

Данный проект холодильной установки охлаждаемого склада колбасного цеха производительностью 20 т/смену в городе Ленинск-Кузнецкий, содержит разработанную схему холодильной установки. Схема фреоновая с экономайзером и непосредственным охлаждением.

В пояснительной записке обоснован выбор системы охлаждения, температурный режим работы, выбрана планировка холодильника, компрессорного цеха и вспомогательных помещений. Холодильник выполнен из сэндвич-панелей. Выполнен расчёт теплопритоков для подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования.

В специальном разделе рассмотрен вопрос применения диоксида углерода при производстве колбас.

Содержание

Введение	3
1 Технико-Экономическое обоснование проекта	4
2 Конструкторско-технологическая часть	6
2.1 Планировка холодильника	6
2.2 Расчет толщины теплоизоляционного слоя	14
2.2.1 Наружные стены	14
2.2.2 Покрытие охлаждаемых камер	15
2.2.3 Полы охлаждаемых камер	16
2.2.4 Внутренние стены	17
2.2.5 Внутренние перегородки	18
2.3 Определение теплопритоков	20
2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции	20
2.3.2 Теплоприток от грузов при холодильной обработке	21
2.3.3 Теплоприток при эксплуатации камер	22
2.4 Расчёт и подбор оборудования холодильной установки	28
2.4.1 Определение режимов работы холодильной установки	28
2.4.2 Расчет компрессора на температуру кипения $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$	28
2.4.3 Расчет компрессоров на температуру кипения $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$	32
2.4.4 Подбор конденсатора	38
2.4.5 Подбор камерных приборов охлаждения	38
2.5 Расчет и подбор ресиверов	39
2.5.1 Расчет и подбор линейного ресивера	39
2.6 Расчёт и подбор маслоотделителя	40
2.7 Расчёт и подбор отделителя жидкости	41
2.8 Расчёт трубопроводов	42
2.9 Описание схемы холодильной установки	44
3. Обслуживание холодильной установки	45
4 Специальная часть. Применение диоксида углерода при производстве колбас	56
Заключение	62
Литература	64

АКЗ. 00.00.000. ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Федосеев А.С.		
Пров.		Исверов Е.И.		
Н.контр.		Иваненко О. В.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Утв.		Усов А. В.		
Пояснительная записка АКЗ. 00.00.000. ПЗ				
			Лит.	Лист
			3	64
				<i>лист</i>
				КМТИПП ХМнд-1213

Введение

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

Искусственный холод является неотъемлемой частью технической базы как промышленных, так и пищевых предприятий. От состояния холодильного хозяйства во многом зависит развитие технического прогресса.

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

Холодильник — это промышленное предприятие, предназначенное для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся продуктов. Теплота и влага наружного воздуха стремятся проникнуть в холодильник, что требует создания специальных ограждений для уменьшения проникновения теплоты и влаги внутрь помещений и разработки методов устранения вредных последствий этого явления.

Основным назначением холодильного предприятия в пищевой промышленности является создание условий, обеспечивающих сохранность скоропортящейся продукции животного и растительного происхождения. Эта задача может быть успешно решена созданием непрерывной холодильной цепи, т. е. комплекса технических средств, обеспечивающих непрерывное воздействие низких температур на скоропортящиеся продукты начиная с момента их производства (или заготовки) до их потребления.

Большой объем перемещаемых грузов, и необходимость быстрой их разгрузки требуют широкого применения транспортных средств.

К холодильникам предъявляются высокие санитарные требования.

Холодильники можно классифицировать по назначению. Каждый тип холодильника имеет свои особенности, которые приходится учитывать при проектировании и эксплуатации. Эта классификация наиболее полно отражает особенности работы холодильников и их оборудования.

Целью дипломного проекта является, проектирование охлаждаемого склада цеха производства колбас и создание холодильной установки для обеспечения холодом спроектированного охлаждаемого склада.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

В данном дипломном проекте разработана холодильная установка охлаждаемого склада колбасного цеха производительностью 20 т/смену в городе Ленинск-Кузнецкий.

Город Ленинск-Кузнецкий находится в западной части Кемеровской области, в центре Кузнецкой котловины, на перекрестке «семи дорог» между Алтайским краем, Новосибирской областью и Красноярским краем. Город расположен на реке Ине (приток Оби), в 90 км к югу от Кемерово. Занимает территорию более 12,5 тыс. га.

Рельеф местности довольно сложный - холмистого характера.

Климат — резко континентальный, с продолжительной и холодной зимой, жарким, но коротким летом. Среднегодовая температура воздуха + 0, 4 °С; среднегодовое количество осадков 364 мм. Направление господствующих ветров — юго-западное.

Общая численность населения Ленинска-Кузнецкого составляет примерно 99,2 тысячи человек, что ставит его на 167 место в списке российских городов. Плотность - 775,77 чел/км².

Город стоит на пересечении важнейших автомобильных дорог между городами Западной Сибири (Новосибирск, Кемерово, Новокузнецк, Томск). Имеется железнодорожное сообщение.

В городе имеются предприятия разных отраслей промышленности: угольной, машиностроения, химической, строительных материалов, пищевой.

Угольная промышленность является основным видом экономической деятельности, ведущей отраслью на территории города и занимает более 77 % в общем объёме выпускаемой продукции. Объём добычи составляет свыше 10,0 млн. тонн в год.

Второй основной вид экономической деятельности — обрабатывающие производства (в общем объёме выпускаемой продукции составляет 16,7 %), представлен такими отраслями, как машиностроение, производство строительных материалов, химическая, а также пищевая и лёгкая промышленность.

Производство пищевых продуктов представлено предприятиями: ОАО «Ленинск-Кузнецкий хлебокомбинат», ООО «Серп Плюс», ООО «ПКФ Астериас», ИП Галле, ООО ПТФ «Динас», ООО «Зерх Плюс», ООО «Злаки» и так далее. Ведущее место занимает ОАО «Ленинск-Кузнецкий хлебокомбинат». Предприятие в настоящее время выпускает самый широкий ассортимент продукции: 29 наименований хлеба, 21 хлебобулочное изделие, более 100 наименований кондитерских изделий. Планируется и дальнейшее расширение ассортимента.

Производство кокса представлено единственным предприятием ООО «Завод полукоксования».

Химическое производство представлено предприятиями ООО ТД «Полифлок», ЗАО «КАРБО-ЦАКК».

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производство прочих неметаллических минеральных продуктов — ООО «Ленинск-Кузнецкий завод строительных материалов», ООО «Экономный дом».

Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий представлено Законом строительных металлоконструкций ОАО «РЖДстрой», ООО «Метакон», ООО «Пригаз», . Производство машин и оборудования — ООО «Завод Красный Октябрь», ОАО «Завод шахтного пожарного оборудования», ООО «Сиб-Дамель-Новомаг», ООО «Спецналадка», ООО «Кольчугинская химическая компания», ООО «СибТ», ООО «ПКФ «Риф» и занимает 32,3 % от объёма обрабатывающих производств.

