ВВЕДЕНИЕ

Холодильники – это сооружения, предназначенные для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся продуктов. В помещениях (камерах) холодильника поддерживаются постоянные довольно низкие температуры (+12 – - 40°С) при большой относительной влажности (85 – 95%). К помещениям холодильника предъявляются повышенные санитарные требования.

Обязательным условием сохранения пищевых продуктов высокого качества является создание непрерывной холодильной цепи, которая обеспечивает воздействие на пищевые продукты низких температур на протяжении всего времени с момента производства или заготовки продукта до момента его потребления.

Холодильники, расположенные в различных районах страны, являются звеньями непрерывной холодильной цепи, а связь между ними осуществляется холодильным транспортом.

Холодильные машины выпускают преимущественно в виде автоматизированных агрегатов. Большое внимание уделяют конструированию и изготовлению малых автоматизированных холодильных машин.

Малые холодильные машины получили широкое распространение в торговле и общественном питании (холодильные шкафы, камеры, прилавки, витрины, охлаждаемые торговые автоматы), в быту (холодильники, кондиционеры), на транспорте, в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях народного хозяйства. В торговле и общественном питании страны общее количество малых холодильных установок превышает 2 млн. единиц. В быту используются десятки миллионов холодильников.

Для сохранения и переработки всевозрастающего количества пищевых продуктов необходимо увеличивать объемы и повышать темпы строительства холодильников и холодильного оборудования, а также технически совершенствовать существующие холодильные предприятия.

В мясной, птицеперерабатывающей, рыбной и плодоовощной промышленности охлаждают, замораживают и хранят продукты при невысоких температурах; в молочной промышленности холод используют при охлаждении и хранении молока, масла и молочных продуктов, а также при созревании сыра и его хранении, в кондитерском производстве охлаждают сырье и готовую продукцию. Холод применяют также при ведении технологических процессов в пивоварении и виноделии. Чтобы сохранить качество продуктов на пути от производства к потребителю во всех странах, в том числе и в РФ, создана и действует непрерывная холодильная цепь. Непрерывной она должна быть потому, что более того при одноразовом и кратковременном повышении температуры скоропортящегося продукта происходит снижение качества настолько, что в дальнейшем его восстановление становится невозможным. Непрерывная холодильная цепь - это совокупность средств холодильной техники и технологии, обеспечивающих необходимый охлаждающий режим на всем пути движения скоропортящихся продуктов.

Применение холодильных установок с компьютерным управлением на производстве – повышает эффективность производства, обеспечивает надёжный контроль температуры, тем самым надёжно сохраняя сырьё и обеспечивая минимальные его потери.

Осуществление в перспективе широкой программы строительства холодильников неразрывно связано с улучшением их географического размещения по экономическим районам, в частности со значительным увеличением хладообеспеченности Восточных районов России, республик Средней Азии, Казахстана, Молдавии, ряда автономных республик и областей Поволжья, Северного Кавказа и отдельных областей Донецко-Приднепровского и Юго-Западного экономических районов.

Задачей настоящего дипломного проекта является разработка холодильной установки рыбзавода производительностью 175 тонн в сутки в городе Южно- Сахалинск.

1. ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Южно-Сахалинск – город на Дальнем Востоке России. Административный центр Сахалинской области.

Население города – 193 669 чел. (на январь 2016г.). Шестой по величине город на Дальнем Востоке после Владивостока (606 653 чел.), Хабаровска (611 160 чел.), Якутска (303 836 чел.), Комсомольска-на-Амуре (251 283 чел.) и Благовещенска (224 335 чел.) – гораздо более старых городов Дальнего Востока.

Город Южно-Сахалинск приравнен к районам Крайнего Севера.

Город расположен в юго-восточной части острова Сахалин в сейсмоопасном районе. Достаточно высока вероятность сильных землетрясений. В настоящее время строительство осуществляется с применением специальных технологий, позволяющим зданиям выдерживать землетрясения до 8 баллов по шкале MSK-64.

Южно-Сахалинск, как и весь остров Сахалин, входит в зону муссонов умеренных широт. Среднегодовая температура составляет +2,6 °С. Самым холодным месяцем является январь со среднесуточной температурой -12,2 °C, самым тёплым – август со среднесуточной температурой +22 °C.

Абсолютный минимум температуры воздуха -36 °C пришёлся на январь 1961 года. Максимальная температура воздуха отмечалась 9 августа 1999 года и составила +35 °.

В городе находится самая большая ТЭЦ всей области: Южно-Сахалинская ТЭЦ-1, на которой были построены и введены в эксплуатацию 2 новых энергоблока, работающие на газе. Электрическая мощность ТЭЦ в данный момент составляет 455 МВт, а тепловая 650 Гкал/час, планируется увеличить мощность с постройкой двух новых энергоблоков вдвое.

Первая железная дорога появилась в городе в 1906 году. На данный момент поезда ходят до пос. Ноглики, г. Поронайск, г. Корсаков.

С городами России Южно-Сахалинск связан воздушным сообщением. Аэропорт «Южно-Сахалинск», является международным аэропортом, так как он связан рейсами не только со всей Россией, но и с городами Азиатско-тихоокеанского региона. Рейсы выполняются в Москву, Благовещенск, Хабаровск, Владивосток. В зарубежные города: Токио, Сеул, Саппоро, Пекин, Шанхай, Харбин, Пхукет.

Город расположен на реке Сусуя, в 25 км от Охотского моря.

Производственные холодильники используют в технологических процессах пищевой промышленности. Их функция – охлаждение, замораживание и кратковременное хранение сырья и готовой продукции. Производственные холодильники характеризуются большой производительностью устройств для холодильной обработки при относительно небольшой вместимости помещений для хранения продуктов.

В настоящем проекте представлен холодильник рыбозавода, т. к. город расположен близко к морям и продолжительность транспортировки до термической обработки должна быть минимальной.

Предполагается, что необходимые температурные режимы в камерах холодильника будут поддерживаться с помощью аммиачной насосно-циркуляционной системы непосредственного охлаждения холодильного агента. Применение насоса и циркуляционного ресивера усиливает циркуляцию жидкого холодильного агента, что повышает эффект саморегулирования подачи, увеличивает значение коэффициента теплопередачи, равномерное распределение хладагента по приборам охлаждения.

Предполагаемая система охлаждения данного проекта позволит снизить эксплуатационные и энергетические затраты.

В проекте предполагается получить дополнительный эффект за счет установки винтовых маслозаполненных компрессоров. Они имеют следующие преимущества по сравнению с поршневыми: отсутствие клапанов, поршневых колец, отсутствие сопрягаемых быстроизнашивающихся деталей, исключается гидроудар. Благодаря этому увеличивается срок службы компрессора.

В проектируемой установке применим воздухоохладители. Воздухоохладители установлены в камерах хранения замороженных продуктов, камерах хранения охлажденных продуктов, камерах расположения льдогенератора, скороморозильного аппарата, накопителе и экспедиции. Воздухоохладители характерны интенсивной циркуляцией воздуха.

В проектируемой установке предполагается применить испарительный конденсатор, который будет располагаться вне компрессорного цеха данного предприятия.

В систему воздухоотделения предполагается включить аппарат с периодическим процессом удаления воздуха Grasso Purger.

2 КОНСТРУКТОРСКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Расчет и выбор планировки холодильника

Проектируемый холодильник предназначается для переработки и хранения рыбы в замороженном виде, охлажденном виде, консервов и пресервов с заданной производительностью Gсут.=175 т/сут в городе Южно-Сахалинске.

Холодильник будет иметь железобетонные колонны и металлические балки, стены и перегородки будут выполнены из «сэндвич»- панелей (материал утеплителя панелей пенополистерол) [7]. Холодильник будет одноэтажным, строительная высота равна 6 метрам, сетка колонн 12х6.

Основную площадь холодильника занимают камеры хранения замороженной продукции – 75%, камеры хранения охлажденной продукции – 25%, камеры замораживания – 1%, от вместимости камер хранения замороженной продукции.

Общую вместимость камер холодильника, , т., определяем по формуле 2.1 [1]:

, (2.1)

.

Вместимость камер хранения замороженной продукции, , т., определяем по формуле 2.2 [1]:

, (2.2)

.

Вместимость камер хранения охлажденной продукции, , т., определяем по формуле 2.3 [1]:

, (2.3)

.

Производительность камер замораживания, , т/сут., определяем по формуле 2.4 [1]:

, (2.4)

.

Производительность льдогенераторных камер, , т/сут., определяем по формуле 2.5 [1]:

, (2.5)

.

Грузовой объем камер хранения замороженной продукции, , м3, определяем по формуле 2.6 [1]:

, (2.6)

где qv.пом. – норма загрузки единицы объема охлаждаемого помещения, т/м3. Для рыбы qv.пом. = 0,6 т/м3;

.

Грузовую площадь камер хранения замороженной продукции, , м2, определяем по формуле 2.7 [1]:

, (2.7)

где hгр. – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м. Принимаем hгр. = 5м;

.

Строительную площадь камер хранения замороженной продукции, , м2, определяем по формуле 2.8 [1]:

, (2.8)

где βF – коэффициент использования площади. Для камер хранения замороженной рыбы βF = 0,8 [1];

.

Число строительных четырехугольников камер хранения замороженной продукции, nхр.зам., определяем по формуле 2.9 [1]:

, (2.9)

где f – строительная площадь одного четырехугольника при принятой сетке колонн. F = 72 м2;

.

Принимаем nхр.зам.=24.

Грузовой объем камер хранения охлажденной продукции, , м3, определяем по формуле 2.10 [1]:

, (2.10)

где qv.пом. – норма загрузки единицы объема охлаждаемого помещения, т/м3. Для рыбы qv.пом. = 0,6 т/м3;

.

Грузовую площадь камер хранения охлажденной продукции, , м2, определяем по формуле 2.11 [1]:

, (2.11)

где hгр. – грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м. Принимаем hгр. = 5м;

.

Строительную площадь камер хранения охлажденной продукции, , м2, определяем по формуле 2.12 [1]:

, (2.12)

где βF – коэффициент использования площади. Для камер хранения охлажденной рыбы βF = 0,75 [1];

.

Число строительных четырехугольников камер хранения охлажденной продукции, nхр.охл., определяем по формуле 2.13 [1]:

, (2.13)

где f – строительная площадь одного четырехугольника при принятой сетке колонн. F = 72 м2;

.

Принимаем nхр.охл.=9.

Строительную площадь камер замораживания, , м2, определяем по формуле 2.14 [1]:

 , м2, (2.14)

где τ – время термической обработки, ч. Для рыбы τ = 5ч [1];

qF– норма загрузки 1 м2 площади камеры, т/м2. Для продуктов, хранящихся на стеллажах qF = 0,3т/м2 [1].

.

Число строительных четырехугольников камер хранения охлажденной продукции, nзам., определяем по формуле 2.15 [1]:

, (2.15)

где f – строительная площадь одного четырехугольника при принятой сетке колонн. F = 72 м2;

.

Принимаем nхр.охл.=1,5.

Количество поступающего груза, Gпост., т/сут, определяем по формуле 2.16 [1]:

, (2.16)

где В – оборачиваемость. Для рыбозавода В = 12 [1];

mпост. – коэффициент неравномерности поступления грузов. Принимаем 1,5 [1];

.

Количество выпускаемого груза, Gвып., т/сут, определяем по формуле 2.17 [1]:

, (2.17)

mвып. – коэффициент неравномерности выпуска грузов. Принимаем 1,1 [1].

.

Суточное поступление и выпуск грузов автотранспортом, Gавто., т/сут, определяем по формуле 2.18 [1]:

, (2.18)

где m, n – доля поступления и выпуска грузов автотранспортом;

.

Число автомобилей, которые должны прибыть за сутки, nавто, определяем по формуле 2.19 [1]:

, (2.19)

где qавто – грузоподъемность автомобиля, т. Принимаем qавто = 3т;

ηисп. – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля. Принимаем ηисп = 0,6 [1];

.

Длину автомобильной платформы, Lавто, м, определяем по формуле 2.20 [1]:

, (2.20)

где bавто – ширина кузова автомобиля с учетом расстояния между автомобилями, м. Принимаем bавто = 4м;

Ѱсм – доля общего числа автомобилей, прибывающих в течении первой смены. Принимаем ѱсм = 1 [1];

τавто – время загрузки или выгрузки одного автомобиля, ч. Принимаем τавто = 0,75ч [1];

mавто – коэффициент неравномерности поступления автомобилей. Принимаем mавто = 1 [1];

.

Принимаем Lавто=48м.

Суточное поступление и выпуск грузов железнодорожным транспортом , Gж/д., т/сут, определяем по формуле 2.21 [1]:

, (2.21)

.

Число железнодорожных вагонов, подаваемое за сутки к платформе холодильника, nваг., определяем по формуле 2.22 [1]:

, (2.22)

где qваг.– грузоподъемность вагона, т. Принимаем qваг. = 50т [5];

ηисп – коэффициент использования грузоподъемности вагона. Принимаем ηисп = 0,75 [1];

.

Длину железнодорожной платформы, Lавто, м, определяем по формуле 2.23 [1]:

, (2.23)

где lваг. – длина вагона, м. Принимаем lваг = 22,16 м [5];

mваг. – коэффициент неравномерности подачи вагонов к платформе. Принимаем mваг. = 1;

П – число подач вагонов в сутки. Принимаем П = 4 [1].

 м.

Принимаем Lж/д=48м.

Планировка холодильника представлена на рисунке 2.1.

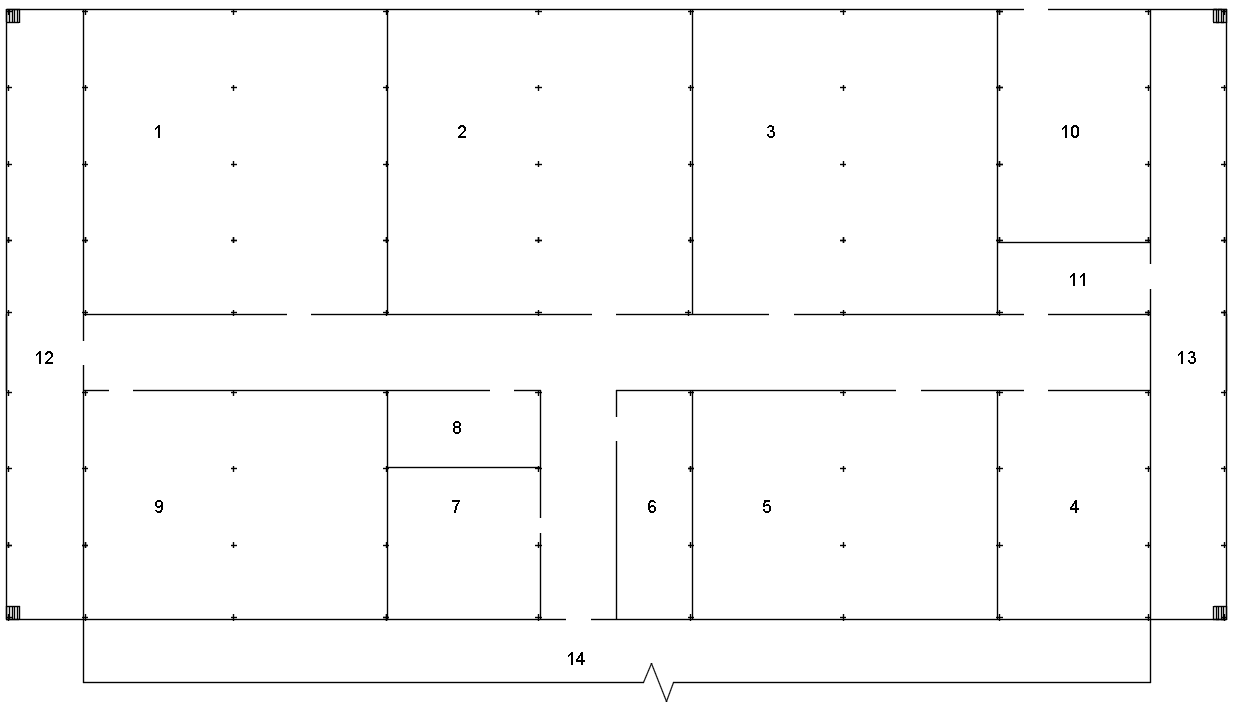


Рисунок 2.1 – Планировка холодильника

1, 2, 3 – камеры хранения замороженной продукции; 4, 5 – камеры хранения охлажденной продукции; 6 – камера со скороморозильным аппаратом; 7 – накопитель; 8 – камера с льдогенератором; 9 – экспедиция; 10 – компрессорный цех; 11 – электрощитовая; 12 – ж/д плат-форма; 13 – автоплатформа; 14 – цех.

2.2 Расчет теплоизоляции охлаждаемых помещений

Проектирование теплоизоляционных материалов сводится к выбору материалов, входящих в ограждения, и расчету теплоизоляционного слоя.

Холодильник будет состоять из металлического каркаса, на котором будут смонтированы пенополистирольные «сэндвич» - панели, которые будут служить стенами, перегородками и покрытием. Пол будет утеплен пеноплексом. Грунт обогревается только в камерах хранения замороженной рыбы.

Теплоизоляционные конструкции показаны на рисунке 2.2.

Стеновая сэндвич-панель состоит из 2-хлистов стальных оцинкованных (1, 3) и слоя теплоизоляции (2).Кровельная сэндвич-панель состоит из 2-хлистов стальных оцинкованных (1, 3) и слоя теплоизоляции (2). Пол охлаждаемых помещений состоит из монолитного бетонного покрытия (1), армобетонной стяжки (2), пароизоляции (3), плитной теплоизоляции (4), цементно-песчаного раствора (5), уплотненного песка (6) и бетонной подготовки с электронагревателями (6).

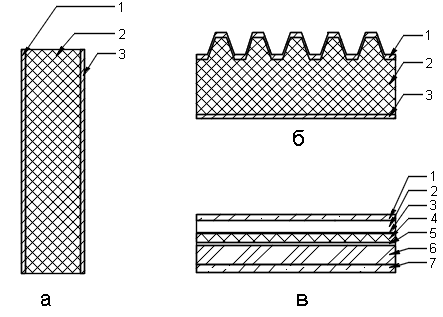


Рисунок 2.2 – теплоизоляционные конструкции

а – стеновая сэндвич-панель, б – кровельная сэндвич-панель, в – пол.

Рассчитаем толщину теплоизоляционного слоя в камере №5.

Толщину теплоизоляционного слоя, δиз, м, определяем по формуле 2.24 [1]:

, (2.24)

где λиз – коэффициент теплопроводности изоляционного слоя ограждения, Вт/(м·К). Для стен, перегородок и потолка λиз = 0,04 Вт/(м·К) [7], для пола λиз = 0,032 Вт/(м·К) [7];

R0 – сопротивление теплопередачи многослойной ограждающей конструкции,м2·К/Вт;

αн– коэффициент теплоотдачи с наружной или более теплой стороны, м2·К/Вт;

δi/λi– сопротивление теплопроводности i-ого слоя ограждающей конструкции, Вт/(м·К);

αвн– коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждения, м2·К/Вт;

.

