. – М.: Пищевая промышленность, 1972.
11. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки. – Л.: Машиностроение, 1980.
12. НПБ 166-97.Пожарная техника. Огнетушители.
13. Методическое указание по выполнению курсовой работы для студентов специальности 101700 «Холодильные, криогенные установки и системы кондиционирования» всех форм обучения. Составил:. Кирюхина А.Н.
14. Методические указания по проектированию электрической части дипломного проекта. Составил: Носов К.Б., Бурцев Ю.В.
15. ПУЭ-2001 Правила устройство электроустановок.
16. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений – М.: Энергоатомиздат, 1989. 56 с
17. Рогов И.А., Бабакин Б.С., Выгодин В.А. «Электрофизические методы в холодильной технологии»: – М. Колос. 1996г. – 336с.
18. 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.
19. Скорикова Ю.Г. Хранение овощей и плодов до переработки. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1987. – 200с.
20. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
21. СП2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
22. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания.
23. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
24. СН 245-71.Проектирование промышленных предприятий.
25. СНиП 2.01.02-85.Противопожарные нормы.
26. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
27. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
28. Хранение и переработка овощей и фруктов.-х 90 М.: Моск. Рабочий, 1988.-254с.
29. Чумак И.Г., Чепуренко В.П. и др. Холодильные установки. – М.: Агропромиздат, 1991
30. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей.- 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1989. -320 с., ил.
31. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М.: Агропромиздат, 1989.