Исходя из высокого уровня развития обрабатывающих производств, пищевой промышленности, транспортной системы, строительство охлаждаемого склада колбасного цеха в данном городе целесообразно. Так как на данном цехе будет реализована новая технологическая схема производства колбасных изделий. Преимущество которой является, высокое качество выпускаемой продукции и менее затратное производство.

В процессе холодильной обработки продуктов в охлаждаемого складе необходимо поддерживать определенные температурные режимы:

— при хранении замороженных продуктов: $t_{кам} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$;

— при хранении охлажденных продуктов $t_{кам} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

— при хранении готовой продукции $t_{кам} = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Предполагается, что необходимые температурные режимы в камерах холодильника будут поддерживаться с помощью фреоновой установки с экономайзером и системой непосредственного 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, охлажденный продуктов и хранение готовой продукции. Воздухоохладители характерны интенсивной циркуляцией воздуха.

В проектируемой установке предполагается применить воздушный конденсатор, который будет располагаться вблизи компрессорного цеха данного предприятия.

Учитывая, что принятые во внимание тенденции, наметившиеся в холодильной технике и основные требования к системе охлаждения, предполагается что принятые типы оборудования будут наиболее эффективны, целесообразны и экономически выгодны для проектируемого охлаждаемого склада колбасного цеха в городе Ленинск-Кузнецкий.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АКЗ. 00.00.000. ПЗ					

2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Планировка холодильника

Охлаждаемый склад цеха производства колбас состоит из следующих основных частей: цеха производства колбасных изделий, главного корпуса, включающего охлаждаемые помещения с теплоизолированными наружными ограждениями, блок служебных помещений и машинное отделение, примыкающие к одной из торцевых стен охлаждаемого склада, а также транспортную платформу, примыкающие к охлаждаемому складу с фронтальной стороны.

Принимаем одноэтажную планировку холодильника.

Преимущества одноэтажного холодильника - высокий уровень механизации погрузочно – разгрузочных работ, позволяющих значительно уменьшить стоимость проведения грузовых работ. Использование сборных металлических конструкций позволяет сократить время строительства.

Наружные стены из сэндвич-панелей, которые также являются и теплоизоляцией. С восточного торца здания располагается машинное отделение, служебные помещения, с западной стороны здания находится авто-платформа. Размер сетки колонн 6×12 м, ширина транспортного коридора составляет 6 м.

Поступление и выпуск грузов находятся по величине оборачиваемости V , которая определяется количеством оборотов сменяемых грузов в течении года. Для производственных холодильников оборачиваемость $V=10 \div 20$ год.

Ёмкость холодильника $E_{\text{хол}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{хол}} = 40 \cdot G_{\text{см}}, \quad (1)$$

где $G_{\text{см}}$ - сменная производительность цеха, т.

Количество поступающих ежедневно грузов $G_{\text{пост}}$, т/сут, определяем по формуле:

$$G_{\text{пост}} = \frac{E_{\text{хол}} \cdot V}{365} \cdot m_{\text{пост}}, \quad (2)$$

где $m_{\text{пост}}$ – коэффициент неравномерности поступления грузов, $m_{\text{пост}} = 1,5 \div 2,5$.

$$G_{\text{пост}} = \frac{800 \cdot 10}{365} \cdot 1,5 = 32,19$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количество ежедневно выпускаемых грузов $G_{\text{вып}}$, т/сут, определяем по формуле:

$$G_{\text{пост}} = \frac{E_{\text{хол.В}}}{253} \cdot m_{\text{вып}}, \quad (3)$$

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

$$G_{\text{пост}} = \frac{800 \cdot 10}{253} \cdot 1,5 = 47,43$$

Ёмкость камер хранения замороженного мяса $E_{\text{кр.хр.зам.мяса}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр.хр.зам.мяса}} = 16 \cdot G_{\text{сут}}, \quad (4)$$

где $G_{\text{сут}}$ - суточная производительность мясокомбината, т/сут,
 $G_{\text{сут}} = 2 \cdot G_{\text{см}}$;

$$E_{\text{кр.хр.зам.мяса}} = 16 \cdot 40 = 640$$

Грузовой объем камер хранения замороженного мяса $V_{\text{гр}}$, м³, определяем по формуле:

$$V_{\text{гр}} = \frac{E_{\text{кр.хр.зам.мяса}}}{q_v}, \quad (5)$$

где q_v - норма нагрузки на 1 м³, т/м³, $q_v = 0,35$ т/м³.

$$V_{\text{гр}} = \frac{640}{0,35} = 1829$$

Грузовая площадь или площадь, занимаемая штабелем $F_{\text{гр}}$, определяем по формуле:

$$F_{\text{гр}} = \frac{V_{\text{гр}}}{h_{\text{гр}}}, \quad (6)$$

где $h_{\text{гр}}$ - грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м,
 $h_{\text{гр}} = 5$ м.

$$F_{\text{гр}} = \frac{1829}{5} = 366$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Строительная площадь охлаждаемого помещения $F_{\text{стр}}$, м^2 , определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{F_{\text{гр}}}{\beta_i}, \quad (7)$$

где $F_{\text{гр}}$ – грузовая площадь, м^2 ;

β_i – коэффициент использования площади, $\beta_i = 0,7$.

$$F_{\text{стр}} = \frac{366}{0,7} = 522,4$$

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (8)$$

где f – строительная площадь одного прямоугольника при принятой сетки колонн, м^2 .

$$n = \frac{522,4}{6 \cdot 12} = 7,25$$

Принимаем 8 строительных прямоугольника.

Ёмкость камер хранения охлажденного мяса $E_{\text{кр.хр.охл.мяса}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр.хр.охл.мяса}} = 2 \cdot G_{\text{сут}}, \quad (9)$$

$$E_{\text{кр.хр.охл.мяса}} = 2 \cdot 40 = 80$$

Строительная площадь охлаждаемого помещения $F_{\text{стр}}$, м^2 , определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{E_{\text{кр.хр.охл.мяса}}}{q_f}, \quad (10)$$

где q_f – норма загрузки единицы площади, $\text{т}/\text{м}^2$;

$q_f = 0,25$ - мясо в тушах или полутушах располагается на подвесных путях.

$$F_{\text{стр}} = \frac{80}{0,25} = 328$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (11)$$

$$n = \frac{328}{6 \cdot 12} = 4,5$$

Принимаем 5 строительных прямоугольника.

Ёмкость камер хранения охлажденной продукции $E_{\text{кр.хр.охл.прод.}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр.хр.охл.прод.}} = 2 \cdot G_{\text{сут.}}, \quad (12)$$

$$E_{\text{кр.хр.охл.прод.}} = 2 \cdot 40 = 80$$

Строительная площадь охлаждаемого помещения $F_{\text{стр}}$, м², определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{E_{\text{кр.хр.охл.прод.}}}{q_f}, \quad (13)$$

где q_f – норма загрузки единицы площади, т/м²;

$q_f = 0,3$ – колбасы располагаются в сточных контейнерах.

$$F_{\text{стр}} = \frac{80}{0,3} = 267$$

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (14)$$

$$n = \frac{267}{6 \cdot 12} = 3,7$$

Принимаем 4 строительных прямоугольника.