.

.

,.

.

.

Принимаем стандартную толщину для каждой ограждающей конструкции δиз.-коридор= 0,1м; δиз.-цех = 0,12м; δиз.-зам= 0,08м; δиз.кам.4 = 0,06м; δиз.-покр. = 0,12м; δиз.-пол= 0,02м [7].

Поскольку принятая толщина теплоизоляции отличается от требуемой, то действительное значение коэффициента теплопередачи, Rд, Вт/(м2·К), определяем по формуле 2.25 [1]:

. (2.25)

Коэффициенты теплоотдачи и сопротивление теплопередачи, а также итоги расчетов теплоизоляции и действительного сопротивления теплопередачи приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Итоги расчетов теплоизоляции

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Ограждающая конструкция | αн, | αвн, | R0, | δиз, м | δиз.д, м | Rд, |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | стена наружняя северная | 23 | 9 | 4,7 | 0,182 | 0,2 | 5,15 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 4,7 | 0,179 | 0,18 | 4,74 |
| стена наружняя западная | 23 | 9 | 4,7 | 0,182 | 0,2 | 5,15 |
| перегородка с кам. 2 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| Покрытие | 23 | 9 | 5 | 0,194 | 0,2 | 5,15 |
| Пол | 23 | 9 | 6 | 0,107 | 0,12 | 5,66 |
| 2 | стена наружняя северная | 23 | 9 | 4,7 | 0,182 | 0,2 | 5,15 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 4,7 | 0,179 | 0,18 | 4,74 |
| перегородка с кам. 1 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| перегородка с кам. 3 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| Покрытие | 23 | 9 | 5 | 0,194 | 0,2 | 5,15 |
| Пол | 23 | 9 | 6 | 0,107 | 0,12 | 5,66 |
| 3 | стена наружняя северная | 23 | 9 | 4,7 | 0,182 | 0,2 | 5,15 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 4,7 | 0,179 | 0,18 | 4,74 |
| перегородка с кам. 2 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| перегородка с компрессорным цехом и элуктрощптовой | 8 | 9 | 4,7 | 0,179 | 0,18 | 4,74 |

Продолжение таблицы 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | Покрытие | 23 | 9 | 5 | 0,194 | 0,2 | 5,15 |
| Пол | 23 | 9 | 6 | 0,107 | 0,12 | 5,66 |
| 4 | стена в коридор | 8 | 9 | 2,4 | 0,087 | 0,1 | 2,74 |
| перегородка с цехом | 9 | 9 | 2,9 | 0,107 | 0,12 | 3,22 |
| перегородка с кам. 5 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| стена наружняя восточная | 23 | 9 | 2,4 | 0,090 | 0,1 | 2,65 |
| Покрытие | 23 | 9 | 2,8 | 0,106 | 0,12 | 3,15 |
| Пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |
| 5 | стена в коридор | 8 | 9 | 2,4 | 0,087 | 0,1 | 2,74 |
| перегородка с цехом | 9 | 9 | 2,9 | 0,107 | 0,12 | 3,22 |
| перегородка со скорозаморозкой | 9 | 9 | 2,1 | 0,075 | 0,08 | 2,22 |
| перегородка с кам. 4 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| Покрытие | 23 | 9 | 2,8 | 0,106 | 0,12 | 3,15 |
| Пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |
| 6 | стена в коридор | 8 | 9 | 2,2 | 0,079 | 0,08 | 2,24 |
| перегородка с цехом | 9 | 9 | 2,3 | 0,083 | 0,1 | 2,72 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 2,2 | 0,079 | 0,08 | 2,24 |
| перегородка с кам. 5 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| Покрытие | 23 | 9 | 2,6 | 0,098 | 0,1 | 2,65 |
| Пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |
| 7 | перегородка с кам. 8 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| перегородка с цехом | 9 | 9 | 2,3 | 0,083 | 0,1 | 2,72 |
| перегородка с кам. 9 | 9 | 9 | 2,1 | 0,075 | 0,08 | 2,22 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 2,2 | 0,079 | 0,08 | 2,24 |
| покрытие | 23 | 9 | 2,6 | 0,098 | 0,1 | 2,65 |
| пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |
| 8 | стена в коридор | 8 | 9 | 2,2 | 0,079 | 0,08 | 2,24 |
| перегородка с кам. 7 | 9 | 9 | 1,7 | 0,059 | 0,06 | 1,72 |
| перегородка с кам. 9 | 9 | 9 | 2,1 | 0,075 | 0,08 | 2,22 |
| стена в коридор | 8 | 9 | 2,2 | 0,079 | 0,08 | 2,24 |
| покрытие | 23 | 9 | 2,6 | 0,098 | 0,1 | 2,65 |
| пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |
| 9 | стена в коридор | 8 | 9 | 2,4 | 0,087 | 0,1 | 2,74 |
| перегородка с цехом | 9 | 9 | 2,9 | 0,107 | 0,12 | 3,22 |
| стена наружняя западная | 23 | 9 | 2,4 | 0,090 | 0,1 | 2,65 |
| перегородка с кам. 7, 8 | 9 | 9 | 2,1 | 0,075 | 0,08 | 2,22 |
| покрытие | 23 | 9 | 2,8 | 0,106 | 0,12 | 3,15 |

Продолжение таблицы 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | пол | 23 | 9 | 2,8 | 0,004 | 0,02 | 3,16 |

2.3 Расчет теплопритоков

Общий теплоприток, Qоб, Вт, определяем по формуле определяем по формуле 2.26 [1]:

, (2.26)

где Q1 – теплоприток от окружающей среды через ограждение конструкции камеры, Вт;

Q2 – теплоприток от продуктов при их холодильной обработке, Вт;

Q3 – теплоприток от вентиляции, Вт;

Q4 – теплоприток, связанный с эксплуатации камеры, Вт.

2.3.1 Расчет теплопритока от окружающей среды через ограждения

Теплоприток от окружающей среды через ограждения, Q1, Вт, определяем по формуле 2.27 [1]:

, (2.27)

где Q1т – теплоприток, возникающий под влиянием разницы температур наружного воздуха и воздуха в камере, Вт;

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

Теплоприток, возникающий под влиянием разницы температур наружного воздуха и воздуха в камере, Q1т, Вт, определяем по формуле 2.28 [1]:

, (2.28)

где tн, tпм – разность температур наружного воздуха и воздуха в камере, ºС.

Для легких ограждений температуру наружного воздуха, tнр , ºС, определяем по формуле 2.29 [1]:

, (2.29)

где tср.мес. – среднемесячная температура самого жаркого месяца. Для Южно-Сахалинска tср.мес = 22ºС [6];

tаб.max. – температура абсолютного максимума. Для Южно-Сахалинска tаб.max = 35ºС [6].

Теплоприток, возникающий под влиянием солнечной радиации, Q1с, Вт, определяем по формуле 2.30 [1]:

, (2.30)

где ∆tс – избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, ºС.

Теплоприток через пол, расположенный на грунте и имеющий обогревательные устройства, Q1п, Вт, определяем по формуле 2.31 [1]:

, (2.31)

где tср – средняя температура слоя с нагревательными устройствами, ºС.

Если пол, расположенный на грунте, не имеет обогревающих устройств, то теплоприток, Q1п, Вт, определяем суммированием теплопотерь через условные зоны шириной 2м по формуле 2.32 [1]:

, (2.32)

где kусл. – условный коэффициент теплопередачи соответствующей зоны пола, Вт/(м2·К). Для 1; 2; 3; 4 зон пола принимают kусл=0,45; 0,23; 0,12; 0,07 Вт/(м2·К) соответственно;

Fi – площадь соответствующей зоны пола, м2;

m – коэффициент, характеризующий относительное возрастание термического сопротивления пола при наличии изоляции, определяем по формуле 2.33 [1]:

. (2.33)

Рассчитаем величину теплопритоков от окружающей среды через ограждения в камеру №5.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

Площади камер, температурные напоры, а также итоги расчетов теплопритоков от окружающей среды через ограждения приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Итоги расчетов теплопритоков через ограждения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Ограждающая конструкция | F, м2 | Δt,ºC | Q1т, кВт | Δt,ºC | Q1с, кВт | Q1, кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | стена наружная северная | 144 | 54,8 | 1,531 |  |  | 14,705 |
| стена в коридор | 144 | 54,8 | 1,666 |  |  |
| стена наружная западная | 144 | 54,8 | 1,531 | 4,7 | 0,131 |
| перегородка с кам. 2 | 144 | 5 | 0 |  |  |

Продолжение таблицы 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Ограждающая конструкция | F, м2 | Δt,ºC | Q1т, кВт | Δt,ºC | Q1с, кВт | Q1, кВт |
| 1 | Покрытие | 576 | 54,8 | 6,124 | 5,9 | 0,659 |  |
| Пол | 576 | 26 | 2,645 |  |  |
| 2 | стена наружная северная | 144 | 54,8 | 1,531 |  |  | 13,461 |
| стена в коридор | 144 | 54,8 | 1,666 |  |  |
| перегородка с кам. 1 | 144 | 5 | 0 |  |  |
| перегородка с кам. 3 | 144 | 5 | 0 |  |  |
| Покрытие | 576 | 54,8 | 6,124 | 5,9 | 0,659 |
| Пол | 576 | 26 | 2,645 |  |  |
| 3 | стена наружная северная | 144 | 54,8 | 1,531 |  |  | 14,35 |
| стена в коридор | 144 | 54,8 | 1,666 |  |  |
| перегородка с кам. 2 | 144 | 5 | 0 |  |  |
| перегородка с КМ. Ц. и Эл. Щит. | 144 | 43 | 1,307 |  |  |
| Покрытие | 576 | 54,8 | 6,124 | 5,9 | 0,659 |
| Пол | 576 | 26 | 2,645 |  |  |
| 4 | стена в коридор | 108 | 29,8 | 1,176 |  |  | 12,535 |
| перегородка с цехом | 108 | 18 | 0,603 |  |  |
| перегородка с кам. 5 | 72 | 0 | 0 |  |  |
| стена наружная восточная | 72 | 29,8 | 0,808 | 3,9 | 0,106 |
| Покрытие | 216 | 29,8 | 2,04 | 5,9 | 0,404 |
| пол | 216 | 1 | 7,397 |  |  |
| 5 | стена в коридор | 144 | 29,8 | 1,568 |  |  | 13,543 |
| перегородка с цехом | 144 | 18 | 0,804 |  |  |
| перегородка со скорозаморозкой | 72 | 4 | 0,13 |  |  |
| перегородка с кам. 4 | 72 | 0 | 0 |  |  |
| покрытие | 432 | 29,8 | 4,081 | 5,9 | 0,808 |
| пол | 432 | 1 | 6,152 |  |  |
| 6 | стена в коридор | 36 | 28 | 0,451 |  |  | 3,172 |
| перегородка с цехом | 36 | 14 | 0,185 |  |  |
| стена в коридор | 108 | 25,8 | 1,246 |  |  |
| перегородка с кам. 5 | 108 | -4 | -0,251 |  |  |
| покрытие | 108 | 25,8 | 1,05 | 5,9 | 0,240 |
| пол | 108 | -3 | -4,614 |  |  |
| 7 | перегородка с кам. 8 | 72 | 0 | 0 |  |  | 2,921 |
| перегородка с цехом | 72 | 14 | 0,37 |  |  |
| перегородка с кам. 9 | 72 | -4 | -0,13 |  |  |
| стена в коридор | 72 | 25,8 | 0,831 |  |  |

Продолжение таблицы 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | покрытие | 144 | 25,8 | 1,4 | 5,9 | 0,320 |  |
| пол | 144 | -3 | -6,152 |  |  |
| 8 | стена в коридор | 72 | 25,8 | 0,831 |  |  | 2,106 |
| перегородка с кам. 7 | 72 | 0 | 0 |  |  |
| перегородка с кам. 9 | 36 | -4 | -0,065 |  |  |
| стена в коридор | 36 | 25,8 | 0,415 |  |  |
| покрытие | 72 | 25,8 | 0,7 | 5,9 | 0,160 |
| Пол | 72 | -3 | -3,076 |  |  |
| 9 | стена в коридор | 144 | 29,8 | 1,568 |  |  | 18,8 |
| перегородка с цехом | 144 | 18 | 0,804 |  |  |
| стена наружная западная | 72 | 29,8 | 0,808 | 4,7 | 0,127 |
| перегородка с кам. 7, 8 | 72 | 4 | 0,13 |  |  |
| Покрытие | 432 | 29,8 | 4,081 | 5,9 | 0,808 |
| Пол | 432 | 1 | 10,473 |  |  |

2.3.2 Расчет теплопритока при термической обработке продуктов

Общий теплоприток при термической обработке продуктов, Q2, Вт, определяем по формуле 2.33 [1]:

, (2.33)

где Q2п – теплоприток от продуктов в камерах хранения, Вт;

Q2т– теплоприток от тары в камерах, Вт.

Теплоприток от продуктов в камере хранения, Q2п, Вт, определяем по формуле 2.34 [1]:

, (2.34)

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

hн – начальная энтальпия рыбы при температуре поступления, кДж/кг;

hк – конечная энтальпия рыбы при температуре в камере, кДж/кг.

Суточное поступление продуктов в камеру составляет 8% от вместимости камеры, если камера менее 200т и 6%, если камера более 200т.

Вместимость камеры, Екам. т., определяем по формуле 2.35 [1]:

, (2.35)

Теплоприток от тары в камере, Q2т, Вт, определяем по формуле 2.36 [1]:

, (2.36)

где Мт – суточное поступление тары в камеру, принимаемое пропорционально суточному поступлению продукта, т/сут. Для пластмассы 20%, для картона 10%;

ст – удельная теплоемкость тары, кДж/(кг· ºК). Для пластмассы Ст =2,09 кДж/(кг· ºК) [1]; для картона ст =1,67 кДж/(кг· ºК) [1];

t1 – температура поступления тары – начальная температура продукта, ºС;

t2 – конечная температура тары – конечная температура продукта, ºС.

Рассчитаем величину теплопритоков от термической обработки продуктов для камеры №5.

Суточное поступление продуктов в камеру составляет 6%, т. к. камера более 200т. Суточное поступление тары в камеру принимаем 20% от суточного поступления продукта.

.

.

.

.

Итоги расчетов теплопритоков при термической обработке продуктов приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Итоги расчетов теплопритоков при термической обработке продуктов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Екам, т | hн, | hк, | Q2п, кВт | t1, С | t2, С | Q2т, кВт | Q2, кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1382 | 5 | 0 | 4,8 | -18 | -25 | 0,321 | 5,121 |
| 2 | 1382 | 5 | 0 | 4,8 | -18 | -25 | 0,321 | 5,121 |
| 3 | 1382 | 5 | 0 | 4,8 | -18 | -25 | 0,321 | 5,121 |

Продолжение таблицы 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | 486 | 277 | 249 | 9,45 | 8 | 0 | 1,129 | 10,579 |
| 5 | 972 | 277 | 249 | 18,9 | 8 | 0 | 2,257 | 21,157 |
| 6 |  |  |  | 0 |  |  | 0 | 0 |
| 7 | 307 | 277 | 263 | 3,976 | 8 | 4 | 0,475 | 4,451 |
| 8 |  |  |  | 0 |  |  | 0 | 0 |
| 9 | 1037 | 263 | 249 | 10,08 | 4 | 0 | 1,204 | 11,284 |

На рыбозавод поступает, проходит термообработку и выпускается рыба жирная (сельдь, корюшка, терпуг). В камерах хранения замороженных продуктов рыба хранится в бумажных мешках, в остальных камерах – в пластмассовых ящиках.

2.3.3 Расчет теплопритока от наружного воздуха при вентиляции камеры

В холодильнике вентилируются камеры, в которых хранится продукт с резким запахом (соленая, копченая рыба), а также где работает большое количество людей.

В проектируемом холодильнике не вентилируются только камеры хранения замороженной рыбы.

Теплоприток от наружного воздуха при вентиляции камеры, Q3, Вт, определяем по формуле 2.37 [1]:

, (2.37)

где Vстр – строительный объем камеры, м3;

ρпм – плотность воздуха камеры при tпм, кг/м3;

а – кратность циркуляции. Принимаем 4;

hн – энтальпия наружного воздуха при tн, φн;

hпм – энтальпия воздуха каперы при tпм, φпм.

Энтальпии воздуха определяем по p-h диаграмме влажного воздуха.

Рассчитаем величину теплопритока от наружного воздуха при вентиляции камеры для камеры №5.

.

Итоги расчетов теплопритоков от наружного воздуха при вентиляции камер приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Итоги расчетов теплопритоков при вентиляции камер

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Q3, кВт | 0 | 0 | 0 | 6,129 | 12,087 | 2,754 | 3,672 | 1,836 | 12,087 |

2.3.4 Расчет эксплуатационных теплопритоков

Эксплуатационные теплопритоки связаны с обслуживанием охлаждаемых помещений. Эксплуатационные теплопритоки, Q4, Вт, определяем по формуле 2.38 [1]:

 , Вт, (2.38)

где Q4’ – теплоприток от электрического освещения, Вт;

Q4’’ – теплоприток от электродвигателей, Вт;

Q4’’’ – теплоприток от пребывания людей, Вт;

Q4’’’’ – теплоприток от открывания дверей, Вт.

Теплоприток от электрического освещения, , Вт, определяем по формуле 2.39 [1]:

, (2.39)

где q4’ – относительная мощность осветительных приборов, Вт/м2. Для складских помещений q4’=2,3 Вт/м2, для производственных помещений q4’= 4,7 Вт/м2.

Теплоприток от электродвигателей, , Вт, определяем по формуле 2.40 [1]:

, (2.40)

где q4’’ – относительная мощность электродвигателей, Вт/м2. Для камер, оборудованных воздухоохладителями q4’’= 10-20 Вт/м2 [1]. Принимаем q4’’= 15 Вт/м2.

Теплоприток от пребывания людей, , Вт, определяем по формуле 2.41 [1]:

, (2.41)

где n – число людей, работающих в помещении. Принимаем n=3.

Теплоприток от открывания дверей, , Вт, определяем по формуле 2.42 [1]:

, (2.42)

где β – коэффициент, учитывающий длительность и частоту грузовых операций. Для камер хранения производственных холодильников β=0,15;

qдп – плотность теплового потока, кВт/м2;

Fдп – площадь дверного проема, м2;

η – коэффициент эффективности средств тепловой защиты. Принимаем воздушную завесу, у которой η=0,6.

Рассчитаем величину эксплуатационных теплопритоков для камеры №5.

.

.

.

.

.