Ёмкость камер хранения замороженных субпродуктов $E_{\text{кр.хр.зам.субпрод.}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр.хр.зам.субпрод.}} = 16 \cdot G_{\text{сут.}}, \quad (15)$$

$$E_{\text{кр.хр.зам.субпрод.}} = 16 \cdot 5,6 = 89$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Строительная площадь камер термообработки $F_{\text{стр}}$, м^2 , определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{G' \cdot \tau}{q_f \cdot 24}, \quad (16)$$

где G' - суточная производительность камер термообработки, т/сут;

τ – время термической обработки, час;

q_f – норма загрузки 1 м^2 площади камеры, т/ м^2 ;

$q_f = 0,3$ - субпродукты располагаются на стеллажах.

$$F_{\text{стр}} = \frac{5,6 \cdot 24}{0,3 \cdot 24} = 18,7$$

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (17)$$

$$n = \frac{18,7}{6 \cdot 12} = 0,26$$

Принимаем 1 строительный прямоугольника.

Ёмкость камер хранения замороженного жира $E_{\text{кр.хр.зам.жир}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр.хр.зам.субпрод.}} = 16 \cdot G_{\text{сут.}}, \quad (18)$$

$$E_{\text{кр.хр.зам.субпрод.}} = 16 \cdot 4 = 64$$

Строительная площадь камер термообработки $F_{\text{стр}}$, м^2 , определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{G' \cdot \tau}{q_f \cdot 24}, \quad (19)$$

где $q_f = 0,3$ - жир располагается на стеллажах;

$$F_{\text{стр}} = \frac{4 \cdot 24}{0,3 \cdot 24} = 13,3$$

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (20)$$

$$n = \frac{13,3}{6 \cdot 12} = 0,19$$

Принимаем 1 строительный прямоугольника.

Ёмкость камеры дефростации $E_{\text{кр,деф}}$, т, определяем по формуле:

$$E_{\text{кр,деф}} = 2 \cdot G_{\text{сут}}, \quad (21)$$

$$E_{\text{кр,деф}} = 2 \cdot 40 = 80$$

Строительная площадь охлаждаемого помещения $F_{\text{стр}}$, м², определяем по формуле:

$$F_{\text{стр}} = \frac{E_{\text{кр,деф}}}{q_f}, \quad (22)$$

где $q_f = 0,25$ – мясо на подвесных путях;

$$F_{\text{стр}} = \frac{80}{0,25} = 320$$

Число строительных прямоугольников n , определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f}, \quad (23)$$

$$n = \frac{320}{6 \cdot 12} = 4,4$$

Принимаем 4 строительных прямоугольника.

Доставка грузов на холодильник осуществляется автомобильным – транспортом.

Длину автомобильной платформы $L_{\text{авт}}$, м, определяем по формуле:

$$L_{\text{авт}} = \frac{n_{\text{авт}} \cdot b_{\text{авт}} \cdot \psi_{\text{см}} \cdot \tau_{\text{авт}} \cdot m_{\text{авт}}}{8} \quad (24)$$

где $n_{\text{авт}}$ - число автомашин, которые должны прибывать за сутки;

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

$\psi_{\text{см}}$ –доля от общего числа машин, прибывающих в течении первой смены, $\psi_{\text{см}} = 0,8$;

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$\tau_{авт}$ — время загрузки или разгрузки одного автомобиля, $\tau = 0,6$ ч.

Число автомашин $n_{авт}$, шт, которые должны прибывать за сутки определяем по формуле:

$$n_{авт} = \frac{G_{авт}}{g_{авт} \cdot \eta_{авт}}, \quad (25)$$

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

$g_{авт}$ — грузоподъемность автомобиля, $g_{авт} = 3$ т ;

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

$\eta_{авт} = 0,75$.

Количество грузов поступающих и вывозимых автотранспортом, определяем по формуле:

$$G_{авт} = G_{пост} + G_{вып}, \quad (26)$$

$$G_{авт} = 32,9 + 47,43 = 80,33$$

$$n_{авт} = \frac{80,33}{3 \cdot 0,75} = 36$$

Принимаем $n_{авт} = 36$ автомобиля в сутки.

$$L_{авт} = \frac{36 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1,5}{8} = 9,72$$

Принимаем $L_{авт} = 10$ м.

Планировка охлаждаемого склада цеха производства колбас приведена на рисунке 1.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

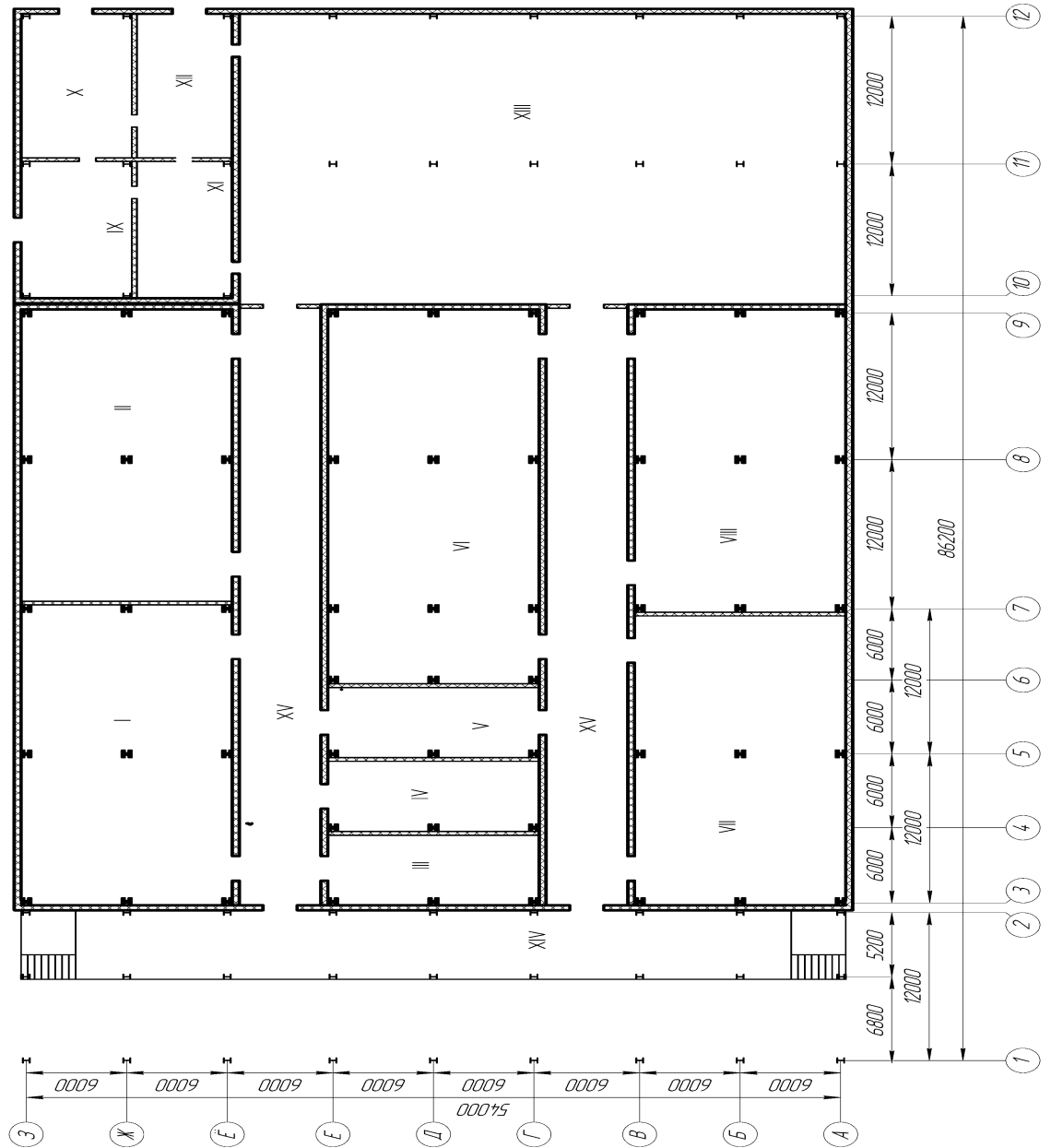
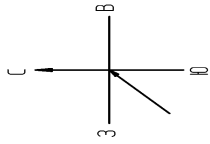


Рис. 1 - Планировка охлаждаемого склада.

I-камера хранения замороженного мяса ($t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}^0$); II- камера хранения замороженного мяса ($t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$); III- камера хранения замороженных субпродуктов ($t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$); IV- камера хранения замороженного жира ($t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$); V- камера экспедиции ($t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$); VI- камера хранения охлажденного мяса ($t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$); VII- камера хранения готовой продукции ($t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$); VIII- камера дефростации ($t_{\text{в}} = 0 \dots +20^{\circ}\text{C}$); IX- компрессорный цех; X- трансформаторная; XI- помещение КИПиА; XII- служебное помещение.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Расчет толщины теплоизоляционного слоя ограждений

Принимаем, что здание холодильника - каркасного типа из унифицированных сборных сэндвич-панелей; металлические колонны сечением 400x400 мм. Высота камер до низа балки 7 м. Покрытие бесчердачного типа. Кровельная сэндвич-панель. Полы с электрообогревом грунта.

Принимаем, что все стены здания выполнены из вертикальных сэндвич-панелей конструкции Гипрохолода с утеплителем из пенополистирола марки ПСБ-С 200мм.

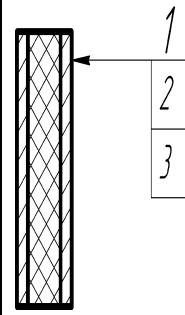
Для расчета толщины теплоизоляционного слоя ограждений необходимо знать температуру воздуха внутри камер, а для наружных стен - еще и среднегодовую температуру наружного воздуха. Среднегодовую температуру наружного воздуха принимаем для г. Кемерово равной -1°C .

Толщину теплоизоляционного слоя ограждения рассчитываем для всех камер.

Чем больше значение коэффициента теплопередачи k_0 ограждения, тем больше теплоты будет проникать в охлаждаемый объем холодильника. Это приводит к необходимости в более мощной, а, следовательно, и более дорогой холодильной установке. Уменьшить теплоприток можно путем уменьшения значения k_0 , что достигается применением более эффективной теплоизоляции или увеличением ее толщины.

2.2.1 Наружные стены

Таблица 1 - Состав наружной стеновой панели

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина δ , м	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$
	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	
	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,2	0,035	5,0
	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	

В качестве расчетной конструкции наружных стен принимаем конструкцию стен в камерах хранения замороженного мяса $t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия $k_0^{\text{ТР}} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$,

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя $\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}}$, м, определяем по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}} = \lambda_{\text{из}} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{\text{ТР}}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right) \quad (27)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ - коэффициент теплопроводности изоляционного слоя конструкции сэндвич-панели, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

$k_0^{\text{ТР}}$ - требуемый коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$\alpha_{\text{н}}$ - коэффициент теплоотдачи с наружной стороны ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

δ_i - толщина i -го слоя конструкции ограждения, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности i -го слоя сэндвич-панели, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

$\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

$$\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}} = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right) \cdot 15\% = 0,17$$

Принимаем толщину изоляционного слоя 200 мм.

2.2.2 Покрытие охлаждаемых камер.

Принимаем, что все покрытие выполнены из кровельных сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С 200 мм. Состав покрытия показан в таблице 2.

В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию покрытия в камерах хранения замороженного мяса $t_{\text{в}} = -20^{\circ}\text{C}$. Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия $k_0^{\text{ТР}} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Коэффициент теплоотдачи для внутренней поверхности принимаем $\alpha_{\text{в}} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

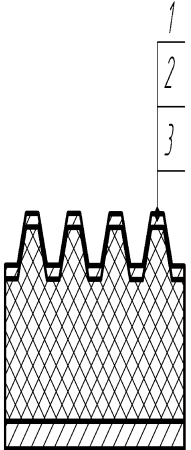
Необходимую толщину теплоизоляционного слоя, $\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}}$ м, определяем по формуле:

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\delta_{из}^{ТР} = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{22} + \frac{1}{9} \right) \right) \cdot 15\% = 0,18$$

Принимаем толщину изоляционного слоя 200 мм.

Таблица 2 - Состав покрытия охлаждаемых помещений

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м ² ·К)/Вт
	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	
	2	Теплоизоляция пенополистирол	0,2	0,035	5,0
	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	

2.2.3 Полы охлаждаемых камер.

Теплоизоляцию полов всех камер принимаем одинаковой. Состав пола показан в таблице 3.

В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию пола в камерах хранения мороженого мяса $t_B = -20^\circ\text{C}$.

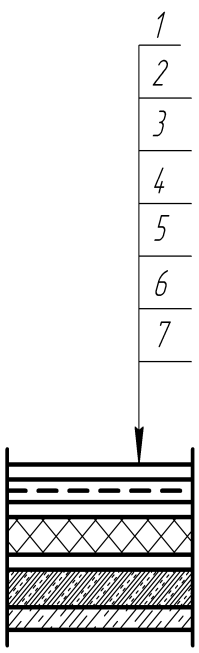
Требуемый коэффициент теплопередачи пола $k_0^{ТР} = 0,18$ Вт/(м²·К).

Требуемую толщину изоляционного слоя $\delta_{из}^{ТР}$, м, определяем по формуле:

$$\delta_{из}^{ТР} = 0,05 \cdot \left(\frac{1}{0,18} - \left(\frac{1}{9} + 2,5 \right) \right) \cdot 15\% = 0,166$$

Принимаем толщину изоляционного слоя 200 мм.