Относительная мощность осветительных приборов и плотность теплового потока, а также итоги расчетов эксплуатационных теплопритоков приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Итоги расчетов эксплуатационных теплопритоков камер

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | q4’, | Q4',кВт | Q4'', кВт | Q4''', кВт | q4’’’’, | Q4'''', кВт | Q4, кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 2,3 | 1,325 | 8,64 | 1,05 | 10 | 3,6 | 14,615 |
| 2 | 2,3 | 1,325 | 8,64 | 1,05 | 10 | 3,6 | 14,615 |
| 3 | 2,3 | 1,325 | 8,64 | 1,05 | 10 | 3,6 | 14,615 |
| 4 | 2,3 | 0,497 | 3,24 | 1,05 | 4,2 | 1,512 | 6,299 |

Продолжение таблицы 2.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 5 | 2,3 | 0,994 | 6,48 | 1,05 | 3,7 | 1,332 | 9,856 |
| 6 | 4,7 | 0,508 | 1,62 | 1,05 | 3,5 | 8,4 | 11,578 |
| 7 | 4,7 | 0,677 | 2,16 | 1,05 | 3,5 | 1,26 | 5,147 |
| 8 | 2,3 | 0,166 | 1,08 | 0,7 | 4 | 1,4 | 3,386 |
| 9 | 4,7 | 2,03 | 6,48 | 1,05 | 3,7 | 1,332 | 10,892 |

Итоги общего теплопритока камер приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Сводная таблица теплопритоков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Назначение | Пло-щадь, м2 | Темпера-тура,  ºС | | Нагрузка на камерное оборудование, кВт | | | | |
| tв | to | Q1об | Q2об | Q3об | Q4об | ∑Qоб |
| 1 | Хранение замороженной продуктов | 576 | -25 | -35 | 14,705 | 5,121 | 0 | 14,615 | 34,441 |
| 2 | Хранение замороженной продуктов | 576 | -25 | -35 | 13,461 | 5,121 | 0 | 14,615 | 33,197 |
| 3 | Хранение замороженной продуктов | 576 | -25 | -35 | 14,35 | 5,121 | 0 | 14,615 | 34,086 |
| Итого при t0=-35ºС | | | | | 42,517 | 15,362 | 0 | 43,844 | 101,723 |
| 4 | Хранение охлажденной продуктов | 216 | 0 | -10 | 12,535 | 10,579 | 6,129 | 6,299 | 35,541 |
| 5 | Хранение охлажденной продуктов | 432 | 0 | -10 | 13,543 | 21,157 | 12,087 | 9,856 | 56,643 |
| 6 | Камера со скороморозиль-ным аппаратом | 108 | 0 | -10 | 3,172 | 0 | 2,754 | 11,578 | 17,503 |
| 7 | Накопитель | 144 | 0 | -10 | 2,921 | 4,451 | 3,672 | 5,147 | 16,190 |
| 8 | Камера с льдогенератором | 82 | 0 | -10 | 2,106 | 0 | 1,836 | 3,386 | 7,327 |
| 9 | Экспедиция | 432 | 0 | -10 | 18,8 | 11,284 | 12,087 | 10,892 | 53,063 |
| Итого при t0=-10ºС | | | | | 53,076 | 47,47 | 38,565 | 47,157 | 186,268 |

2.6 Расчет тепловой нагрузки на компрессор

В холодильниках с централизованной системой охлаждения тепловую нагрузку на компрессор для t0 = -35 ºС, Qкм-35, кВт, определяем по формуле 2.43 [1]:

, (2.43)

.

В холодильниках с централизованной системой охлаждения тепловую нагрузку на компрессор для t0 = -10 ºС, Qкм-10, кВт, определяем по формуле 2.44 [1]:

, (2.43)



2.7 Расчет холодопроизводительности установки

Расчетную холодопроизводительность для t0 = -35 ºС, Q0уст-35, кВт, определяем по формуле 2.44 [1]:

, (2.44)

.

Расчетную холодопроизводительность для t0 = -10 ºС, Q0уст-10, кВт, определяем по формуле 2.45 [1]:

, (2.45)

.

2.8 Расчет и подбор оборудования

2.8.1 Расчет и подбор камерных приборов охлаждения

Площадь теплопередающей поверхности воздухоохладителей, FВО, м2, определяем по формуле 2.46 [1]:

 , м2, (2.46)

где ‒ тепловая нагрузка на приборы охлаждения, кВт;

k – коэффициент теплопередачи воздухоохладителя, Вт/м2·К [1];

Θ – температурный напор между воздухом охлаждаемого помещения и кипящим хладагентом, ºС.

Рассчитаем площадь поверхности воздухоохладителя для камеры №5.

.

Принимаем три воздухоохладителя производства ГюнтнерИж марки ADHNA [2].

Параметры приборов охлаждения в других камерах представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Параметры камерных приборов охлаждения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № камеры | Марка воздухоохладителя | Количество воздухо-охладителей | k, | Площадь поверхности воздухоохладителя, м2 | Объем труб, м3 |
|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | ADHN 066C/110 | 2 | 31 | 58,7 | 0,024 |
| 2 | ADHN 066C/110 | 2 | 31 | 58,7 | 0,024 |
| 3 | ADHN 066C/110 | 2 | 31 | 58,7 | 0,024 |
| 4 | ADHN 041C/17 | 3 | 41,7 | 30,6 | 0,009 |
| 5 | ADHN 066C/110 | 3 | 41,7 | 58,7 | 0,024 |
| 6 | ADHN 051C/17 | 1 | 41,7 | 50,9 | 0,014 |
| 7 | ADHN 041C/110 | 2 | 41,7 | 22 | 0,009 |
| 8 | ADHN 041C/110 | 1 | 41,7 | 22 | 0,009 |
| 9 | ADHN 041A/14 | 4 | 41,7 | 34,6 | 0,006 |

2.8.2 Подбор льдогенератора

Т. к. производительность льдогенератора Gльда=21,656 т/сут, то подбираем льдогенератор марки Pack 39 [28]. Параметры льдогенератора представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Параметры льдогенератора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производительность, т/сут | Мощность, кВт | Размеры, мм | Масса, кг |
| 24-26 | 157 | 4000 х 2200 х 2250 | 5000 |

2.8.3 Подбор скороморозильного аппарата

Т. к. производительность скороморозильного аппарата Gльда=39,375 т/сут, то подбираем два скороморозильных аппарата марки МПА-20 [29]. Параметры скороморозильного аппарата представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Параметры скороморозильного аппарата

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производительность, т/сут | Мощность, кВт | Размеры, мм | Масса, кг |
| 20 | 110 | 3000 х 2300 х 2100 | 5200 |

2.8.4 Расчет и подбор компрессоров

Температуру всасываемых паров принимаем для машин с одноступенчатым компрессором на 10ºС выше температуры кипения, для второй ступени двухступенчатых компрессоров на 5ºС выше промежуточной температуры, для первой ступени двухступенчатых компрессоров на 8ºС выше температуры кипения.

Температуру конденсации определяем по графику в зависимости от температуры наружного воздуха по смоченному термометру и плотности теплового потока [1].

Температуру наружного воздуха по смоченному термометру определяем по p-h диаграмме tм= 27ºС. Плотность теплового потока принимаем qF =2,5 кВт/м2.

tк= 39ºС

2.8.4.1 Первый температурный режим, t0=-10ºС

Степень повышения давления определяем соотношением

.

Строим цикл в р-h диаграмме и определяем параметры узловых точек.

Цикл процесса показан на рисунке 2.3.

P, МПа

3’ 2

4 1’ 1

h, кДж/кг

Рисунок 2.3 – Одноступенчатый цикл холодильной машины

Параметры узловых точек представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Параметры точек цикла

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки | t, ºC | Р, МПа | i, кДж/кг | ν, м3/кг |
| 1 | 0 | 0,29 | 1695 | 0,43 |
| 2 | 120 | 1,5 | 1940 | 0,12 |
| 3’ | 39 | 1,5 | 608 | - |
| 4 | -10 | 0,29 | 608 | - |
| 1’ | -10 | 0,29 | 1668 | 0,42 |

Удельную массовую холодопроизводительность, q0, кДж/кг, определяем по формуле 2.47 [1]:

, (2.47)

.

Удельную работу сжатия в винтовом компрессоре, lт, кДж/кг, определяем по формуле 2.48 [1]:

, (2.48)

.

Удельную тепловую нагрузку на конденсатор, qк, кДж/кг, определяем по формуле 2.49 [1]:

, (2.49)

.

Массовый расход хладагента в компрессоре, Мт, кг/с, определяем по формуле 2.50 [1]:

, (2.50)

.

Требуемую теоретическую объемную производительность компрессора , Vт, м3/с, определяем по формуле 2.51 [1]:

, (2.51)

где λ – коэффициент подачи компрессора, зависит от степени отношения давления [10]. В нашем случае λ=0,82;

.

Принимаем на t0=-10ºС один винтовой компрессорный агрегат производства SABROE марки SAB 120 S с действительной объемной производительностью компрессора Vкм=0,0567м3/с [1].

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре, Мкм, кг/с, определяем по формуле 2.52 [1]:

, (2.52)

.

Действительную холодопроизводительность компрессора, Qод, кВт, определяем по формуле 2.53 [1]:

, (2.53)

.

Теоретическую мощность сжатия в компрессоре, Nт, кВт, определяем по формуле 2.54 [1]:

, (2.54)

.

Индикаторную мощность компрессора, Ni, кВт, определяем по формуле 2.55 [1]:

, (2.55)

где ηi – индикаторный КПД компрессора. Принимаем ηi=0,85;

.

Эффективную мощность на валу компрессора, Nэ, кВт, определяем по формуле 2.56 [1]:

, (2.56)

где ηмех – механический КПД компрессора. Принимаем ηмех=0,9;

.

Тепловую нагрузку на конденсатор, Qкд, кВт, определяем по формуле 2.57 [1]:

, (2.57)

.

2.8.4.2 Второй температурный режим, t0=-35ºС

Степень повышения давления определяем соотношением

.

Промежуточное давление определяем, Рпр, МПа, определяем по формуле 2.58 [1]:

, (2.58)

.

Строим цикл в р-h диаграмме и определяем параметры узловых точек.

Цикл процесса показан на рисунке 2.4.

P, МПа

3 3’ 2

7’ 6

4 1’ 1

8 5’ 5

h, кДж/кг

Рисунок 2.4 – Двухступенчатый цикл холодильной машины

Параметры узловых точек представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Параметры точек цикла

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки | t, ºС | Р, МПа | i, кДж/кг | ν, м3/кг |
| 1 | 2 | 0,378 | 1694 | 0,33 |
| 1’ | -3 | 0,378 | 1678 | 0,32 |
| 2 | 100 | 1,5 | 1894 | 0,12 |
| 3’ | 39 | 1,5 | 606 | - |
| 3 | 0 | 1,5 | 422 | - |
| 4 | -3 | 0,378 | 606 | - |
| 7’ | -3 | 0,378 | 410 | - |
| 5` | -35 | 0,095 | 1636 | 1,2 |
| 5 | -27 | 0,095 | 1650 | 1,25 |
| 6 | 52 | 0,378 | 1818 | 0,48 |
| 8 | -35 | 0,095 | 422 | - |

Удельную массовую холодопроизводительность, q0, кДж/кг, определяем по формуле 2.59 [1]:

, (2.59)

.

Удельную работу сжатия в компрессоре низкой ступени, lт, кДж/кг, определяем по формуле 2.60 [1]:

, (2.60)

.

Удельную работу сжатия в компрессоре высокой ступени, lт, кДж/кг, определяем по формуле 2.61 [1]:

, (2.61)

.

Удельную тепловую нагрузку на конденсатор, qк, кДж/кг, определяем по формуле 2.49 [1]:

.

Массовый расход хладагента в компрессоре низкой ступени, Мт1, кг/с, определяем по формуле 2.62 [1]:

, (2.62)

.

Массовый расход хладагента в компрессоре высокой ступени, Мт2, кг/с, определяем по формуле 2.63 [1]:

, (2.63)

.

Степень повышения давления низкой ступени определяем соотношением

.

Коэффициент подачи компрессора низкой ступени λ=0,84.

Степень повышения давления высокой ступени определяем соотношением

.

Коэффициент подачи компрессора высокой ступени λ=0,84.

Требуемую теоретическую объемную производительность компрессора низкой ступени, Vт1, м3/с, определяем по формуле 2.64 [1]:

, (2.64)

.

Требуемую теоретическую объемную производительность компрессора высокой ступени, Vт2, м3/с, определяем по формуле 2.65 [1]:

, (2.65)

.

Принимаем на ступень низкого давления два винтовых компрессора производства SABROE марки SAB 151 L с действительной объемной производительностью компрессора Vкм1=0,0878м3/с. Принимаем на ступень высокого давления один винтовой компрессор производства SAB 120 S с действительной объемной производительностью компрессора Vкм2=0,0567м3/с [1].

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре низкой ступени, Мкм1, кг/с, определяем по формуле 2.66 [1]:

, (2.66)

.

Действительный массовый расход хладагента в компрессоре высокой ступени, Мкм2, кг/с, определяем по формуле 2.67 [1]:

, (2.67)

.

Действительную холодопроизводительность компрессорного агрегата, Qод, кВт, определяем по формуле 2.68 [1]:

, (2.68)

.

Теоретическую мощность сжатия в компрессоре низкой ступени, Nт, кВт, определяем по формуле 2.69 [1]:

, (2.69)

.

Теоретическую мощность сжатия в компрессоре высокой ступени, Nт, кВт, определяем по формуле 2.70 [1]:

, (2.70)

.

Индикаторную мощность сжатия в компрессоре низкой ступени, Ni1, кВт, определяем по формуле 2.71 [1]:

, (2.71)

.

Индикаторную мощность сжатия в компрессоре высокой ступени, Ni2, кВт, определяем по формуле 2.72 [1]:

, (2.72)

.

Эффективную мощность на валу компрессора низкой ступени, Nэ1, кВт, определяем по формуле 2.73 [1]:

, (2.73)

.

Эффективную мощность на валу компрессора высокой ступени, Nэ2, кВт, определяем по формуле 2.74 [1]:

, (2.74)

.

Тепловую нагрузку на конденсатор, Qкд2, кВт, определяем по формуле 2.75 [1]:

, (2.75)

.

2.8.5 Расчет и подбор конденсатора

Суммарную тепловую нагрузку на конденсатор, Qкд.об, кВт, определяем по формуле 2.76 [1]:

, (2.76)

.

Площадь теплопередающей поверхности воздушного конденсатора, F, м2, определяем по формуле 2.77 [1]:

, (2.77)

где fкд – плотность теплового потока в конденсаторе, кВт/м2 [1]. Принимаем fкд = 4 кВт/м2;

.

Принимаем испарительный конденсатор марки МИК1-100-Н [1]. Параметры конденсатора представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Параметры конденсатора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь поверхности, м2 | Расход воды, м3/ч | Расход воздуха, м3/ч | Мощность двигателя, кВт | Габаритные размеры, мм  длина х ширина х высота |
| 105,5 | 28 | 18000 | 12 | 1080 х 2530 х 2600 |

2.8.6 Расчет и подбор горизонтальных циркуляционных ресиверов

2.8.6.1 Первый температурный режим, t0=-10ºС

Вместимость труб воздухоохладителей, Vво, м3, определяем по формуле 2.78 [1]:

, (2.78)

где n ‒ количество камер;

m ‒ количество воздухоохладителей в камере;

.

Внутренний объем нагнетательного трубопровода, Vнт, м3, определяем по формуле 2.79 [1]:

, (2.79)

.

Внутренний объем всасывающего трубопровода, Vвт, м3, определяем по формуле 2.80 [1]:

, (2.80)

.

Вместимость горизонтального циркуляционного ресивера со стояком, совмещающего функцию отделителя жидкости с верхней подачей аммиака в приборы охлаждения, Vрцз, м3, определяем по формуле 2.81 [1]:

, (2.81)

.

Подбираем циркуляционный ресивер марки РЦЗ-1,25 [1]. Параметры ресивера представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Параметры горизонтального циркуляционного ресивера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вместимость, м3 | lр, мм | Размеры, мм диаметр х длина | Масса, кг |
| 1,25 | 830 | 1020 х 2090 | 940 |

Проверяем ресивер на выполнение функции отделителя жидкости:

Скорость движения пара в ресивере, wп, м/с, определяем по формуле 2.82 [1]:

, (2.82)

где Dр ‒ диаметр ресивера, м;

vвс – удельный объем сухого насыщенного пара при температуре кипения, м3/кг [9];

.

Допустимую скорость движения пара в ресивере, wд, м/с, определяем по формуле 2.83 [1]:

, (2.83)

где wок ‒ скорость осаждения капель хладагента; принимаем wок=0,5 м/с;

.

Проверка условия: 0,17<0,81. Условие выполнено.

2.8.6.2 Второй температурный режим, t0=-35ºС

Вместимость труб воздухоохладителей, Vво, м3, определяем по формуле 2.78 [1]:

.

Внутренний объем нагнетательного трубопровода, Vнт, м3, определяем по формуле 2.79 [1]:

.

Внутренний объем всасывающего трубопровода, Vвт, м3, определяем по формуле 2.80 [1]:

.

Вместимость горизонтального циркуляционного ресивера со стояком, совмещающего функцию отделителя жидкости с верхней подачей аммиака в приборы охлаждения, Vрцз, м3, определяем по формуле 2.81 [1]:

.

Подбираем циркуляционный ресивер марки РЦЗ-1,25 [1]. Параметры ресивера представлены в таблице 2.13.

Проверяем ресивер на выполнение функции отделителя жидкости:

Скорость движения пара в ресивере, wп, м/с, определяем по формуле 2.82 [1]:

.

Проверка условия: 0,6<0,81. Условие выполнено.

2.8.7 Расчет и подбор дренажного ресивера

Максимальную вместимость труб воздухоохладителей, Vmax, м3, определяем для камеры 5, как самой вместительной по хладагенту камере, по формуле 2.78 [1]:

.

Требуемую вместимость дренажного ресивера, Vдр, м3, определяем по формуле 2.84 [1]:

, м3, (2.84)

где K1 ‒ коэффициент, учитывающий заполнение жидким хладагентом труб охлаждающих приборов. Принимаем K1=0,5;

K2 ‒ коэффициент, учитывающий количество жидкого хладагента, стекающего из охлаждающих приборов. Принимаем K2=1;

K3 ‒ коэффициент, учитывающий вместимость коллекторов и трубопроводов. Принимаем K3=1,1;

K4 ‒ коэффициент, учитывающий рабочее или остаточное заполнение ресивера. Принимаем K4=1,3;

K5 ‒ коэффициент, учитывающий допустимое заполнение ресивера жидким хладагентом. Принимаем K5=1,25;

K6 ‒ коэффициент, учитывающий запас, равный в зависимости от вида ресивера. Принимаем K6=1,2;

.

Подбираем дренажный ресивер марки 0,75РД [1]. Параметры ресивера представлены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Параметры дренажного ресивера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вместимость, м3 | lр, мм | Размеры, мм диаметр х длина | Масса, кг |
| 0,8 | 1500 | 600 х 3000 | 340 |

2.8.8 Расчет и подбор линейного ресивера

Требуемую вместимость линейного ресивера для схем с верхней подачи в приборы охлаждения, Vлр, м3, определяем по формуле 2.85 [1]:

, (2.85)

.

Подбираем линейный ресивер марки РЛД-1,25 [1]. Параметры ресивера представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Параметры линейного ресивера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вместимость, м3 | Размеры, мм диаметр х длина | Масса, кг |
| 1,25 | 1020 х 2100 | 940 |

2.8.9 Расчет и подбор промежуточного сосуда

Промежуточные сосуды подбирают для агрегатов двухступенчатого сжатия по внутреннему диаметру промежуточного сосуда. Диаметр промежуточного сосуда, Dпс, м, определяем по формуле 2.86 [1]:

, (2.86)

где  ‒ допустимая скорость движения пара в промежуточном сосуде. Принимаем м/с;

.

Подбираем промежуточный сосуд марки 40 ПСз. Параметры сосуда представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Параметры промежуточного сосуда

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр х толщина стенки, мм | Размеры, мм | Вместимость, м3 | Площадь поверхности змеевика, м2 |
| Высота х ширина |
| 460 х 10 | 2390 х 1010 | 0,22 | 1,75 |

2.8.10 Расчет и подбор маслоотделителя

Инерционные маслоотделители подбираем по диаметру маслоотделителя. Диаметр маслоотделителя, Dмо, м, определяем по формуле 2.87 [1]:

, (2.87)

где  ‒ допустимая скорость движения пара в маслоотделителе. Принимаем м/с;

.

Подбираем циклонный маслоотделитель марки 50МА. Параметры маслоотделителя представлены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 – Параметры маслоотделителя

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размеры, мм диаметр х высота | Вместимость, м3 | Масса, кг |
| 273 х 1335 | 0,043 | 98 |

2.8.11 Подбор маслосборника

Подбираем маслосборник марки 10МЗС. Параметры маслосборника представлены в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Параметры маслосборника

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр х толщина стенки, мм | Высота, мм | Объем, м3 | Масса, кг |
| 159 х 4,5 | 720 | 0,01 | 16 |

2.8.12 Расчет и подбор градирни

Тепловую нагрузку на градирню, Qгр, кВт, определяем по формуле 2.88 [1]:

, (2.88)

.

Подбираем пленочную вентиляторную градирню ГРАД – 8. Параметры градирни представлены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 –Параметры градирни

|  |  |
| --- | --- |
| Количество охлаждаемой воды, м3/час | 8 |
| Площадь поверхности оросителя, м2 | 65 |
| Тепловой поток при Δtw=5ºС, кВт | 46 |
| Диапазон регулирования производительности, % | 40-100 |
| Площадь орошения, м2 | 0,5 |
| Количество форсунок, шт. | 2 |
| Количество вентиляторов, шт. | 1 |
| Тип вентилятора | 13-284 |
| Диаметр рабочего колеса, мм | 500 |
| Частота вращения колеса вентилятора, об/мин | 1500 |
| Установленная мощность электродвигателя, кВт | 0,37 |
| Уровень звука на расстоянии 1 м, дБА | 78 |
| Напряжение/частота сети, В/Гц | 380/50 |
| Масса, кг | 125 |

2.8.13 Расчет и подбор аммиачных насосов

Аммиачные насосы подбираем по значениям объемной подачи аммиака, Vан и напору, Н.

Объемную подачу аммиака, Vан, м3/ч, определяем по формуле 2.89 [1]:

, (2.89)

где n – кратность циркуляции хладагента. Принимаем n=15 [1];

r ‒ теплота парообразования хладагента, кДж/кг [9];

ρж ‒ плотность жидкого хладагента при данной температуре кипения, кг/м3.

2.8.13.1 Первый температурный режим, t0=-10ºС

Объемную подачу аммиака, Vан, м3/ч, определяем по формуле 2.89 [1]:

.

Подбираем два аммиачных насоса ЦГН-12,5/20, один из которых в резерве. Параметры насоса представлены в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Параметры аммиачного насоса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подача, м3/ч | Напор, м в.ст. | Мощность, кВт | Частота вращения, мин-1 | Размеры, мм | Масса, кг |
| 12,5 | 20 | 4 | 2900 | 620 х 250 х 354 | 94 |

2.8.13.2 Второй температурный режим, t0=-35ºС

Объемную подачу аммиака, Vан, м3/ч, определяем по формуле 2.89 [1]:

.

Подбираем два аммиачных насоса марки ЦГН-12,5/20, один из которых в резерве. Параметры насоса представлены в таблице 2.20.

2.8.14 Расчет и подбор водяных насосов

Водяные насосы подбираем по значениям объемной подачи воды, Vан и напору, Н.

2.8.14.1 Водяные насосы на подачу воды в испарительный конденсатор

Объемную подачу воды в конденсатор, Vw, м3/ч, определяем по формуле 2.90 [1]:

, (2.90)

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

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

∆tw – подохлаждение воды, ºС. Принимаем ∆tw = 5ºС;

.

Подбираем 2 водяных насоса К 60-50-125, один из которых в резерве. Параметры насоса представлены в таблице 2.21.

Таблица 2.21 – Параметры насоса для конденсатора

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подача, м3/ч | Напор, м в.ст. | Мощность, кВт | Частота вращения, мин-1 | Размеры, мм | Масса, кг |
| 25 | 20 | 3 | 2950 | 850 х 290 х 350 | 120 |

2.8.14.2 Водяные насосы на подачу воды в градирню

Объемную подачу воды в градирню, Vw, м3/ч, определяем по формуле 2.91 [1]:

, (2.91)

.

Подбираем 2 водяных насоса марки К 50-32-125, один из которых в резерве. Параметры насоса представлены в таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Параметры насоса для градирни

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подача, м3/ч | Напор, мв.ст. | Мощность, кВт | Частота вращения, мин-1 | Размеры, мм | Масса, кг |
| 12,5 | 20 | 2,2 | 2950 | 790 х 290 х 320 | 100 |

2.8.15 Расчет и подбор трубопроводов

Диаметр трубопровода, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

, (2.92)

где V – объемный расход аммиака, м/с;

ω – скорость жидкости или газа в трубе, м/с.

Внутренний диаметр трубы, dвн, м, может быть определен по оптимальной скорости движения жидкости по трубе ω, м/с. На стороне всасывания ω=10-25 м/с, на стороне нагнетания ω=15-30 м/с.

2.8.15.1 Первый температурный режим, t0=-10ºС

Диаметр всасывающего трубопровода, dвн, м, определяем по формуле 2.92

[1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 70 мм. Параметры трубы представлены в таблице 2.23.

Диаметр нагнетательного трубопровода, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 70 мм. Параметры трубы представлены в таблице 2.23.

2.8.15.2 Второй температурный режим, t0=-35ºС

Диаметр всасывающего трубопровода компрессора низкой ступени, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 100 мм. Параметры трубы представлены в таблице 2.23.

Диаметр нагнетательного трубопровода компрессора низкой ступени, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 100 мм. Параметры трубы представлены в таблице 21.

Диаметр всасывающего трубопровода компрессора высокой ступени, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 70 мм. Параметры трубы представлены в таблице 2.23.

Диаметр нагнетательного трубопровода компрессора высокой ступени, dвн, м, определяем по формуле 2.92 [1]:

.

Принимаем диаметр стальной трубы dвн = 70 мм. Параметры трубы представлены в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Параметры труб

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Внутренний диаметр, мм | Диаметр и толщина, мм | Площадь поверхности 1м, мм2/м | Внутренний объем 1 м, м3/м |
| 70 | 76 х 3,5 | 0,2386 | 3,74 |
| 100 | 108 х 4 | 0,339 | 7,85 |

3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Основные понятия и процессы при размораживании рыбы

Рыба и рыбные полуфабрикаты являются частью продуктов нашего питания. В них содержатся белки, жиры, минеральные вещества, вода, экстрактивные вещества и витамины. Эти продукты по содержанию минеральных веществ, витаминов и степени усвояемости белков превосходят мясо.

В современных условиях рыночных отношений со свойственной им конкуренцией производителей показатели качества и себестоимости продукции приобретают решающее значение. Большая часть морепродуктов, в частности рыба, поступает в переработку в мороженом виде и ее размораживание всеми известными способами в какой-то мере снижает качество конечного продукта.

Размораживание рыбы – это технологический процесс превращения содержащейся в ней воды из твердого состояния в жидкое и возможное восстановление ее естественных свойств. Это заключительная операция в непрерывной холодильной цепи, осуществляемая непосредственно перед промышленной переработкой мороженой рыбы или перед ее кулинарной обработкой. Размораживание, как и отепление, является заключительным звеном холодильной цепи. При размораживании необходимо, чтобы пищевые продукты сохранили первоначальные свойства с наименьшими потерями качества и количества.

Термин «размораживание» иногда заменяют терминами «оттаивание», или «дефростация», что не совсем правильно. Дефростацией (defrostation) обычно называют удаление льда и снега тепловым способом с холодильных поверхностей. Оттаиванием (thawing) называют нагревание замороженных продуктов. При замораживании и холодильном хранении происходит перемещение воды из клеток в межклеточные и межволоконные пространства. B период размораживания образующаяся при таянии льда вода должна перемещаться в волокна и клетки ткани. Поэтому при размораживании очень важно создать условия и режим для наиболее полного восстановления исходного распределения влаги между клетками и межклеточными пространствами. Нарушение его приводит к вытеканию сока из продукта, потере питательных и вкусовых свойств, изменению консистенции и цвета. Вытекание сока при размораживании может происходить в результате повреждения тканей, клеток и волокон кристаллами льда, вследствие чего их способность удерживать влагу резко снижается; частичной потери способности клеточных белков к набуханию; биохимических изменений в тканях, которые приводят к изменению реакции среды, структуры ткани, частичному распаду сложных веществ до более простых, имеющих меньшую способность к поглощению влаги. Эти изменения являются следствием специфических свойств самих продуктов и несовершенства способов замораживания и хранения, которые в конечном счете препятствуют полному восстановлению первоначальных свойств продуктов. Медленное замораживание при относительно высокой температуре (-6 – -8 °С) и образование крупнокристаллической структуры льда, способной повредить ткань, могут явиться причиной потерь сока (до 11 – 12% к начальному весу продукта). Продолжительное хранение при неблагоприятных условиях приводит к потерям сока при размораживании до 15 – 16 %. Выделение значительной части воды из рыбы при размораживании свидетельствует о снижении пищевой ценности продукта в процессе холодильной обработки - рыба становится сухой, волокнистой и невкусной.

Изменение свойств мяса рыбы как при замораживании, так и при размораживании определяется в основном денатурацией его белков в интервале температур от -1 до -5 °С: чем быстрее проходят критическую зону температур, тем меньше изменяются свойства мяса рыбы. Этим объясняется необходимость возможно быстрого размораживания рыбы.

Расход тепла на размораживание рыбы равен расходу холода на ее замораживание в одних и тех же температурных пределах.

Качество размороженной рыбы зависит от качества сырья перед замораживанием, скорости замораживания, условий и сроков последующего холодильного хранения, а также от условий размораживания. При правильной холодильной обработке размороженная рыба должна по качеству приближаться к свежей.

3.2 Способы размораживания рыбы

[Свежемороженая рыба](http://rybak.net.ru/fishing/fishproduction/frozenfishchanges/) подразделяется по сортам (I и II сорта); по органолептическим показателям она должна соответствовать требованиям существующих стандартов. Поверхность рыбы I сорта должна быть чистой, естественной окраски, свойственной данному виду рыбы. В зависимости от вида рыбы регламентированы допустимые повреждения и изменения цвета поверхности. Изменение цвета (пожелтение) не должно быть связано с окислительными процессами. Требования к внешнему виду рыбы П сорта в основном остаются теми же, что и для рыбы I сорта, но для отдельных видов рыб допускаются механические повреждения в несколько большей степени.

После размораживания консистенция рыбы I сорта должна быть плотной, присущей данному виду рыбы. Для рыбы II сорта консистенция может быть ослабленной, но не дряблой. Запах рыбы I сорта после размораживания должен быть свойственен свежей рыбе, без порочащих признаков. Для рыбы II сорта допускается кисловатый запах в жабрах, а для отдельных видов рыб - незначительный запах окислившегося жира, не проникший в толщу мяса.

Мелкая мороженая и [океаническая](http://rybak.net.ru/fishhabits/mainfishreview/fishclassification/) хрящевая свежемороженая рыба, а также мороженая рыба специальной разделки и филе по сортам не подразделяются. Органолептические показатели указанных групп рыб также регламентированы существующими стандартами. Размороженные рыба и морепродукты портятся так же быстро, как и продукты, хранившиеся в свежем виде в условиях обычного охлаждения. Микроорганизмы, которые не погибли при замораживании, начинают развиваться, как только температура продукта станет положительной. Таким образом, применяемый способ размораживания должен быть, во-первых, кратковременным и, во-вторых, обеспечивать поддержание возможно более низкой положительной температуры.

По способу передачи тепла известные способы размораживания делят на три группы. К первой группе относятся способы передачи теплоты к поверхности продукта от внешней среды путем теплообмена. При этом теплота сообщается продукту через теплоизлучающую среду: сухой, влажный воздух, воду, тузлук, паровоздушную смесь, конденсирующийся пар, а также греющие металлические плиты. Ко второй группе относятся способы, при которых теплота сообщается продукту путем пропускания электрического поля различной частоты или возбуждается путем диэлектрического или микроволнового подогрева, а также ультразвуковыми колебаниями. К третьей группе относятся комбинированные способы. Иногда размораживание сочетают с другими способами технологической обработки, в частности с посолом или варкой.

Наибольшее распространение в промышленности нашли размораживание на воздухе и в воде. В последние годы применяются электрофизические способы размораживания, а также размораживание конденсирующимся паром под вакуумом.

Продолжительность размораживания продукта на воздухе в основном зависит от температуры продукта, его толщины, теплофизических свойств, температуры воздуха, скорости его циркуляции, вида и свойств упаковки. В воздушной среде размораживают рыбу тогда, когда необходимо частичное размораживание, например, перед посолом.

Крупную рыбу или рыбные блоки раскладывают на стеллажах в дефростерах. В зимнее время воздух подогревают до 8 – 20 °С, а относительную влажность поддерживают в пределах 90 – 95 %. Процесс идет медленно из-за низких тепловых характеристик воздуха. Однако из-за невысокого коэффициента теплоотдачи воздуха в условиях естественной циркуляции продолжительность такого процесса велика. При полном размораживании, как правило, верхний слой рыбы подсушивается, и продукт, приготовленный из нее, имеет неравномерное качество.

Повышение температуры среды до 15 – 20 °С позволяет сократить продолжительность размораживания рыбы [16]. Однако дальнейшее повышение температуры воздуха нежелательно, так как это может вызвать микробиологическую порчу поверхностных слоев продукта до того момента, когда будут разморожены внутренние слои.

Интенсификация процесса размораживания рыбы на воздухе достигается путем его увлажнения и циркуляции. Размораживание рыбы увлажненным циркулирующим воздухом обычно проводят при температуре не выше 18 – 20°С, относительной влажности 90 – 100%, скорости циркуляции 1 – 5 м/с. При этом продолжительность процесса размораживания сокращается примерно на 35 %. Увлажнение воздуха способствует уменьшению обезвоживания поверхности размораживаемого продукта. Однако применение способа размораживания в потоке влажного воздуха для жирных рыб нежелательно вследствие ускорения окислительных процессов в липидах рыбы.

К недостаткам воздушного способа размораживания рыбы относятся: высокая продолжительность процесса, неравномерность размораживания рыбы на поверхности и в центре продукта, потеря массы рыбы вследствие усушки, обсеменение размораживаемого продукта микроорганизмами.

Ценные сорта рыбы размораживают в дефростационных ваннах (бетонных или деревянных чанах), пересыпая последнюю мелкодробленым льдом в соотношении 30 – 60% к массе продукта. Процесс идет медленно, но без признаков порчи и снижения качества тушек рыбы. Недостатком является смерзание рыбы и льда при незначительном отклонении режимов вентиляции и температуры в помещении, высокая стоимость льда.

Наиболее распространенным способом является размораживание рыбы в жидкой среде, где процесс протекает значительно быстрее, чем в воздухе, путем погружения ее в проточную воду. Высокий коэффициент теплоотдачи от воды к продукту способствует сокращению продолжительности размораживания по сравнению с размораживанием на воздухе. Вода должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Температуру воды поддерживают нагреванием до 15 – 20 °С, при этом продолжительность разделения брикетов рыбы на тушки достигает 2 - 3 часов.

Использование солевых растворов или непосредственно морской воды значительно снижает затраты на нагрев жидкости, но процесс затягивается.

Размораживание в растворе поваренной соли применяется при совмещении размораживания с посолом в целях последующего использования рыбы для копчения или приготовления кулинарных изделий. Продолжительность размораживания рыбы в растворе поваренной соли концентрацией 24 % и температурой 30 °С составляет 3 – 5 ч. При этом содержание соли в рыбе составляет 1,2 – 1,5 %, потери массы – 1,2 – 2,6 %. Способ размораживания в растворе поваренной соли из-за просаливания рыбы, исключающего возможность ее дальнейшего хранения, применяется крайне редко.

В производственных условиях размораживание в жидкой среде удобнее, чем на воздухе, так как одновременно с размораживанием рыба промывается от слизи и загрязнений. Кроме того, процесс легче механизировать.

Более эффективным способом размораживания рыбы в воде является применение упругих колебаний (20 – 20000 Гц). Вибрации в жидкости создаются эксцентриковыми, дисковыми и другими вибраторами, аэровибрацией. Во ВНИХИ применили эксцентриковый вибратор с частотой 112 Гц. Время размораживания блока рыбы сократилось в 2,7 раза при температуре воды 15 °С и составило 67 минут [15]. Применение звуковых волн (1500 Гц) мощностью 60 Вт уменьшило время размораживания на 71 %.

При размораживании в жидкой среде рыба поглощает некоторое количество воды, в результате чего ее масса увеличивается на 2 – 3 %. Вместе с тем в процессе размораживания рыба вместе с мышечным соком теряет некоторое количество минеральных, экстрактивных веществ и витамины группы В. В связи с этим в воде рекомендуется размораживать только неразделанную рыбу или тушку, так как при размораживании разделанной рыбы эти потери увеличиваются.

Для такого способа размораживания требуется развитая сеть очистительных сооружений и устройств регулирования температуры воды. Размораживание рыбы в воде не исключает ухудшения качества рыбы, так как при этом уменьшается влагоудерживающая способность мышечной ткани растворимость ее белков, происходят набухание мяса рыбы и потеря ценных питательных веществ. Для уменьшения потерь массы и питательных веществ при размораживании рыбы целесообразно применять различные упаковочные материалы для исключения контакта продукта с размораживаемой средой. Однако при этом продолжительность процесса размораживания несколько увеличивается.