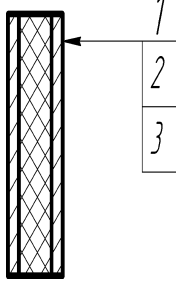
Таблица 3 - Состав пола охлаждаемых помещений

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м ² ·К)/Вт
	1	1	Монолитное бетонное покрытие	0,04	1,86
2	2	Армобетонная стяжка	0,048	1,86	0,022
3	3	Пароизоляция слой пергамина	0,001	0,15	-
4	4	Плитная теплоизоляция (пенополистирол)	0,2	0,035	5,0
5	5	Цементно-песчаный раствор	0,025	0,98	0,026
6	6	Уплотнительный песок	1,35	0,56	2,338
7	7	Бетонная подготовка с электронагревателем	-	-	-

2.2.4 Внутренние стены.

Принимаем, что стены между охлаждаемыми помещениями и грузовым коридором выполнены из сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С 200 мм. Состав внутренней стены показан в таблице 4.

Таблица 4 - Состав внутренней стеновой панели

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина δ , м	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м ² ·К)/Вт
	1	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54
2	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,2	0,035	5,0
3	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	

Требуемый коэффициент теплопередачи внутренних стен сэндвич-панелей $k_0^{TP} = 0,23$ Вт/(м² · К).

Требуемую толщину изоляционного слоя $\delta_{из}^{TP}$, м, определяем по формуле:

$$\delta_{из}^{TP} = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{9} \right) \right) \cdot 15\% = 0,16$$

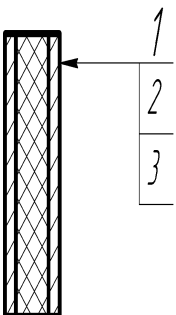
Принимаем толщину изоляционного слоя 200 мм.

2.2.5 Внутренние перегородки.

Принимаем, что все внутренние перегородки между камерами выполнены из сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С. Толщину теплоизоляционного слоя принимаем в зависимости от температур в камерах, разделяемых перегородкой. Состав стены показан в таблице 5.

Для перегородок между камерами с одинаковой температурой, например между камерами хранения охлаждённого мяса, $k_0^{TP}=0,58$ Вт/(м² · К).

Таблица 5 - Состав внутренней перегородки

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина δ , м	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м ² · К)/Вт
	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	
	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,08-0,15	0,035	2-3,75
	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	

Требуемую толщину изоляционного слоя $\delta_{из}^{TP}$, м, определяем по формуле:

$$\delta_{из}^{TP} = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{9} \right) \right) \cdot 15\% = 0,06$$

Принимаем толщину теплоизоляционного слоя 80 мм.

Для перегородок между камерами хранения замороженного мяса $t_{в} = -20^{\circ}\text{C}$ и камерами хранения охлаждённого мяса $t_{в} = -1^{\circ}\text{C}$, $k_0^{\text{ТР}} = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Требуемую толщину изоляционного слоя $\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}}$, м, определяем по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}} = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{9} \right) \right) \cdot 15\% = 0,135$$

Принимаем толщину изоляционного слоя 150 мм.

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций сводим в таблицу 6.

Таблица 6 - результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций

Ограждения	$t_{в}, ^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{н}, \text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$	$\alpha_{в}, \text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$	$\sum \frac{\delta i}{\lambda i}, \text{м}^2\text{К} / \text{Вт}$	Толщина теплоизоляционного слоя, мм		Коэффициент теплопередачи $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$
					$\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}}$	$\delta_{\text{из}}^{\text{д}}$	$k_0^{\text{ТР}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Внутренние стены камер I, II, III, IV	-20	8	9	0	116	200	0,23
Наружные стены камер I, II, III, IV	-20	23	9	0	170	200	0,23
Покрытия камер I, II, III, IV	-20	23	9	0	180	200	0,22
Полы камер I, II, III, IV	-20	0	9	2,5	166	200	0,18
Внутренние стены камер VI и VII	-1	8	9	0	116	200	0,23
Наружная стена камер VI и VII	-20	23	9	0	170	200	0,23
Внутренние стены камеры VIII	0+20	8	9	0	116	200	0,23
Наружная стена камеры VIII	0+20	23	9	0	170	200	0,23
Перегородка между камерами	-20/-20	8	9	0	60	80	0,58
Перегородка между камерами	0/0	8	9	0	60	80	0,58
Перегородка между камерами	-20/0	8	9	0	135	150	0,28

2.3 Определение теплопритоков

2.3.1 Расчет теплопритоков через ограждающие конструкции

Теплопритоки через ограждающие конструкции Q_1 определяем по формуле:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (28)$$

где Q_{1T} - теплоприток через ограждающие конструкции, кВт;
 Q_{1C} - теплоприток от солнечной радиации, кВт.

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

Теплоприток через стены, перегородки, перекрытия или покрытия Q_{1T} , кВт определяем по формуле:

$$Q_{1T} = k \cdot F(t_n - t_{пм}) \quad (29)$$

где F - расчетная площадь поверхностей ограждения, m^2 ;
 k - коэффициент теплопередачи ограждения, $Вт/(m^2 \cdot К)$.

При расчете теплопритоков через внутренние ограждения, выход в неохлаждаемые помещения (коридоры, вестибюли, тамбуры):

Если эти помещения сообщаются с наружным воздухом то определяем по формуле:

$$Q_{1T} = 0,7 \cdot k \cdot F \cdot (t_n - t_{пм}) \quad (30)$$

Теплоприток от солнечной радиации через наружные стены и покрытия холодильников Q_{1C} , кВт, определяем по формуле:

$$Q_{1C} = k \cdot F \cdot \Delta t_c \quad (31)$$

где F - площадь поверхности ограждения, облучаемой солнцем, m^2 ;
 Δt_c - избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, $^{\circ}C$.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Размеры ограждений в плане и площадь камер принимаем по осям колонн, высоту стен на 1,2 м выше отметки низа строительной балки (то есть 8,2 м). Площадь дверного проема в камерах принимаем равной 6 м². Значения коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций рассчитаны ранее (см. таблицу 6). Для определения теплопритоков от солнечной радиации через стены, принимаем ориентацию здания холодильника автомобильной платформой на запад.

Расчет теплопритоков выполняем для летнего периода, для города Кемерово расчетная наружная летняя температура $t_{н.р.л} = 32,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Результаты расчетов теплопритоков через ограждающие конструкции заносим в таблицу 7.

2.3.2 Теплопритоки от продуктов при их холодильной обработке.

В камерах №1 и №2 хранится замороженное мясо на стеллажах. В камере №3 хранятся субпродукты в картонных коробках. В камере №4 хранится жир в пластиковых коробках. В камере № 6 хранится охлажденное мясо на подвесных путях. В камере № 7 хранится готовая продукция в металлических контейнерах. В камере № 8 осуществляется дефростация мяса.

При холодильной обработке продуктов (охлаждении, замораживании и домораживании) каждый килограмм продукта выделяет теплоту в количестве $q = \Delta h$ кДж/кг. Кроме того, если происходит холодильная обработка продуктов в таре, то необходимо добавить теплоту, выделяющуюся при ее охлаждении.

Теплоприток $Q_{2пр}$, кВт, при охлаждении и домораживании продуктов в камерах хранения, рассчитываем по формуле:

$$Q_{2пр} = \frac{M_{сут} \cdot (h_n - h_k)}{24 \cdot 3600} \quad (32)$$

где $M_{сут}$ -суточное поступление продуктов, т/сут;

h_n, h_k - удельные энтальпии продукта соответственно до и после термообработки, кДж/кг.

Суточное поступление продуктов $M_{сут}$, т/сут, определяем по формуле:

$$M_{сут} = \alpha \cdot F \cdot h_{гр} \cdot \beta \cdot q_v \quad (33)$$

где α - доля суточного поступления продуктов в камеры;

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

F - площадь камеры, м^2 ;
 $h_{\text{гр}}$ - грузовая высота камеры, м ;
 β - коэффициент использования строительной площади камеры;
 q_v - норма нагрузки на 1 м^3 грузового объема камеры грузового объема камеры, $\text{т}/\text{м}^3$.

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

Теплоприток от тары $Q_{2\text{т}}$, кВт, определяем по формуле:

$$Q_{2\text{т}} = \frac{M_{\text{т}} \cdot c_{\text{т}} \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^3}{24 \cdot 3600} \quad (34)$$

где $M_{\text{т}}$ - суточное поступление тары, принимаемое пропорционально суточному поступлению продукта, $\text{т}/\text{сут}$;

$c_{\text{т}}$ - удельная теплоемкость тары, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

t_1, t_2 - начальная и конечная температуры тары соответственно (принимаются равными начальной и конечной температурам продукта), $^{\circ}\text{C}$.

Удельную теплоемкость тары в ($\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$) принимают в зависимости от ее материала: для картонной тары $c_{\text{т}} = 1,67$, металлической $c_{\text{т}} = 0,5$ $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а пластмассовой $c_{\text{т}} = 2,09$ $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Суммарный теплоприток от грузов и тары при холодильной обработке, определяем по формуле:

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{т}} \quad (35)$$

Результаты расчетов теплопритоков от грузов заносим в таблицу 8.

2.3.3 Теплопритоки при эксплуатации камер

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

Теплоприток от электрического освещения Q_4^I , кВт, определяем по формуле:

$$Q_4^I = q_4^I \cdot F_{\text{п}} \quad (36)$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где q_4^I - относительная мощность осветительных приборов, Вт/м²;
 F_n - площадь пола охлаждаемого помещения, м².

С учетом коэффициента одновременности включения можно принимать для производственных помещений $q_4^I = 4,7$ Вт/м².

В предварительных расчётах теплопритоков от работающих электродвигателей Q_4^{II} , Вт, определяем по формуле:

$$Q_4^{II} = q_4^{II} \cdot F_n \quad (37)$$

где q_4^{II} - относительная мощность электродвигателей, Вт/м². Для охлаждаемых помещений, оборудованных воздухоохладителями, принимают $q_4^{II} = 10 \div 20$ Вт/м²;

F_n - площадь пола охлаждаемого помещения, м².

Теплоприток от пребывания людей Q_4^{III} , кВт, определяем по формуле:

$$Q_4^{III} = 350 \cdot n \quad (38)$$

где 350 – тепловыделение одного человека при тяжелой физической работе, кВт;

n - число людей, работающих в данном помещении.

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

Теплоприток при открывании дверей в охлаждаемые помещения Q_4^{IV} , кВт, определяем по формуле:

$$Q_4^{IV} = \beta \cdot q_{дп} \cdot F_{дп} \cdot (1 - \eta) \cdot 10^3 \quad (39)$$

где $q_{дп}$ - плотность теплового потока, среднего за время проведения грузовых операций, отнесенного к площади дверного проема при отсутствии средств тепловой защиты Вт/м²;

$F_{дп}$ - площадь дверного проёма, м²;

β - Коэффициент, учитывающий длительность и частоту проведения грузовых операций: $\beta=0,15$ для камер хранения производственных холодильников;

η – коэффициент эффективности средств тепловой защиты, $\eta= 0,6$ для воздушной завесы.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эксплуатационные теплопритоки определяются, как сумма теплопритоков $Q_{4об}$, кВт, отдельных видов определяем по формуле:

$$Q_{4об} = Q_4^I + Q_4^{II} + Q_4^{III} + Q_4^{IV} \quad (40)$$

Результаты расчетов теплопритоков при эксплуатации заносим в таблицу 9.

Получаемые значения $Q_{1об}$, $Q_{2об}$, $Q_{4об}$, заносим в сводную таблицу 10 теплопритоков и суммируем по температурам кипения.

Таблица 7 - Результаты расчетов теплопритоков через конструкции

Ограждение	K_d , Вт/(м ² ·К)	F, м ²	t_n , °С	$t_{км}$, °С	Δt_c , °С	Q_{IT} , кВт	Q_{Ic} , кВт	$Q_{1об}$ кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Камера №1								
Наружная стена северная	0,2	168	32,6	-20		1,8		8,46
Наружная стена западная	0,2	84	32,6	-20		0,9		
Перегородка с камерой №2	0,26	84	-20	-20		0		
Стена в коридор	0,2	168	32,6	-20		1,24		
Пол	0,18	288	1	-20		1,09		
Покрытие	0,2	288	32,6	-20	7,5	3,03	0,4	
Камера №2								
Наружная стена северная	0,2	168	32,6	-20		1,8		8,46
Перегородка с камерой №1	0,26	84	32,6	-20		0		
Стена в коридор	0,2	168	32,6	-20		1,24		
Перегородка с компрессорным цехом	0,2	84	32,6	-20		0,9		
Пол	0,18	288	1	-20		1,09		
Покрытие	0,2	288	32,6	-20	7,5	3,03	0,4	
Камеры №3								
Стена в коридор	0,2	42	32,6	-20		0,31		2,6
Стена наружная западная	0,2	84	32,6	-20		0,9		
Стена в коридор	0,2	42	32,6	-20		0,31		
Перегородка с камерой №4	0,26	84	32,6	-20		0		
Пол	0,18	72	1	-20		0,5		
Покрытие	0,2	72	32,6	-20	7,5	0,7		