Диэлектрическое размораживание. При этом способе замороженная рыба помещается в электромагнитное поле и размораживается как диэлектрик. В зависимости от диапазона частот электромагнитного излучения диэлектрическое размораживание делится на сверхвысокочастотное (СВЧ, микроволновое), высокочастотное (ВЧ) и низкочастотное (НЧ).

При размораживании микроволнами обычно используют частоту 915 и 2450 МГц. Источником электромагнитного излучения является магнетрон. Энергия передается через волноводы к закрытой полости и многократно отражается от ее стенок.

К основным особенностям размораживания рыбы СВЧ-энергией относятся отсутствие контакта продукта с теплоносителем, высокий КПД преобразования энергии в тепло, выделяемое непосредственно в нагреваемом объекте.

Нагрев в поле СВЧ приводит к тому, что зону температур от -5 до 0 °С удается проходить за короткое время, что соответствует технологическим требованиям проведения процесса размораживания.

Основными достоинствами способа являются: высокая скорость размораживания, сокращение потерь белков и экстрактивных веществ, предотвращение развития микрофлоры.

Однако размораживание энергией СВЧ не всегда сопровождается равномерным распределением температурного поля в продукте: перепад температуры по объему блока в отдельных случаях может достигать 20 – 25 °С. В связи с этим размораживание рыбы в электромагнитном поле рекомендуют проводить прерывистым СВЧ-нагревом.

В префектуре Канагава (Япония) разработан дефростер размером 1000 × 900 мм на 200 кг рыбы в блоках (по 12,7 кг каждый), в котором осуществляется "мягкое" размораживание ультразвуком за 30 минут. Но применение стандартного генератора СВЧ с частотой 2450 МГц неэффективно, так как уже на глубине 15-20 мм мощность выделяемой энергии падает в 2 раза. Для блоков, которые имеют толщину до 90мм, требуются генераторы с частотой 915 МГц, позволяющие эффективно оттаивать рыбу на глубине до 50 мм. Размораживание рыбы в электромагнитном поле СВЧ благодаря объемному прогреву позволяет значительно сократить продолжительность процесса по сравнению со всеми другими известными способами.

Однако низкий КПД генераторов СВЧ и другие конструкторские недоработки не позволяют применять их в промышленном масштабе.

При коротковолновом ВЧ-размораживании рыба помещается в электромагнитное поле конденсатора, к которому подают переменное напряжение строго выбранной частоты.

Большое внимание уделено исследованиям по контактному размораживанию рыбы электрическим током. Способ основан на пропускании через блок мороженой рыбы переменного тока, при этом используется электрическое сопротивление мышечной ткани рыбы. Блок мороженой рыбы погружают в медленно циркулирующую воду, в результате чего его температура повышается, а электрическое сопротивление уменьшается. Затем с двух сторон к блоку подводят два электрода и пропускают через них переменный ток напряжением 10 – 40 В и силой 10 – 20 А. При напряжении 380 В продолжительность размораживания блока кильки 4 - 5 минут (на воздухе 180 минут).

Преимуществами способа являются высокая скорость процесса, отсутствие усушки рыбы, сопутствующей размораживанию на воздухе, возможность установки дефростеров в поточные линии по переработке рыбы.

К недостаткам способа размораживания токами промышленной частоты относятся провар 12 % рыбы, большой расход воды, а также высокий расход электроэнергии до 140 – 190 кВт/ч на 1 тонну рыбы.

Размораживание конденсирующимся паром под вакуумом. Сущность этого способа заключается в том, что пар при пониженном давлении расширяется и, конденсируясь на поверхности рыбы, обогревает ее.

Вакуум в камере дефростера позволяет поддерживать при размораживании рыбы достаточно низкую температуру, при которой свойства мяса рыбы сохраняются в максимальной мере.

Концентрация насыщенного пара на поверхности рыбы при пониженном давлении способствует увеличению коэффициента теплоотдачи в 7 – 9 раз по сравнению с воздушной средой.

Скорость размораживания рыбы в условиях вакуума увеличивается в 2 раза по сравнению с размораживанием в воде и в 3 раза по сравнению с размораживанием на воздухе.

Увеличение скорости размораживания рыбы в условиях вакуума по сравнению с традиционными способами свидетельствует об интенсификации внешнего и внутреннего теплообмена. Использование в качестве теплоносителя насыщенного водяного пара позволяет увеличить количество теплоты, подводимой в зону таяния льда. Исследования тепло- и массопереноса при размораживании пищевых продуктов в паре под вакуумом показали, что тепло кроме молекулярной проводимости передается и молекулярной массопроводимостью. Поток влаги, диффундирующей в продукт при конденсации пара, создает эффект, соответствующий по своему действию увеличению теплопроводности.

К преимуществам способа размораживания рыбы в паре под вакуумом относятся высокое качество, отсутствие вторичного обсеменения микроорганизмами, а также меньшие потери массы при последующей тепловой обработке по сравнению с размораживанием в воде. Эти преимущества особенно проявляются при размораживании рыбы длительных сроков хранения.

3.3 Типы аппаратов для размораживания

Чаще других применяются конвейерные дефростеры различных типов, в которых рыбу поштучно или блоками укладывают на конвейер (в некоторых случаях блоки помещают в ковши или кассеты), на котором рыба погружается в воду или орошается струями воды. В погружных дефростерах вода перемешивается струями воздуха, подаваемого в ванну вентилятором. В оросительных дефростерах имеются устройства для вибрации перфорированных пластмассовых ковшей, что ускоряет разрушение блока и дефростацию рыбы.

Производительность дефростеров 500 – 1500 кг/ч. Продолжительность дефростации около 1 ч.

Дефростер Н2-ИТА-110 оросительного типа (рисунок 3.1), непрерывного действия предназначен для размораживания блоков мороженой рыбы на рыбообрабатывающих судах. Для размораживания используется забортная вода температурой 18 – 20 °С. Начальная температура блока -18 °С. Температура рыбы после размораживания от -1 до 0 °С.

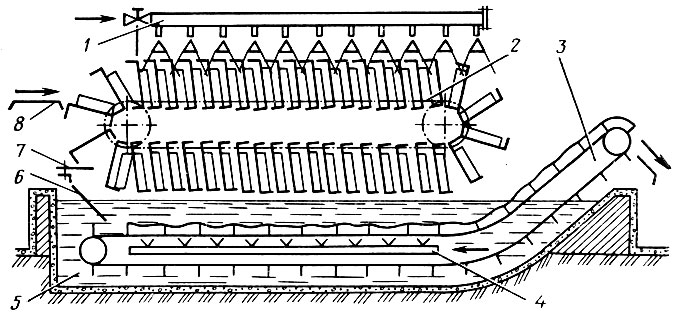
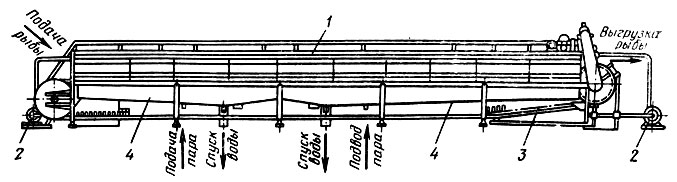


Рисунок 3.1 – Дефростер Н2-ИТА-110: 1 - ороситель; 2 - верхний транспортер с кассетами; 3 - нижний транспортер; 4 - барботер; 5 - ванна; 6 - вибролоток; 7 - выталкиватель; 8 - загрузочный стол.

Блок мороженой рыбы с загрузочного стола вручную сталкивается в кассету верхнего транспортера. Кассеты расположены по всей длине ленты транспортера. В момент поступления блока кронштейны кассеты раскрыты. При переходе цепи транспортера со звездочки на прямолинейный участок кассета закрывается и блок из горизонтального положения переходит в вертикальное. На прямолинейном участке блоки в кассетах интенсивно орошаются водой. Для регулирования расхода подаваемой воды обтекатели оросительных головок выполнены подвижными.

При переходе на нижнюю ветвь верхнего транспортера блоки оказываются повернутыми относительно первоначального положения на 180°. В этом положении они орошаются водой, стекающей с расположенных выше блоков. На нижней ветви транспортера блоки удерживаются в кассете упорами кронштейнов. При дальнейшем движении кассеты по криволинейному участку кронштейны откидываются и блок свободно выпадает на разгрузочный транспортер. Если блок остался в кассете, упоры выталкивателя, попадая между кассетами, выталкивают его на вибролоток.

Механизированный дефростер конструкции «Техрыбпрома оросительного типа» непрерывного действия (рисунок 3.2) применяется для размораживания блоков мороженой рыбы водой температурой 35 – 40 °С и 17 – 18 °С. Скорость рабочего полотна дефростера 0,007 - 0,0036 м/с.

  
Рисунок 3.2 – Механизированный дефростер конструкции «Техрыбпрома»: 1 - водный коллектор; 2 - насосы; 3 - цепной транспортер с ковшами; 4 - ванна.

Рабочее полотно цепного конвейера состоит из двух тяговых цепей, соединенных между собой штангами. Между штангами вставляются перфорированные ковши, которые перекрывают друг друга, исключая возможность провала рыбы между ними. Центробежные насосы обеспечивают подачу воды из ванны по трубам каркаса в оросительные устройства.

Перед началом работы дефростера обе ванны наполняются водой, которая с помощью парового барботера нагревается в первой ванне до 35 – 40 °С, во второй до 17 – 18 °С. В зоне натяжной станции цепного транспортера блоки рыбы без упаковки вручную загружаются в ковши. В каждый ковш загружают один блок в вертикальном положении. Ковши выносят блоки в первую зону орошения, где рыба интенсивно орошается теплой водой, которая подается из ванны в ороситель центробежным насосом. Использованная вода стекает в ванну, подогревается и повторно используется. Пройдя 1/3 зоны орошения, блоки подвергаются кратковременной вибрации, ускоряющей их разваливание и облегчающей проникновение теплой воды в их внутренние слои.

Во второй зоне орошения блоки также орошаются водой температурой 17 – 18 °С. Вода в ороситель подается из второй ванны насосом. Размороженная рыба в зоне приводной станции цепного транспортера высыпается из ковшей и направляется на дальнейшую обработку.

Дефростер конструкции Рижского судоремонтного завода (рисунок 3.3) оросительного типа, непрерывного действия предназначен для размораживания блоков мороженой рыбы водой температурой 18 – 20 °С, которая разбрызгивается оросителями, расположенными над рыбой, движущейся на транспортере. Ороситель представляет собой пластмассовую головку с внутренним спиральным каналом для прохода воды. Скорость движения транспортера можно регулировать от 0,0031 до 0,095 м/с.

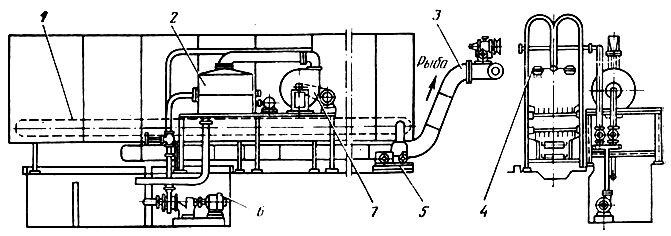


Рисунок 3.3 – Дефростер конструкции Рижского судоремонтного завода: 1 - прутковый цепной транспортер; 2 - фильтр-чешуеотделитель; 3 - ковшовый транспортер; 4 - оросительная головка; 5 - привод ковшового транспортера; 6 - привод насоса; 7 - вентилятор.

После размораживания и отделения от блока рыба проваливается через зазоры между прутками полотна транспортера, попадает на ковшовый транспортер "Гусиная шея" и выносится из зоны размораживания.

Установка снабжена фильтром-чешуеотделителем, позволяющим использовать воду многократно. Сетка фильтра продувается воздухом, нагнетаемым вентилятором.

Дефростер ИДА оросительного типа (рисунок 3.4), непрерывного действия предназначен для размораживания как крупной, так и мелкой рыбы в блоках или россыпью.

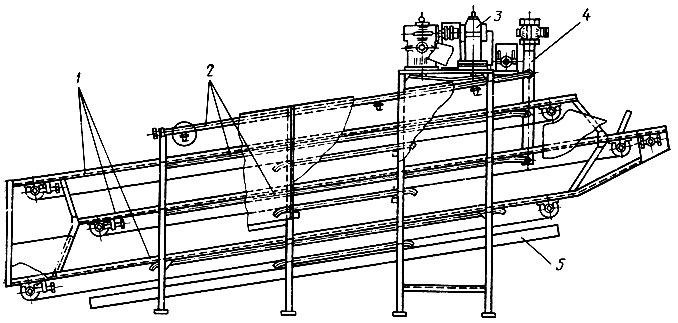


Рисунок 3.4 – Механизированный дефростер ИДА: 1 - сетчатые транспортеры; 2 - оросители; 3 - привод; 4 - коллектор; 5 - поддон.

Мороженая рыба загружается на верхний транспортер дефростера. В процессе движения рыба на транспортере орошается водой температурой 8 – 16 °С и размораживается. Скорость сетчатых транспортеров регулируется от 0,098 до 0,445 м/мин в зависимости от требуемой продолжительности процесса.

Дефростер конструкции рыболовецкого колхоза им. С. М. Кирова погружного типа (рис. 5), непрерывного действия предназначен для размораживания рыбы в блоках водой температурой 20 °С. Теплоносителем для нагрева воды служит пар, подаваемый под давлением. Для интенсификации процесса применен воздушный барботаж. Расход воздуха 250 - 500 м3/ч, пара – 100 – 180 кг/ч.

Ванна дефростера заполняется водой до переливных отверстий, через коллекторную систему в воду нагнетаются воздух и пар. Блоки мороженой рыбы загружаются на верхний транспортер дефростера, который перемещает их вдоль ванны до полного рассыпания. Размораживаемая рыба, отделяясь от блока, падает на нижний транспортер, который выносит ее из дефростера. Санитарная обработка дефростера производится периодически (не реже одного раза в сутки).

Установка для размораживания рыбы в паре под вакуумом (рисунок 3.5) включает горизонтально-цилиндрическую камеру, систему создания и поддержания вакуума, контрольно-измерительные приборы. После загрузки блоков рыбы в вакуум-камеру и ее герметизации на блоки подается холодная вода, часть которой намерзает на поверхности блока в виде ледяной глазури. При достижении в вакуум-камере разрежения 2,66 кПа, соответствующего заданной температуре конденсации, включают подачу пара, и парожидкостная смесь начинает непрерывно циркулировать по контуру камера смешения – трубопровод - орошающие насадки - трубопровод.

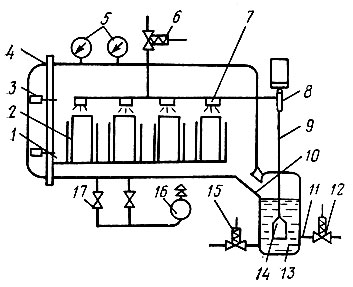


Рисунок 3.5 – Принципиальная схема паровакуумного дефростера: 1 - вакуум-камера; 2 - кассеты; 3 - болты; 4 - крышка; 5 - вакуумметры; 6 - вентиль для подачи воды; 7 - орошающие насадки; 8 - датчик-термометр; 9, 10, 11 - трубопроводы; 12 - вентиль для подачи пара; 13 - сосуд для приготовления и подачи парожидкостной смеси; 14 - камера смешения; 15 - вентиль для отработавшей жидкости; 16 - вакуумный насос; 17 - вентиль-натекатель.

Находящаяся в дефростере рыба размораживается за счет теплоты парожидкостной струи и скрытой теплоты конденсации пара.

При размораживании продуктов в воздушной среде применяют камеры и аппараты периодического или непрерывного действия.

Для ускорения размораживания рыбы в воздушной среде при­меняют интенсивную циркуляцию (до 4 – 5 м/с), повышенную влажность, вибрацию, а также повышенное давление (рисунок 3.6 а). Кроме того, применяют установку электронагревательных элементов непосредственно в зоне размещения продукта (совместный теплообмен кон­векцией и излучением), а также наложение поля токов сверхвы­сокой частоты (микроволновый нагрев).



Рисунок 3.6 – Схемы аппаратов для размораживания рыбы в воздушной среде: а – туннельного типа; б – камерного типа; 1 - корпус; 2 - направляющий канал; 3 - вентилятор; 4 - паровой увлажнитель; 5 - поверхностный воздухо­нагреватель; 6 - конвейер; 7 - полки с продуктом; 8 - электронагревательные элементы.

Установки с применением принудительной циркуляции воздуха и электро- или микроволнового нагрева применяют, как прави­ло, для размораживания и одновременного нагревания продуктов.

Для размораживания и одновременного нагревания рыбного филе потоком воздуха и электронагревательными элементами применяют аппараты камерного типа (рисунок 3.6 б), в которых осе­вой вентилятор подает горячий воздух к продукту через сетчатые полки. На полках размещают противни с продуктами, а нагревательные элементы устанавливают в воздушном канале и между полками.

Выбор способа размораживания зависит от технологической характеристики сырья, геометрических размеров отдельных рыб, их вида, жирности, плотности, вида разделки.

Наибольшее распространение в промышленности нашли размораживание на воздухе и в воде. В последние годы применяются электрофизические способы размораживания, а также размораживание конденсирующимся паром под вакуумом.

Продолжительность размораживания продукта на воздухе зависит от температуры продукта, его толщины, теплофизических свойств, температуры воздуха, вида и свойств упаковки. Интенсификация процесса размораживания рыбы на воздухе достигается путем его увлажнения и циркуляции. К недостаткам воздушного способа размораживания рыбы относятся: высокая продолжительность процесса, неравномерность размораживания рыбы на поверхности и в центре продукта, потеря массы рыбы вследствие усушки, значительная окислительная порча жиров, обсеменение размораживаемого продукта микроорганизмами.

Наиболее распространенным способом является размораживание рыбы в жидкой среде. Кроме того, процесс происходит быстрее, его легче механизировать. Недостатками данного способа является экстракция тканевого сока, ухудшение качества поверхностного слоя из-за перегрева или набухания рыбы. Более эффективным способом размораживания рыбы в воде является применение упругих колебаний (20 Гц – 20000 Гц).

Размораживание рыбы в электромагнитном поле СВЧ благодаря объемному прогреву позволяет значительно сократить продолжительность по сравнению со всеми другими известными способами. Основными достоинствами способа являются: отсутствие контакта продукта с теплоносителем высокая скорость размораживания, сокращение потерь белков и экстрактивных веществ, предотвращение развития микрофлоры.

К преимуществам способа размораживания рыбы в паре под вакуумом относятся высокое качество, отсутствие вторичного обсеменения микроорганизмами, а также меньшие потери массы при последующей тепловой обработке по сравнению с размораживанием в воде.