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Камера №4								
Стена в коридор	0,2	42	32,6	-20		0,31		2,1
Перегородка с камерой №3	0,26	84	32,6	-20		0		
Стена в коридор	0,2	642	32,6	-20		0,31		
Перегородка с камерой №5	0,26	84	0	-20		0,4		
Пол	0,18	72	1	-20		0,3		
Покрытие	0,2	72	32,6	-20	7,5	0,7	0,1	
Камеры №5								
Стена в коридор	0,2	210	32,6	-1		1		5,83
Перегородка с камерой №4	0,26	84	0	-1		0		
Перегородка с камерой №4	0,2	210	32,6	-1		1		
Перегородка с камерой №6	0,26	84	18	-1		0,7		
Пол	0,18	360	1	-1		0,23		
Покрытие	0,2	360	32,6	-1	7,5	2,4	0,5	
Камеры №6								
Стена в коридор	0,2	210	32,6	-1		1		5,83
Перегородка с камерой №5	0,26	84	0	-1		0		
Стена в коридор	0,2	210	32,6	-1		1		
Перегородка с цехом	0,26	84	18	-1		0,7		
Пол	0,18	360	1	-1		0,23		
Покрытие	0,2	360	32,6	-1	7,5	2,4	0,5	
Камеры №7								
Стена в коридор	0,2	168	32,6	0		1,1		5,6
Стена наружная западная	0,2	84	32,6	0		0,5		
Стена наружная южная	0,2	168	32,6	0	3,3	1,1	0,1	
Перегородка с камерой №8	0,26	84	20	0		0,4		
Пол	0,18	288	1	0		0,09		
Покрытие	0,2	288	32,6	0	7,5	1,9	0,4	

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Камеры №8								
Стена в коридор	0,2	168	32,6	20		0,4		2
Перегородка с камерой №7	0,26	84	0	20		-0,4		
Стена наружная южная	0,2	168	32,6	20	3,3	0,4	0,1	
Перегородка с цехом	0,2	84	18	20		-0,06		
Пол	0,18	288	1	20		-1,1		
Покрытие	0,2	288	32,6	20	7,5	0,7	0,4	

Таблица 8 - Результаты расчетов теплопритоков от грузов

№ камеры	$F_k, \text{м}^2$	$t_b, ^\circ\text{C}$	$t_1 - t_2$ $^\circ\text{C}$	$h_n - h_k$ кДж/кг	M_{np} т/сут	Q_{2m} кВт	Q_{2np} кВт	Q_2 кВт
1	288	-20	-8-(-20)	34,8-0	25,6	-	10,3	10,3
2	288	-20	-8-(-20)	34,8-0	25,6	-	10,3	10,3
3	72	-20	-8-(-20)	43,1-0	7,2	1,7	3,6	5,3
4	72	-20	32-(-20)	-	6,2	6,44	13,8	20,24
5	72	0	-	-	-	-	-	-
6	360	-1	8-2	36-18	6,4	-	1,3	1,3
7	288	-1	12-0	459,1-412,2	6,4	0,44	3,47	3,91
8	288	0...+20	0-20	212-73	6,4	-	0,31	0,31

Таблица 9 - Результаты расчетов теплопритоков при эксплуатации

№ камеры	$F_k, \text{м}^2$	$q_4^I, \text{Вт/м}^2$	$Q_4^I, \text{Вт}$	$q_4^{II}, \text{Вт/м}^2$	$Q_4^{II}, \text{Вт}$	n, чел.	$Q_4^{III}, \text{Вт}$	$q_{он}, \text{кВт/м}^2$	$F_{он}, \text{м}^2$	$Q_4^{IV}, \text{Вт}$	$Q_{4об}, \text{Вт}$
1	288	4,7	1353,6	20	5760	4	1400	9,7	12	7000	15513,6
2	288	4,7	1353,6	20	5760	4	1400	9,7	12	7000	15513,6
3	72	4,7	338,4	10	720	2	700	9,7	6	3492	5250,4
4	72	4,7	338,4	10	720	2	700	9,7	6	3492	5250,4
5	72	4,7	338,4	10	720	2	700	5	12	3600	5358,4
6	360	4,7	1692	20	7200	4	1400	5,2	12	3744	14036
7	288	4,7	1353,6	20	5760	4	1400	5	12	3600	12113,6
8	288	4,7	1353,6	20	5760	4	1400	2	12	1440	9953,6

Таблица 10 - Суммарные значения $Q_{1об}$, $Q_{2об}$, $Q_{4об}$

№ Камеры	t_B/t_0 $^{\circ}C$	$Q_{1об}$ кВт	$Q_{2об}$ кВт	$Q_{4об}$ кВт	$\Sigma Q_{об}$ кВт
1	-20/-30	8,46	10,3	15,5	34,26
2	-20/-30	8,46	10,3	15,5	34,26
3	-20/-30	2,6	5,3	5,2	13,1
4	-20/-30	2,1	20,24	5,2	27,54
5	0/-10	1,02	-	5,4	6,22
6	-1/-10	5,83	1,3	14	21,13
7	-1/-10	5,6	3,91	12,1	21,61
8	0...+20	2	0,31	9,9	12,21
<hr/>					
ΣQ	$t_0=-30$	21,62	46,14	41,4	
ΣQ	$t_0=-10$	11,43	5,21	26,1	
ΣQ		32,04	51,66	82,8	

Сумма всех теплопритоков $\Sigma Q_{км(-30)}$, кВт, для $t_0 = -30$ определяем по формуле:

$$\Sigma Q_{км(-30)} = 0,8 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,7 \cdot \Sigma Q_4, \quad (41)$$

$$\Sigma Q_{км(-30)} = 0,8 \cdot 21,62 + 46,14 + 0,7 \cdot 41,8 = 92,7$$

Сумма всех теплопритоков $\Sigma Q_{км(-10)}$, кВт, для $t_0 = -10$ определяем по формуле:

$$\Sigma Q_{км(-10)} = 0,6 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \cdot \Sigma Q_4, \quad (42)$$

$$\Sigma Q_{км(-10)} = 0,6 \cdot 11,43 + 5,21 + 0,5 \cdot 26,1 = 25,12$$

Холодопроизводительность компрессоров $Q_{0уст}$, кВт, для $t_0 = -30$ определяем по формуле:

$$Q_{0(-30)уст} = k \cdot \Sigma Q_{км}, \quad (43)$$

$$Q_{0(-30)уст} = 1,07 \cdot 92,7 = 99,19$$

Холодопроизводительность компрессоров $Q_{0уст}$, кВт, для $t_0 = -10$ определяем по формуле:

$$Q_{0(-10)уст} = k \cdot \Sigma Q_{км}, \quad (44)$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{0(-10)уст} = 1,05 \cdot 25,12 = 26,4$$

Компрессоры подбирают с запасом по производительности, коэффициент рабочего времени b при децентрализованном холодоснабжении должен быть не менее $b = 0,6 \div 0,8$.

Определяется по формуле:

$$Q_{0уст} = k \cdot \sum Q_{км} / b \quad (45)$$

$$Q_{0(-30)уст} = 1,07 \cdot 92,7 / 0,8 = 124$$

$$Q_{0(-10)уст} = 1,05 \cdot 25,12 / 0,8 = 33,6$$

2.4 Расчёт и подбор оборудования холодильной установки

2.4.1 Определение режимов работы холодильной установки

Расчетный режим холодильной установки характеризуется: температурой кипения t_0 , конденсации t_k , всасывания $t_{вс}$.