Зависимость влияния способов размораживания на критерии качества рыбы представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Влияние способов размораживания на уровень критериев качества размороженной рыбы в сравнении со свежей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид рыбы | Критерий качества по показателям, доля единицы | | | | | | | | | | | |
| белковым | | | физико-химическим | | | Органолептичес-ким | | | Общий | | |
| на воз-духе | в воде | СВЧ | на воз-духе | в воде | СВЧ | на воз-духе | в воде | СВЧ | на воз-духе | в воде | СВЧ |
| Палтус | 0,492 | 0,515 | 0,896 | 0,652 | 0,597 | 0,998 | 0,82 | 0,92 | 0,98 | 0,263 | 0,283 | 0,876 |
| Салава | 0,461 | 0,387 | 0,907 | 0,627 | 0,67 | 0,999 | 0,78 | 0,9 | 0,975 | 0,225 | 0,233 | 0,883 |
| Скумбрия | 0,406 | 0,439 | 0,896 | 0,701 | 0,694 | 0,999 | 0,78 | 0,82 | 0,97 | 0,222 | 0,250 | 0,868 |
| Треска | 0,458 | 0,459 | 0,888 | 0,571 | 0,634 | 0,998 | 0,8 | 0,88 | 0,975 | 0,209 | 0,256 | 0,864 |

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Рассмотрим автоматизацию холодильной установки на примере второго температурного режима, t0=-35ºС

4.1 Компрессорные агрегаты

Предусмотрено аварийное отключение компрессора:

- при чрезмерном повышении давления нагнетания (поз. 10, 25);

- при чрезмерном понижении давления всасывания (поз. 9, 24);

- при превышении допустимой температуры нагнетания (поз. 11, 26);

- при недостаточном протоке воды в охлаждающей системе компрессора (поз. 12, 27);

- при недостаточном давлении масла в системе смазки компрессора (поз. 7-8, 22-23).

При работе компрессоров обязательно контролируются следующие параметры:

- давление и температура хладагента на всасывании в компрессор (поз. 14, 16, 29, 31);

- давление и температура на нагнетании компрессора (поз. 15, 17, 30, 32);

- температура масла в системе смазки компрессора (поз. 13, 28).

4.2 Промежуточный сосуд

На промежуточном сосуде установлены:

- два реле уровня (поз. 40, 41), вклю­ченные в схему автоматической защиты компрессора высокой ступени;

- реле уровня (поз. 42), которое выполняет двухпозиционное регулирование электромагнитным вентилем (поз. 43), установленным на линии подачи жидкого хладагента в промежуточном сосуд через регулирующий вентиль;

- отборник давления показывающего прибора (поз. 39).

4.3 Циркуляционный ресивер

На горизонтальном циркуляционном ресивере с функцией отделителя жидкости установлены:

- датчики уровня аварийной защиты компрессора на нижней (поз. 50) и верхней отметке отделителя жидкости (поз. 48, 49);

- датчик уровня (поз. 51), установленный на ресивере на уровне рабочего заполнения, осуществляет управление электро­магнитным вентилем (поз. 52) на линии подачи жидкого хладагента в отде­литель жидкости;

- отборник давления показывающего прибора (поз. 47).

4.4 Дренажный и линейный ресиверы

На дренажных горизонтальных и линейных ресиверах установ­лены:

- датчики уровня, контролирующие верхний (поз. 63, 68) и нижний (поз. 62,67) допус­тимый уровень жидкости;

- реле уровня на линии подачи жидкости в дренажный ресивер (поз. 59), которое выполняет двухпозиционное регулирование электромагнитным вентилем (поз. 60);

- реле давления на линии подачи жидкости в линейный ресивер (поз. 64), которое выполняет двухпозиционное регулирование электромагнитным вентилем (поз. 65);

- отборник давления показывающего прибора (поз. 61, 66).

4.5 Аммиачные насосы

Для безопасной работы насоса необходимо, чтобы разность дав­лений жидкости на всасывании в насос и на нагнетании была не менее паспортной величины, что контролируется двухпозиционным реле давлений (поз. 53-54, 56-57).

Включение насоса обязательно блокируется с системой пуска компрессора. Компрессор не может быть запущен до пуска насоса (поз. 55, 58).

4.6 Водяные насосы

На нагнетательном трубопроводе установлен датчик показывающего прибора давления (поз. 34’, 76).

4.7 Регулирование температуры воздуха в охлаждаемом помещении

Для поддержания требуемой температуры воздуха в помещении в многообъектных холодильных установках используется индивидуаль­ное питание приборов охлаждения. В этом случае в помещении устанавливается датчик температуры (поз. 45) с электрическим выходным сигналом, связанный через систему преобразования с электромагнитным вентилем (поз. 46), установленным на линии подачи жид­кого агента в прибор охлаждения. Датчик температуры показывает температуру в охлаждаемом помещении (поз. 44).

4.8 Маслоотделитель и маслосборник

На маслоотделителе и маслосборнике устанавливаются отборники давления показывающего прибора (поз. 69, 70).

4.9 Градирня и конденсатор

На градирне установлен датчик уровня (поз. 37, 77), установленный в ванне градирни, который осуществляет управление электро­магнитным вентилем (поз. 38, 78) на линии подачи воды в ванну.

4.10 Автоматическая оттайка приборов охлаждения

При автоматической оттайке приборов охлаждения должны быть произведены следующие операции:

а) отключение подачи жидкости в испаритель;

б) слив оставшегося агента и отключение испарителя от линии всасывания;

в) открытие вентилей на линии: испаритель-дренажный ре­сивер (причем ресивер должен быть предварительно опорожнен и в нем должно быть понижено давление);

г) открытие вентиля на подаче горячего пара в испаритель;

д) во время оттайки необходимо контролировать уровень аммиака в дренажном ресивере;

е) окончание оттайки контролируется по наличию снеговой шубы на приборах охлаждения;

ж) прекращение оттайки и включение приборов охлаждения в работу производится в обратной последовательности от пункта г) до пункта а).

Отключение и включение подачи и слива агента производит­ся в основном с помощью электромагнитных вентилей.

Управление электромагнитными вентилями осуществляется отдельным блоком управления оттайкой по специально составлен­ной программе с использованием реле времени.

4.11 Перечень приборов контроля холодильной установки

Места установки, наименование, характеристика и уровень установки приборов контроля представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень приборов контроля

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Пози-ция | Место установки | Наименование прибора | Характе-ристика | Уровень установки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | Система охлаждения компрессора первой ступени | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | 45 ºС |
| 6’ | Трубопровод подачи жидкости в линейный ресивер | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | 39 ºС |
| 7-8 | Система смазки компрессора первой ступени | Реле разности давлений МР55А | 0,03-0,45 МПа | 0,1 МПа |
| 9 | Всасывающий трубопровод компрессора первой ступени | Реле низкого давления КР5А | 0,8-3,2 МПа | 0,076 МПа |
| 10 | Нагнетательный трубопровод компрессора первой ступени | Реле высокого давления КР5А | 0,8-3,2 МПа | 0,453 МПа |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | Нагнетательный трубопровод компрессора первой ступени | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 52ºС |
| 13 | Система смазки компрессора первой ступени | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 45 ºС |
| 14 | Всасывающий трубопровод компрессора первой ступени | Термопара ТПК004 | -40-400ºС | - |
| 15 | Нагнетательный трубопровод компрессора первой ступени | Термопара ТПК004 | -40-400ºС | - |
| 16 | Всасывающий трубопровод компрессора первой ступени | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 17 | Нагнетательный трубопровод компрессора первой ступени | МанометрМ-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 21 | Система охлаждения компрессора второй ступени | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | 45 ºС |
| 22-23 | Система смазки компрессора второй ступени | Реле разности давлений МР55А | 0,03-0,45 МПа | 0,1 МПа |
| 24 | Всасывающий трубопровод компрессора второй ступени | Реле низкого давления КР1А | -0,2-2,5 МПа | 0,302 МПа |
| 25 | Нагнетательный трубопровод компрессора второй ступени | Реле высокого давления КР5А | 0,8-3,2 МПа | 1,8 МПа |
| 26 | Нагнетательный трубопровод компрессора второй ступени | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 100ºС |
| 28 | Система смазки компрессора второй ступени | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 45 ºС |
| 29 | Всасывающий трубопровод компрессора второй ступени | Термопара ТПК004 | -40-400ºС | - |
| 30 | Нагнетательный трубопровод компрессора второй ступени | Термопара ТПК004 | -40-400ºС | - |
| 31 | Всасывающий трубопровод компрессора второй ступени | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 32 | Нагнетательный трубопровод компрессора второй ступени | МанометрМ-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 33 | Система охлаждения компрессоров | Реле высокого давления КР5А | 0,8-3,2 МПа | 0,2 МПа |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 34’ | Трубопровод подачи воды из градирни | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 35 | Система охлаждения компрессоров | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 20 ºС |
| 37 | Уровень воды в градирне | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 40 % |
| 38 | Система охлаждения компрессоров | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | 20 ºС |
| 39 | Промежуточный сосуд | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 40 | Промежуточный сосуд | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 41 | Промежуточный сосуд | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 42 | Промежуточный сосуд | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 20 % |
| 43 | Трубопровод подачи жидкости в промежуточный сосуд | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | 52 ºС |
| 44 | Охлаждаемое помещение | Термопара ТПК004 | -40-400ºС | - |
| 45-46 | Трубопровод подачи жидкости в испаритель | Терморегулирующий вентиль ТРВА | -40-0ºС | -35 ºС |
| 47 | Циркуляционный ресивер | МанометрМ-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 48 | Циркуляционный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 70 % |
| 49 | Циркуляционный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 50 | Циркуляционный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 40 % |
| 51 | Циркуляционный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 20 % |
| 52 | Трубопровод подачи жидкости в циркуляционный ресивер | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150ºС | -35 ºС |
| 53-54 | Система подачи жидкости в жидкостной коллектор | Реле разности давлений МР55А | 0,03-0,45 МПа | 0,15 МПа |
| 56-57 | Система подачи жидкости в жидкостной коллектор | Реле разности давлений МР55А | 0,03-0,45 МПа | 0,15 МПа |
| 59 | Трубопровод подачи жидкости в дренажный ресивер | Реле уровня  РОС-501 | 20-50 мм | 20 % |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 60 | Трубопровод подачи жидкости в дренажный ресивер | Электромагнитный вентильЭПК-01 | -50-150ºС | -35 ºС |
| 61 | Дренажный ресивер | МанометрМ-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 62 | Дренажный ресивер | Реле уровня  РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 63 | Дренажный ресивер | Реле уровня  РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 64-65 | Трубопровод подачи жидкости в линейный ресивер | Реле давления «до себя» AFA/VFG 2 | 0,03-1,1 МПа | 0,095 МПа |
| 66 | Линейный ресивер | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 67 | Линейный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 20 % |
| 68 | Линейный ресивер | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 80 % |
| 69 | Маслоотделитель | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 70 | Маслосборник | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 71 | Трубопровод подачи жидкости в линейный ресивер | Реле температуры КР79 | 80-150ºС | 39 ºС |
| 73 | Трубопровод подачи пара в конденсатор | МанометрМ-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 74 | Трубопровод подачи охлаждающей жидкости в конденсатор | Реле высокого давления КР5А | 0,8-3,2 МПа | 0,2 МПа |
| 76 | Трубопровод подачи охлаждающей жидкости в конденсатор | Манометр М-3ВУ | 0,0-100 кгс/см2 | - |
| 77 | Уровень воды в конденсаторе | Реле уровня РОС-501 | 20-50 мм | 50 % |
| 78 | Система охлаждения конденсатора | Электромагнитный вентиль ЭПК-01 | -50-150 ºС | 20 ºС |

Спецификация приборов и электроаппаратуры приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Спецификация приборов и электроаппаратуры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Количество | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| SP1-4 | Датчик реле разности давлений МР55А | 4 | - |
| SP 5-6 | Датчик реле низкого давления КР1А | 2 | - |
| SP 7-10 | Датчик реле высокого давления КР5А | 4 | - |
| SP 11 | Реле давления «до себя» AFA/VFG 2 | 1 | - |
| ST 1-6 | Термопара ТПК004 | 6 | - |
| ST7-12 | Датчик реле температуры КР79 | 6 | - |
| ST 13 | Терморегулирующий вентиль ТРВА | 1 | - |
| 1K-SN, 2K-SN | Датчик реле протока FQS-U30G | 2 | - |
| 1-13 | Манометр давления М-3ВУ | 13 | - |
| SL 1-13 | Датчик реле уровня РОС-501 | 13 | - |
| МП 1-19 | Пускатель магнитный нажимной | 19 | - |
| KS1-2 | Реле времени пневматическое | 2 | - |
| HL | Арматура сигнальная АС-220 с линзой зеленого цвета | 12 | - |
| HL | То же, с линзой желтого цвета | 2 | - |
| HL | То же, с линзой красного цвета | 48 | - |
| SB | Кнопка исп. 2, черная КЕ-011УЗ | 2 | - |
| SB | То же, красная | 5 | - |
| НА-1 | Звонок громкого боя МЗ-1 | 1 | - |
| НА-2 | Сирена сигнальная ВСС-3 | 1 | - |

5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Паспортные данные холодильного оборудования представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Паспортные данные оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Холодильное оборудование | | | Электродвигатель | | | | | | | |
| № | Наименование | Количество, шт | Количество едениц, шт | Тип | Мощность, кВт | Напряжение, В | коэффициент мощности | КПД | Число оборотов, об/мин | Iп/Iн |
| 1 | Воздухоохладитель ADHN 066C/110 | 9 | 1 | FL065 | 0,76 | 380 | 0,72 | 0,77 | 870 | 6,1 |
| 2 | Воздухоохладитель ADHN 041C/17 | 3 | 1 | FC040 | 0,315 | 220 | 0,74 | 0,77 | 1370 | 4 |
| 3 | Воздухоохладитель ADHN 051C/17 | 1 | 1 | FB050 | 0,5 | 380 | 0,74 | 0,77 | 1380 | 5,2 |
| 4 | Воздухоохладитель ADHN 041C/110 | 3 | 1 | FC040 | 0,315 | 220 | 0,74 | 0,77 | 1370 | 4 |
| 5 | Воздухоохладитель ADHN 041A/14 | 4 | 1 | FC040 | 0,315 | 220 | 0,74 | 0,77 | 1370 | 4 |
| 6 | Компрессорный агрегат SAB 120 S | 2 | 1 | M2CA 280 MB | 47 | 380 | 0,77 | 0,926 | 989 | 7,4 |
| 7 | Компрессорный агрегат SAB 151 L | 2 | 1 | M2CA 280 SA | 32 | 380 | 0,78 | 0,905 | 987 | 6,2 |
| 8 | Конденсатор МИК1-100-Н | 1 | 1 | 114.6НМ ЗАС | 12 | 380 | 0,76 | 0,76 | 1000 | 6,5 |
| 9 | Градирня Град-8 | 1 | 1 | АОЛ2-21-6 | 0,37 | 380 | 0,74 | 0,78 | 1500 | 6,1 |
| 10 | Аммиачный насос ЦГН-12,5/20 | 4 | 1 | АИР 100L4 | 4 | 220 | 0,84 | 0,82 | 2950 | 7 |
| 11 | Водяной насос К 60-50-125 | 2 | 1 | АИР 100S4 | 3 | 220 | 0,82 | 0,82 | 2950 | 7 |
| 12 | Водяной насос К 50-32-125 | 2 | 1 | АИР 80B2 | 2,2 | 220 | 0,85 | 0,81 | 2950 | 7 |

При расчете кабелей, питающих отдельные агрегаты холодильной установки, расчетный ток, Iр, А, определяем по формуле 5.1 [30]:

, (5.1)

где Рн – номинальная мощность, кВт;

Uн – номинальное напряжение, В;

η – КПД электродвигателя;

сosφ – коэффициент мощности электродвигателя.

Итоги расчета кабелей представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Выбор кабелей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Оборудование | Длина кабеля,  м | Мощность двигателя, кВт | Расчетный  ток, А | Выбранный  кабель | Допустимый  ток, А |
| 1 | Воздухоохладитель  ADHN 066C/110 | 100 | 0,76 | 1,6 | 3 х 1 | 14 |
| 2 | Воздухоохладитель  ADHN 041C/17 | 100 | 0,315 | 1,13 | 3 х 1 | 14 |
| 3 | Воздухоохладитель  ADHN 051C/17 | 100 | 0,5 | 1 | 3 х 1 | 14 |
| 4 | Воздухоохладитель  ADHN 041C/110 | 100 | 0,315 | 1,1 | 3 х 1 | 14 |
| 5 | Воздухоохладитель  ADHN 041A/14 | 100 | 0,315 | 1,1 | 3 х 1 | 14 |
| 6 | Компрессорный агрегат SAB 120 S | 30 | 47 | 67,2 | 3 х16 | 70 |
| 7 | Компрессорный агрегат SAB 151 L | 25 | 32 | 46,2 | 3 х 10 | 50 |
| 8 | Конденсатор МИК1-100-Н | 50 | 12 | 24,9 | 3 х 4 | 27 |
| 9 | Градирня Град-8 | 55 | 0,37 | 0,8 | 3 х 1 | 14 |
| 10 | Аммиачный насос ЦГН-12,5/20 | 30 | 4 | 11,2 | 3 х 1 | 14 |
| 11 | Водяной насос К 60-50-125 | 40 | 3 | 8,6 | 3 х 1 | 14 |
| 12 | Водяной насос К 50-32-125 | 40 | 2,2 | 6,2 | 3 х 1 | 14 |

Обычно все электропотребители не работают одновременно, тогда расчетную мощность, Sр, кВт, определяем по формуле 5.2 [30]:

, (5.2)

где Рр – активная мощность, кВт;

Qp – реактивная мощность, кВт.

Активную мощность, Рр, кВт, определяем по формуле 5.3 [30]:

, (5.3)

где Кс – коэффициент одновременности.

Коэффициент спроса, Кс, определяем по формуле 5.4 [30]:

, (5.4)

где Ко – коэффициент одновременности. Принимаем Ко=0,75;

Кз – коэффициент загрузки. Принимаем Кз=0,72;

ηс – кпд сети. Принимаем ηс= 0,9.

Реактивную мощность, Qp, кВт, определяем по формуле 5.5 [30]:

, (5.5)

где tgφp определяем исходя из cosφp. cosφp определяем по формуле 5.6 [30]:

, (5.6)



Следовательно tgφp = 0,805.

Итоги расчета мощностей представлены в таблице 5.3.

После выбора кабеля или проводов, в случае необходимости, их следует проверить на перегрев, на падение напряжения (оно не должно превышать ±5 % от Uн). Проверку проводов и кабеля по допустимой потере напряжения, ∆U, кВт проводим по формуле 5.7 [30]:

. [5.7]

Таблица 5.3 – Результаты расчета мощностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Электроприемник | | Количество,  шт | Установленная мощность, кВт | Расчетный коэффициент | | Расчетные нагрузки | | |
| Кс | cosϕ | Рр, кВт | Qр, кВт | Sр, кВт |
| 1 | Воздухоохладитель ADHN 066C/110 | 9 | 0,76 | 0,78 | 0,78 | 5,33 | 4,29 | 6,84 |
| 2 | Воздухоохладитель ADHN 041C/17 | 3 | 0,315 | 0,78 | 0,78 | 0,74 | 0,59 | 0,95 |
| 3 | Воздухоохладитель ADHN 051C/17 | 1 | 0,5 | 0,78 | 0,78 | 0,39 | 0,31 | 0,5 |
| 4 | Воздухоохладитель ADHN 041C/110 | 3 | 0,315 | 0,78 | 0,78 | 0,74 | 0,59 | 0,95 |
| 5 | Воздухоохладитель ADHN 041A/14 | 4 | 0,315 | 0,78 | 0,78 | 0,98 | 0,79 | 1,26 |
| 6 | Компрессорный агрегат SAB 120 S | 2 | 47 | 0,66 | 0,78 | 61,98 | 49,91 | 79,58 |
| 7 | Компрессорный агрегат SAB 151 L | 2 | 32 | 0,67 | 0,78 | 42,67 | 34,36 | 54,78 |
| 8 | Конденсатор  МИК1-100-Н | 1 | 12 | 0,79 | 0,78 | 9,47 | 7,63 | 12,16 |
| 9 | Градирня Град-8 | 1 | 0,37 | 0,77 | 0,78 | 0,28 | 0,23 | 0,37 |
| 10 | Аммиачный насос ЦГН-12,5/20 | 4 | 4 | 0,73 | 0,78 | 11,71 | 9,43 | 15,03 |
| 11 | Водяной насос  К 60-50-125 | 2 | 3 | 0,73 | 0,78 | 4,39 | 3,54 | 5,64 |
| 12 | Водянойнасос  К 50-32-125 | 2 | 2,2 | 0,74 | 0,78 | 3,26 | 2,62 | 4,18 |
| Итого | | | | | | 141,93 | 114,31 | 182,24 |

Расчетный ток тепловой защиты электродвигателя, Iуст.max, А, определяем по формуле 5.8 [30]:

, (5.8)

где Iп – пусковой ток электродвигателя, А.

Расчетный ток максимальной защиты электродвигателя, Iуст.тепл, А, определяем по формуле 5.9 [30]:

, (5.9)

где Iн – номинальный ток электродвигателя, А.

Итоги расчета токов и выбор защитно коммутационных аппаратов представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Результаты расчета токов и выбор защиты

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Мощ-ность электро-дви-гателя, кВт | Ток электро-двигателя | | Пускатель | | | Автомат | | | | |
| Iн, А | Iп, А | Тип | Uн | Iн | Тип | Uн | Ток, А | | |
| Iн | Iуст.max. | Iуст.тепл. |
| 1 | 0,76 | 1,5 | 9,2 | ПМА 4 | 380 | 10 | ACT | 380 | 25 | 11,2 | 2 |
| 2 | 0,315 | 1,2 | 4,8 | ПМА 2,2 | 220 | 10 | А63 | 240 | 25 | 5,9 | 1,6 |
| 3 | 0,5 | 1,1 | 5,7 | ПМА 1,5 | 380 | 4 | ACT | 380 | 25 | 7,0 | 1,4 |
| 4 | 0,315 | 1,2 | 4,8 | ПМА 2,2 | 220 | 10 | А63 | 240 | 25 | 5,9 | 1,6 |
| 5 | 0,315 | 1,2 | 4,8 | ПМА 2,2 | 220 | 10 | А63 | 240 | 25 | 5,9 | 1,6 |
| 6 | 47 | 68,5 | 274 | ПМА 55 | 380 | 100 | AE2050 | 380 | 100 | 334,3 | 89,1 |
| 7 | 32 | 47,2 | 292,6 | ПМА 55 | 380 | 100 | AE2050 | 380 | 100 | 357 | 61,4 |
| 8 | 12 | 25,2 | 163,9 | ПМА 17 | 380 | 63 | ACT | 380 | 25 | 199,9 | 32,8 |
| 9 | 0,37 | 1 | 6,1 | ПМА 4 | 380 | 10 | ACT | 380 | 25 | 7,4 | 1,3 |
| 10 | 4 | 12 | 84,0 | ПМА 5,5 | 220 | 25 | А63 | 240 | 25 | 102,5 | 15,6 |
| 11 | 3 | 8,9 | 62,3 | ПМА 5,5 | 220 | 25 | А63 | 240 | 25 | 76,0 | 11,6 |
| 12 | 2,2 | 6,3 | 44,1 | ПМА 0,8 | 220 | 4 | А63 | 240 | 25 | 53,8 | 8,2 |

Сечение кабеля, питающего распределительный щит, определяем из условия, что при выходе из строя одного кабеля, второй должен обеспечить питание всей нагрузки.

В этом случае расчетный линейный ток, Iр\*, А, определяем по формуле 5.10 [30]:

, (5.10)

.

Подбираем кабель марки ВВГ НГ 3 х 95 с медными жилами с бумажной, пропитанной маслоканифольной и нестекающей массами изоляцией в свинцовой оболочке, прокладываемом в земле.



Номинальный ток шкафа, Iш.н., А, определяем из условия, что он должен быть не меньше расчетного линейного тока



Выбираем 3 шкафа ЯРП 11-301-54У1. Параметры шкафа представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Параметры шкафа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный ток ящика, А | Номинальный ток плавкой вставки предохранителя, А | Номинальное напряжение, В | Тип встраиваемых аппаратов | Число полюсов |
| 100 | 100 | 380 переменного тока частотой 50 Гц | Рубильник  Р26-35370-00У3. Предохранители  ПН2-100-10 | 3 |

6 БЕЗОПАСНОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

6.1 Условия труда

В данном разделе необходимо выявить неблагоприятные факторы производственной среды, представляющие потенциальную опасность отрицательного воздействия на работающих. Также необходимо дать краткую характеристику санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала, опасных и вредных производственных факторов, методов контроля, а также способов и средств защиты от их воздействия.

Проектируемое здание будет располагаться в г. Южно- Сахалинске. Производственный корпус представляет собой каркас из стальных колонн, к которым монтируют стеновые сэндвич-панели, и балок, на которые укладываются кровельные сэндвич-панели. Полы – керамическая кислотоупорная плитка. Характеристика производственного здания приведены в таблице 6.1, где согласно ПУЭ – 2007 [18] установлены классы помещений по опасности поражения электрическим током и характеру окружающей среды, а по СН 245-71 [19] приняты площадь и объем помещений приходящихся на 1 работающего.

Таблица 6.1 – Характеристика помещения проектируемого цеха

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех | Тип здания и  этажность | Строительные  размеры, м | Площадь и объем помещения, приходящая на одного рабочего | | | | Периодичность уборки произ-водственного помещения |
| Площадь, м2 | | Объем, м2 | |
| Норма | Факт | Норма | Факт |
| Комп-рессор-ный цех | Каркасное панельное  здание, одноэтаж-ное | Длина– 18, ширина– 12  высота– 6 | 4,5 | 27 | 25 | 162 | 1 раз в неделю |

В компрессорном цехе также предусмотрены санитарно-бытовые помещения, характеристика которых приведена в таблице 6.2, согласно СНиП 2.09.04-87 [21].

Важным показателем высокой работоспособности является производственное освещение. В связи с этим предусматривается естественное и искусственное освещение.

Таблица 6.2 – Номенклатура и оборудование санитарно-бытовых помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коли-чество  работаю-щих в макси-мальную смену | | Группа произ-водст-венного процесса | Санитарно-бытовые помещения   |  | | --- | | Подпись и дата |  |  | | --- | | Инв. № дубл. |  |  | | --- | | Взам. инв. № |  |  | | --- | | Подпись и дата |  |  | | --- | | Инв. № подл. |  |  | | --- | |  |  |  | | --- | |  |  |  | | --- | |  |  |  | | --- | |  |  |  | | --- | |  | | | | Санитарно-технические устройства | | |
| Наименование | Площадь, м2 | | Наименование | Количество, шт | |
| Факт | Норма | Факт | Норма |
| Муж | Жен |
| 6 | 1 | 1б | Гардеробная | 0,2 | 0,2 | Устройства питьевые | 1 | 1 |
| Санузел | 1,5 | 0,96 | Унитазы | 1 | 1 |
| Душевая | 0,81 | 0,81 | Умывальники | 2 | 2 |

Естественное освещение осуществляется через боковые оконные проемы, которые служат легко сбрасываемыми конструкциями для защиты зданий при взрыве. Остекленная поверхность окон два раза в год очищается от пыли и копоти. Принятые меры необходимы для максимального использования естественного освещения.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону. Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены.

Параметры производственного микроклимата приведены в таблице 6.3, в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [22].

Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья,

но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Компрессорный цех отапливается от котельной, которая находится на территории предприятия. В качестве теплоносителя выступает вода с температурой на входе в здание 120-130ºС. Для удобного обслуживания применяются отопительные приборы – гладкотрубные радиаторы.

Характеристика зрительной работы IIIв - высокой точности. На проектируемом предприятии планируется применение люминесцентных ламп низкого давления - сухие нормальные ВЛО-3Х80Б.

Характеристика освещения для влажных помещений приведены в таблице 6.4, согласно СНиП 23-05-95 [23].

Таблица 6.3 – Параметры микроклимата

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категории работ | Температура воздуха, °С | | | Температура поверхности, °С | | Относитель-ная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | | |
| Оптимальный | Допустимая | | Оптимальный | Допустимая | Оптимальная | Допустимая | Оптимальная | Допустимая | |
| Выше опти-маль-ной | Ниже опти-маль-ной | Выше опти-маль-ной | Ниже опти-маль-ной |
| Холодный | IIб | 17-19 | 19,1-22 | 15-16,9 | 16-20 | 14-23 | 60-40 | 15-75 | 0,2 | 0,4 | 0,2 |
| Тёплый | IIб | 18-22 | 21,1-27 | 16-18,9 | 18-22 | 15-28 | 60-40 | 15-75 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |

Таблица 6.4 – Освещение производственных помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа адмистративного района | Разряд и под разряд зрительной работы | Искусственное освещение | | | | | Тип, марка ламп и  исполнение светильников | Естественное освещение, % | | Совмещенное освещение, % | |
| Освещенность, лк | | | Коэффи-циенты | | При общем и комбинированном | При боковом | При общем и комбинированном | При боковом |
| Комбини-ронное освещение | | Общее | Ослеплен-ности | Пульсации, % |
| Всего | В т. ч. общего |
| 2 | IIIв | 750 | 200 | 300 | 40 | 15 | ВЛО-3×80 Б | 0 | 5 | 3 | 1,2 |

Компрессорный цех нужно проветривать. Для этого используют системы вентиляции, представленные в таблиц 6.5.

Таблица 6.5 – Рекомендуемые системы вентиляции в производственных, подсобных и складских помещениях

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех | Основные  выделяющиеся вредности | Системы вентиляции | | |
| Вытяжная | Приточная | |
| В холодный период года | В теплый период года |
| Компрес-сорный | Выделение паров аммиака | Механическая из верхней и нижней зоны | Механическая с подачей воздуха в верхнюю зону | Естествен-ная |

6.2 Потенциальные опасности и вредности процесса получения холода

При выполнении технологических процессов появляются вредные и опасные факторы, под воздействием которых может оказаться человек в процессе эксплуатации оборудования.

Поэтому, выявив вредные производственные факторы необходимо преступить к анализу средств индивидуальной защиты и способов защиты оборудования. Опасные и вредные производственные факторы определяются в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [24].

Результаты представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Вредные производственные факторы и средства защиты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех | Наиме-нование | ПДУ, доза | Действие на организм человека | Индивидуальные средства защиты |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Компрессорный цех | Влаговы-деления | До75 % | Влажность кожных покровов, простудные заболевания | Специальная одежда, обувь и резиновые перчатки |
| Тепловы-деления | Выше 45 ºС | Тепловой дискомфорт, термический ожог, влажность кожных покровов | Термоизолирующая одежда, обувь, перчатки |
| Шум | 80 дБА | Ухудшение слуха, повышенная утомляемость, снижение внимания | Специальная одежда, беруши, наушники |

Продолжение таблицы 6.6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | Вибрация | 92 дБ/80 Гц | Расстройство ЦНС | Специальная обувь с  виброгасящими прокладками, коврики, перчатки |
| Газовыде-ления | 20мг/м3 | Удушение | Противогаз типа КД, изолирующий дыхательный аппарат сжатого воздуха АСВ |
| Масловы-деления | 20мг/м3 | Раздражение, термический ожог | Специальная одежда, обувь и перчатки |

Нормирование шума ведется по предельному спектру согласно ГОСТ 12.1.003-83[25].

Нормирование вибрации предусматривает установление предельно–допустимых уровней вибрации в активных полосах 92 дБ в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83[25].

6.3 Безопасность эксплуатации холодильного оборудования

Любое технологическое оборудование должно обеспечивать требования безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении, при использовании отдельно или в составе агрегатов, линий, систем. В процессе эксплуатации оно не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм, должно быть пожаро- и взрывобезопасным. Не должно создавать опасности в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ и других факторов. Выполнение указанных требований в полном объеме возможно лишь в том случае, когда их учет производится на этапе проектирования предприятия. Основным нормативным документом данного раздела является «ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [24].

6.3.1 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, поля, электрической дуги и статического электричества.

Опасность поражения человека электрическим током зависит от ряда факторов, из которых существенное значение имеют следующие: эксплуатационное напряжение, окружающая производственная среда и квалификация обслуживающего персонала.

Электробезопасность согласно ГОСТ 12.2.020-76 «Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка» [26] в производственных условиях обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; организационными и техническими мероприятиями; техническими способами и средствами защиты.

Для защиты людей от поражения электрическим током применяются защитные меры электробезопасности: защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, применение малых напряжений, двойная изоляция, разделяющие трансформаторы, ограждения.

К техническим способам и средствам защиты для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям относится: изоляция токоведущих частей; изоляция рабочего места; защитные оболочки; защитное ограждение; защитное отключение; безопасное расположение токоведущих частей; предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

В цехе используется контурное заземление с искусственными заземлителями. В качестве искусственных заземлителей используются вертикальные стальные уголки размером 40х40 мм, и длиной 3,5 м.

6.3.2 Пожаробезопасность

На предприятии предусмотрена автоматическая система пожарной сигнализации, пожарные щиты, а также порошковые огнетушители и стенды с инвентарем. Автоматическая пожарная сигнализация позволяет обнаружить начальную стадию загорания и известить об этом службу безопасности.

К первичным средствам пожаротушения относятся, прежде всего, огнетушители. Огнетушители предназначаются для тушения очагов горения в начальной их стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов. ГОСТ 12.2.020-76 «Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка» [26]

Характеристика средств пожаротушения представлена в таблице 6.7.

При проектировании предприятия соблюдается комплекс, регламентируемый РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [27]. Молниезащита— это комплекс технических решений и специальных приспособлений для обеспечения безопасности здания, а также имущества и людей, находящихся в нем.

Опасность для зданий (сооружений) в результате прямого удара молнии может привести к:

• повреждению здания (сооружения) и его частей;

• отказу находящихся внутри электрических и электронных частей;

• гибели и травмированию живых существ, находящихся непосредственно в здании (сооружении) или вблизи него.

Таблица 6.7 – Характеристика средств пожаротушения в цехе мороженого

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Горючее вещество | Класс и подкласс пожара | Степень огнестойкости  здания | Категория помещения по  пожаровзрывоопасности | Первичные средства пожаротушения (огнетушители) | | Автоматческие средства пожаротушения | Меры и средства пожаротушения |
| Тип | Коли-чество |
| NH3 | С | II | A | ОП-10 | 4 | Извещатель пожарный дымовой оптико- электронный  ДИП-41М | Объемное тушение и флегматизация газовыми составами, порошки типа АВСЕ и ВСЕ |

Одним из способов защиты от воздействия молнии является устройство молниеотводов. Молниеотвод создает определенную зону защиты, в пределах которой обеспечивается безопасность зданий и сооружений от прямых ударов молнии.

Молниезащита зданий, сооружений представлена в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Молниезащита зданий, сооружений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район рас-положения предприятия | Среднегодовая продолжитель-ность гроз, ч/год | Вид объекта и класс взрыво-опасных зон | Тип зон защиты | Категория молние  защиты | Тип молниеотвода |
| Южно- Сахалинск | Менее 10 ч. | В-1б | А | II | Одиночный стержневой молниеотвод |

6.4 Чрезвычайные ситуации

6.4.1 Наводнения

Причинами наводнений могут быть бурное таяние снегов, продолжительные обильные дожди.

Как следствие наводнения иногда наблюдаются в районе стихийного бедствия, загрязнение воды промышленными стоками и бытовыми отходами в результате выхода из строя коллекторов водоочистки городов, а также смывов в реку отходов животноводческих ферм; нередко приводят к разрушениям коммуникаций: линий связи, электропередач, дорог и сооружений на них; нередки случаи разрушения жилых домов, общественных зданий, промышленных сооружений и т. п. Возможны и гибель людей, сельскохозяйственных животных и другие невосполнимые утраты.

6.4.2 Землетрясение

Землетрясение - это природное явление, сопровождающееся подземными толчками и колебаниями земной поверхности, появлением широких трещин и смещений в грунте, оползней, снежных лавин, грязевых потоков, образованием цунами. В зависимости от интенсивности землетрясения могут приводить к сильным разрушениям зданий и сооружений, гибели и травмирование людей, выходу из строя систем жизнеобеспечения.

Непосредственную опасность при землетрясениях представляют частичное или полное разрушение зданий, обрушение перекрытий и стен, разбитое стекло окон и витражей, опрокидывание и падение плохо закрепленной мебели, пожары от разрушенных печей, газовых коммуникаций и кабельных линий, разлив АХОВ (аварийно химически опасных веществ) и т.д. Точное место и время начала землетрясения пока предсказать не удается. Знание населением косвенных признаков предстоящего землетрясения может помочь перенести его с меньшими потерями.

6.4.3 Ураган

Такое опасное явление, как сильный ветер скоростью, включая порывы до 25 м/с и более происходит несколько раз в год.  Но к числу опасных явлений можно отнести ветер и свыше 15 м/с, тем более в сочетании с сильными осадками (дождем, градом). Вероятный ущерб от сильного ветра может быть значительным, что приводит к нарушению жизнедеятельности населения на больших территориях.

6.4.4 Аварийные химически-опасные вещества

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах являются чрезвычайно высокий износ технологического оборудования и трубопроводных систем, а также человеческий фактор.

Решение сложной и многоаспектной проблемы обеспечения химической безопасности населения области с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных с выбросом (разливом) АХОВ (аварийно химически опасных веществ), требует создания концепции, определяющей стратегические направления снижения угроз на территориальном уровне.

В данном разделе дипломного проекта сделан анализ потенциальных опасностей и вредностей. Проанализировано помещение по характеру окружающей среды, по электробезопасности, по пожаробезопасности, по молниезащите. Разработаны мероприятия по созданию безопасных условий труда. Произведена оценка условий труда и санитарно-бытовых условий участка, выявлены и оценены опасности и вредности. Также описаны необходимые средства защиты, меры и средства предосторожности с точки зрения безопасности в производственных условиях.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Расчет годовой выработки холода

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

Расчёт суммарной рабочей холодопроизводительности компрессоров в стандартном режиме представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Расчёт суммарной рабочей холодопроизводительности компрессоров

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Темпера-тура кипения, ºС | Холодопроизводи-тельность по температурам кипения, кВт | Холодопроизводи-тельность,  тыс. кДж | Коэффициент перевода в стандартные условия | Холодопроизводительность,  тыс. ст. ккал/час |
| -10 | 104,006 | 374,4 | 0,78 | 69,7 |
| -35 | 85,671 | 308,4 | 1,9 | 139,85 |
| Итого: | | | | 209,55 |

Годовую выработку холода,Qгод, тыс.ст.ккал, определяем по формуле 7.1 [31]:

, (7.1)

где Q0ст - суммарная рабочая холодопроизводительность компрессоров, тыс. ст. ккал;

T - число часов работы компрессоров в год;

β - коэффициент использования рабочего времени.

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

.

7.2 Расчет капитальных вложений

В данном разделе рассчитываем капитальные вложения на строительство

проектируемого компрессорного цеха. Данные по затратам на приобретение оборудования представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Затраты на приобретение оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование оборудования, марка | Характеристика оборудования | Стоимость единицы, руб. | Общая стоимость, руб. | Коли-чество, шт. |
| 1 | Воздухоохладитель  ADHN 066C/110 | Q0 = 8,7 кВт;  Nэ = 0,76 кВт. | 435000 | 2610000 | 6 |
| 2 | Воздухоохладитель  ADHN 066C/110 | Q0 = 11,7 кВт;  Nэ = 0,76 кВт. | 435000 | 1305000 | 3 |
| 3 | Воздухоохладитель  ADHN 041C/17 | Q0 = 5,1 кВт;  Nэ = 0,315 кВт. | 230000 | 690000 | 3 |
| 4 | Воздухоохладитель  ADHN 051C/17 | Q0 = 9,5 кВт;  Nэ = 0,5 кВт. | 290000 | 290000 | 1 |
| 5 | Воздухоохладитель  ADHN 041C/110 | Q0 = 4,3 кВт;  Nэ = 0,315 кВт. | 250000 | 750000 | 3 |
| 6 | Воздухоохладитель  ADHN 041A/14 | Q0 = 5,4 кВт;  Nэ = 0,315 кВт. | 230000 | 920000 | 4 |
| 7 | Компрессорный агрегат SAB 120 S | Q0 = 114,613 кВт;  Nэ = 47 кВт. | 3000000 | 6000000 | 2 |
| 8 | Компрессорный агрегат SAB 151 L | Q0 = 143,256 кВт;  Nэ = 32 кВт. | 2500000 | 5000000 | 2 |
| 9 | Конденсатор МИК1-100-Н | Q0 = 273 кВт;  Nэ = 12 кВт. | 650000 | 650000 | 1 |
| 10 | Градирня град-8 | Q0 = 46 кВт;  Nэ = 0,37 кВт. | 550000 | 550000 | 1 |
| 11 | Аммиачный насос  ЦГН-12,5/20 | Nэ = 4 кВт. | 200000 | 800000 | 4 |
| 12 | Водяной насос К 60-50-125 | Nэ = 3 кВт. | 25000 | 50000 | 2 |
| 13 | Водяной насос К 50-32-125 | Nэ = 2,2 кВт. | 125000 | 250000 | 2 |
| 14 | Ресивер РЦЗ-1,25 | V=1,25 м3. | 111000 | 222000 | 2 |
| 15 | Ресивер РЛД-1,25 | V=1,25 м3. | 115000 | 115000 | 1 |
| 16 | Ресивер 0,75РД | V=0,8 м3. | 81000 | 81000 | 1 |
| 17 | Промежуточный сосуд 40ПСз | V=0,22 м3. | 200000 | 200000 | 1 |
| 18 | Маслоотделитель 50МА | V=0,043 м3. | 25000 | 25000 | 1 |
| 29 | Маслосборник 10МЗС | V=0,01м3. | 10000 | 10000 | 1 |
| Итого: | | | | 20518000 | 41 |

Капитальные вложения в основные и оборотные фонды компрессорного цеха, Kтр, руб., определяем по формуле 7.2 [31]:

, (7.2)

где Kоб - то же в холодильное оборудование, руб.;

Kзд - то же в здания, руб.;

Kинв - то же в инвентарь, руб.;

Kз - то же в запасные части, руб.;

Kм - то же в запасные материалы, руб.

Стоимость приобретённого оборудования, С, руб., определяем по формуле 7.3 [31]:

, (7.3)

где Ц - затраты на приобретение оборудования, руб.;

K1 - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, K1 = 0,05;

K2 - коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку оборудования, K2 = 0,05;

K3 - коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы и устройство фундаментов оборудования, K3 = 0,05;

.

Капитальные вложения в холодильное оборудование, Kоб, руб., определяем по формуле 7.4 [31]:

Коб = С + Ктруб + Ккип + Кпр , (7.4)

где Kтруб - капитальные вложения в трубопроводы (20 % от стоимости оборудования), руб.;

Kкип - то же в КИП (20 % от стоимости оборудования), руб.;

Kпр - то же в прочее неучтённое оборудование (5 % от стоимости оборудования), руб.;

Коб = 23595700 + 4103600 + 4103600 + 1025900 = 32828800.

Стоимость зданий производственного назначения, Kоб, руб., определяем по формуле 7.5 [31]:

Кзд = F · Ц, (7.5)

где F - площадь компрессорного цеха, м2;

Ц - стоимость 1 м2 производственного здания, руб.;

Кзд = 18 · 12 · 30000 = 648000.

Капитальные вложения в запасные материалы, Kз руб., инвентарь, Kинв, руб. и запасные части, Kм, руб., принимаем равными 2 % от стоимости оборудования:

Kинв + Kз + Kм = 23595700 · 0,02 = 471914.

Kтр = 32828800 + 648000 + 471914 = 33948714.

Удельные капитальные вложения, Kуд, руб./тыс.ст.ккал, определяем по формуле 7.6 [31]:

, (7.6)

.

7.3 Расчет текущих годовых затрат по эксплуатации холодильной установки

Расчёт себестоимости холода проводится на уровне цеховой себестоимости, т.к. холод, производимый в компрессорном цехе, не выступает в виде товарного (конечного) продукта предприятия, а расходуется в других технологических цехах предприятия.

Себестоимость выработки холода, S, руб./год, определяем по формуле 7.7 [31]:

S = Sс + Sэ + Sзп + Sцех , руб./год, (7.7)

где Sс - затраты на сырье, руб./год;

Sэ - затраты на электроэнергию, руб./год;

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

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

7.3.1 Расчет затрат на сырье и материалы

Затраты на сырьё и материалы определяются в зависимости от марки машины, норм расхода масла и стоимости материалов.

Годовую потребность в смазочном масле для каждого компрессора, М, кг/год, определяем по формуле 7.8 [31]:

М = qm · Т · (1 - Кмо) · β, (7.8)

где qm - величина уноса масла из компрессора, кг/час. Для компрессора SAB 120 S qm = 0,002 кг/час, для компрессора SAB 151 L qm = 0,003 кг/час;

Kмо - коэффициент маслоотделения, показывающий, какая доля масла отделяется в маслоотделителях, подвергается регенерации и снова используется для смазки компрессоров, зависит от типа маслоотделителя (Kмо = 0,6);

М = (0,002 · 2 + 0,003 · 2) · (365 · 20 · (1 – 0,6) · 0,85) = 24,82.

Годовую стоимость смазочного масла, См, руб./год, определяем по формуле 7.9 [31]:

См = М · Ц, (7.9)

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

Ц - стоимость 1 кг смазочного масла, руб.;

См = 24,82 · 1000 = 24820.

Годовую стоимость аммиака, Са, руб./год, определяем по формуле 7.10 [31]:.

Са = ∑Q0ст · N · Ц, (7.10)

где N - годовой расход аммиака для пополнения системы на тыс. ст.ккал/час;

Ц - стоимость 1 кг аммиака, руб.;

Са = 201,01· 4,2 · 20 = 16885.

Затраты на сырье, Sс, руб./год, определяем по формуле 7.11 [31]:

Sc = См + Са, (7.11)

Sc = 24820 + 16885 = 41705.

7.3.2 Расчет затрат на воду

При оборотном водоснабжении расход воды рассчитываем только на восполнение потерь на охлаждающих устройствах (1% от циркулирующей в системе). Годовой расход воды, подаваемой на охлаждаемые устройства, Gв, м3/год, определяем по формуле 7.12 [31]:

Gв = 0,01· qв · Qгод , (7.12)

Gв = 0,01· ( 0,01 + 0,004) · 1247283 = 174,62.

Стоимость потребляемой воды, Sв, руб./год, определяем по формуле 7.13 [31]:

Sв = Gв · Ц , (7.13)

Sв = 174,62 · 56,19 = 9812.

7.3.3 Расчет затрат на электроэнергию

Расчёт затрат на потребляемую электроэнергию для приводов компрессоров, насосов и других токоприемников ведётся исходя из действующих двухставочных тарифов.

Годовой расход электроэнергии, Nгод, кВт, определяем по формуле 7.14 [31]:

, (7.14)

где Ni - суммарная установленная мощность электродвигателей подобранного холодильного оборудования, кВт;

K1 - коэффициент загрузки электродвигателей по времени работы холодильной машины. Принимаем K1=0,65;

K2 - коэффициент загрузки электродвигателей по мощности холодильной машины. Принимаем K2=0,7;

K3 - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети. Принимаем K3=1,05;

Т - время работы электродвигателей (соответствует количеству часов работы компрессоров в год), час;

η - коэффициент полезного действия электродвигателей. Принимаем η=0,9;



Стоимость потребляемой электрической энергии, Sэ, руб./год, определяем по формуле 7.15 [31]:

Sэ = Nгод · Цэ , (7.15)

где Цэ - тариф на электрическую энергию, руб./кВтч;

Sэ = 803150 · 4,16 = 3341104.

Штат энергоцеха и расчёт месячного фонда оплаты труда по энергоцеху представлены таблице 7.3.

Таблица 7.3 – 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 | 30000 | 30000 |
| Слесарь – монтер | 2 | 25000 | 50000 |
| Дежурный слесарь | 4 | 20000 | 80000 |
| Слесарь – электрик | 3 | 20000 | 60000 |
| Слесарь – ремонтник | 3 | 25000 | 75000 |
| Итого: | | | 295000 |

Годовой фонд оплаты труда рабочих энергоцеха, Фгод, руб./год, определяем по формуле 7.16 [31]:

Фгод = М · 11 · Д1 · Д2 · Д3 , (7.16)

где М - месячный фонд заработной платы, руб.;

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

Д2- коэффициент, учитывающий премии (Д2 = 1,2);

Д3 - районный коэффициент (для Южно-Сахалинска 1,6);

Страховые взносы, СВ, руб/год, равны 30,2 % от годового фонда оплаты труда.

Фгод = 295000 · 11 · 1,1 · 1,2 · 1,6 = 6853440.

СВ = 6853440 · 0,302 = 2069739.

Цеховые расходы по энергоцеху условно принимаются 10 % от годового фонда оплаты труда.

Калькуляция себестоимости 1 кВтч электрической энергии представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Калькуляция себестоимости электроэнергии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей | Сумма на все количество, руб. | Сумма  на 1 кВтч, руб. |
| Потребляемая электроэнергия | 3341104 | 4,16 |
| Основная заработная плата | 6853440 | 8,53 |
| Страховые взносы | 2069739 | 2,58 |
| Цеховые расходы | 685344 | 0,85 |
| Итого: | 12949627 | 16,12 |

7.3.4 Расчет оплаты труда рабочих компрессорного цеха

Штат компрессорного цеха и расчёт месячного фонда оплаты труда по компрессорному цеху представлены таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Месячный фонд оплаты труда по компрессорному цеху

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование должностей и категорий работников | Количество работников | Месячный оклад одного работника, руб. | Итого по каждой категории |
| Слесарь – ремонтник | 2 | 30000 | 60000 |
| Машинист | 4 | 25000 | 100000 |
| Итого: | | | 160000 |

Годовой фонд оплаты труда производственных рабочих компрессорного цеха, Фгод, руб./год, определяем по формуле 7.16 [31]:

Страховые взносы, СВ, руб/год, равны 30,2 % от годового фонда оплаты труда.

Фгод = 160000 · 11 · 1,1 · 1,2 · 1,6 = 3717120.

СВ = 3717120 · 0,302 = 1122570.

7.3.5 Расчет цеховых расходов

Штат цехового персонала представлен в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Месячный фонд оплаты труда цехового персонала

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование должностей и категорий работников | Количество работников | Месячный оклад одного работника, руб. | Итого по каждой категории |
| Начальник цеха | 1 | 40000 | 40000 |
| Сменный механик | 2 | 30000 | 60000 |
| Уборщица | 2 | 15000 | 30000 |
| Итого: | | | 130000 |

Годовой фонд оплаты труда производственных рабочих компрессорного цеха, Фгод, руб./год, определяем по формуле 7.16 [31]:

Страховые взносы, СВ, руб/год, равны 30,2 % от годового фонда оплаты труда.

Фгод = 130000 · 11 · 1,1 · 1,2 · 1,6 = 3020160.

СВ = 3020160 · 0,302 = 912088.

Амортизация основных производственных фондов (зданий - 2,5 % (16200 руб.), оборудования - 10,0 % (3282880 руб.));

Текущий ремонт (5,5 % от стоимости основных производственных фондов (1867179 руб.);

Содержание зданий, сооружений, оборудования и инвентаря (до 1,5 % от стоимости основных производственных фондов (509231руб.));

Расходы по охране труда (принимаются в размере 1000 руб. на человека (24000 руб.)).

Цеховые расходы определяем суммированием всех статей (5829490 руб.).

7.3.6 Расчет цеховой себестоимости холода

Результаты расчётов раздела 7.3 представлены в таблице 7.7. Расчёт себестоимости единицы холода производится путем деления годовых затрат на годовую выработку холода.

Таблица 77 – Калькуляция цеховой себестоимости холода

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей | Сумма, руб. | |
| на всю выработку | на тыс. ст. ккал |
| 1 | 2 | 3 |
| Сырьё и основные материалы | 41705 | 0,03 |
| Вода производственная | 9812 | 0,0076 |
| Электроэнергия | 12949627 | 10 |
| Заработная плата производственных рабочих | 3717120 | 2,86 |

Продолжение таблицы 7.7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Страховые взносы | 1122570 | 0,86 |
| Цеховые расходы | 5829490 | 4,48 |
| Итого: | 23715626 | 18,2376 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была спроектирована и автоматизирована холодильная установка рыбзавода производительностью 175 тонн в сутки в городе Южно- Сахалинск. Также произведены расчеты первоначальных и годовых затрат на приобретение и эксплуатацию холодильной установки. Проанализированы неблагоприятные факторы производства работ и меры защиты от них.

Спроектированный холодильник предназначен для переработки и хранения рыбы в замороженном виде, охлажденном виде, в виде консервов и пресервов.

В дипломном проекте быль рассмотрены различные способы размораживания рыбы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холодильные установки. Основы проектирования: учебное пособие. / Комарова Н. А. – Кемерово: КемТИПП, 2012 – 2-е издание перераб. и доп. – 368 с.

2. Воздухоохладители. Интернет сайт: http://www.guntner.su/katalog

3. Холодильные установки / В.С. Курылев, В.В. Оносовский, Ю. Д.Румянцев. – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.

4. Холодильщик.RU: Интернет-газета. Адрес интернет сайта: <http://www.holodilshchik.ru/>.

5. Рефрежераторные вагоны. Интернет сайт: [http://www.trans.in.ua/](http://www.trans.in.ua/information2/Kritie%20vagoni/)

6. СП 131.13330.2012. СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ. Актуализированная версия СНиП 23-01-99

7. «Сэндвич»- панели. Интернет сайт: [http://mpcomm.ru/](http://mpcomm.ru/catalog/sendvich-paneli/sendvich-harakter/)

8. Холодильные компрессоры/ А. В. Быков, Э. М. Бежанишвили, И. М. Калнинь и др..; под ред. А. В. Быкова. – 2-е изд., перераб. и под. – М.: Колос, 1992. – 304 с.: ил.

9. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ./ Под ред. С. Н. Богданова. 4-е изд. Перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999.-320с.

10. Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. 223 с.; ил. – (Учебники и учебные пособия для техникумов)

11. Антуфьев В.Т., Громцев С.А. Авторское свидетельство № 1701235 от 1 сентября 1991 г. Способ размораживания брикетов рыбы и устройство для его осуществления.

12. Антуфьев В.Т., Громцев С.А. Заявка на изобретение № 4931859/13 (037505) от 5 мая 1991 г. Способ и устройство для оттаивания (дефростации) продуктов.

13. Антуфьев В.Т., Громцев С.А. О вепольной технологии в пищевой промышленности. Сер.В., выпуск № 51.,-М.: ЦВНИ МО РФ, 2000.

14. Патент ГДР № 44490 кл. 53С от 3 января 1966 г. Устройство для расплавления замороженных продуктов.

15. Стафановский В.М. Размораживание рыбы. М.: Агропромиздат, 1987. - 190с.

16. Быкова В.М., Белова З.И. 'Справочник по холодильной обработке рыбы' – М.: Агропромиздат, 1986 - с.208

17. Продукция компании Danfoss http://www.danfoss.com.ru/

18. ГОСТ 26020-83 Двутаврыстальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент. Введ. 17.12.1983 г. – М.: Издательство стандартов.

19. Градирни серии ГРАД: Каталог оборудования Балтэнергомаш. – СПб., 2004, – 22 с.

20.СНиП 23-01-99 Строительная климатология. Введ. 01.01.2000. – М.: Госстрой России, 1999. – 71 с.

21.СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания.

22.СанПин 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

23. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

25. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

25. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.

26. ГОСТ 12.2.020-76. Электрооборудование взрывозащищенное. Классификация. Маркировка

27. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. -СПб.: Издательство ДЕАН, 2005. -64с.

28. Льдогенератор. Интернет сайт: http://geneglace.msk.ru/

29. Скороморозильные аппараты. Интернет сайт: http://www.linecool.ru/

30. Выполнение и защита выпускной квалификационной работы. Учебное пособие./ Н. А. Комарова, А. В. Усов, О. В. Иваненко, Ю. П. Михайлов – К.: 2011.-102с.

31. Выполнение экономической части дипломного проекта. Учебное пособие./ А. Н. Кирюхина – К.: 2009.-32с.

32. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Интернет сайт: http://dspace.vniro.ru/