Температура кипения в установках с непосредственным охлаждением принимается на 10°C ниже чем температура воздуха в камерах, следовательно:
 $t_{01} = -10^\circ\text{C}$, $t_{02} = -30^\circ\text{C}$.

$$Q_{0(-10)} = 33,6 \text{ кВт} \quad t_{01} = -10^\circ\text{C},$$

$$Q_{0(-30)} = 124 \text{ кВт} \quad t_{02} = -30^\circ\text{C},$$

Для $t_{01} = -10^\circ\text{C}$ принимает одноступенчатую схему с воздушным конденсатором.

Для $t_{02} = -30^\circ\text{C}$ принимаем схему с экономайзером и с воздушным конденсатором.

Так как в установке используется воздушный конденсатор, то температуру конденсации принимаем 45°C .

2.4.2 Расчет компрессора на температуру кипения $t_0 = -10^\circ\text{C}$.

Одноступенчатый цикл холодильной установки, представлен на рисунке 2.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Значения параметров в узловых точках цикла сведены в таблицу 11.

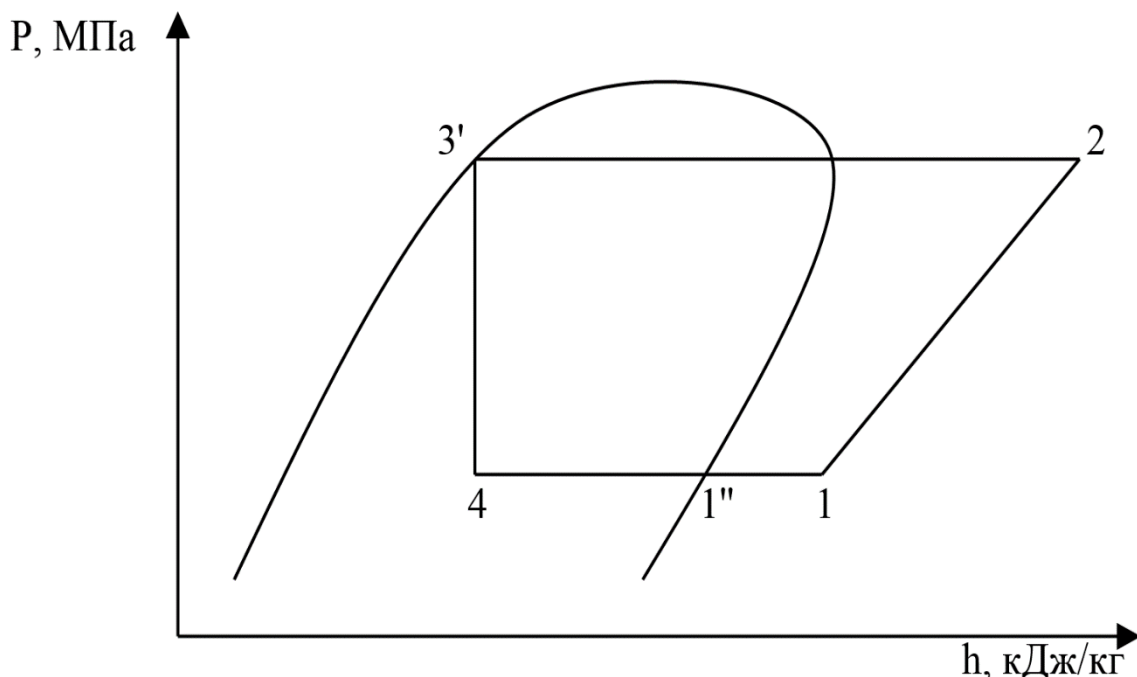


Рис. 2 - Одноступенчатый цикл холодильной установки.

Теоретический массовый расход циркулирующего хладагента G , кг/с, определяем по формуле:

$$G = \frac{Q_{0(-10)}}{h_{1''} - h_2}, \quad (46)$$

$$G = \frac{33,6}{362,7 - 272,8} = 0,373$$

Для одноступенчатого цикла холодильной установки с $t_0 = -10^\circ\text{C}$, подбираем компрессор с помощью программного обеспечения "BITZER-Software 6.4". Данные для подбора приведены в таблице 12, а результат подбора приведены в таблице 13.

Таблица 11 - значения параметров в узловых точках цикла

№ точки	t, °C	P, МПа	h, кДж/кг	v, м ³ /кг
1	0	0,43	371,2	0,05
1''	-10	0,43	362,7	0,046
2	60	2	404	0,01
2''	45	2	385,7	0,009
3	45	2	272,7	0,0012
4	-10	0,43	273,8	0,023

Теоретическую объёмную производительность компрессора $V_T, \text{м}^3/\text{с}$, определяем по формуле:

$$V_T = \frac{G \cdot v_1}{\lambda}, \quad (47)$$

$$V_T = \frac{0,373 \cdot 0,05}{0,76} = 0,024$$

где v - удельный объём пара, всасываемого в компрессор, $\text{м}^3/\text{кг}$;
 λ - коэффициент подачи.

Таблица 12 – Данные для подбора компрессора

Выбор компрессора: Полугерметичные поршневые компрессоры	
1	2
Исходные данные:	
Режим	Охлаждение воздуха
Хладагент	R404A
Температура испарения	-10,00 °C
Температура конденсации	45,0 °C
Переохлаждение (после конденсатора)	0 К
Перегрев всасывающих паров	10,00 К
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz

Таблица 13 – Результат подбора компрессора

Результат	
Компрессор	4TES-9Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизводительность	19,22 кВт
Потребляемая мощность	9,32 кВт
Ток (400В)	15,85 А
Напряжения питания	380-420 В
СОР/КПД	2,06
Массовый расход	683 кг/час
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	73 °C
Габаритные размеры	632x303x385 мм
Масса	134 кг

После подбора принимаем решения выбрать данный компрессор в количестве 2 штуки.

Действительный массовый расход циркулирующего хладагента
 $G_d = 0,379$ кг/с.

Действительную объёмную производительность компрессора $V_d, \text{м}^3/\text{с}$ определяем по формуле:

$$V_d = \frac{G_d \cdot v_1}{\lambda}, \quad (48)$$

$$V_d = \frac{0,379 \cdot 0,05}{0,76} = 0,025$$

Теоретическая мощность компрессора $N_T, \text{кВт}$, определяем по формуле:

$$N_T = G_d \cdot (h_k - h_n), \text{кВт}, \quad (49)$$

$$N_T = 0,379 \cdot (404 - 371,2) = 12,43$$

Индикаторная мощность компрессора $N_i, \text{кВт}$, определяем по формуле:

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i}, \quad (50)$$

$$N_i = \frac{12,43}{0,85} = 14,64$$

где η_i - индикаторный КПД.

Эффективную мощность $N_e, \text{кВт}$, определяем по формуле:

$$N_e = \frac{N_T}{\eta_m}, \quad (51)$$

$$N_e = \frac{12,43}{0,9} = 13,8$$

где η_m - механический КПД.

Действительную тепловую нагрузку на конденсатор $Q_k, \text{кВт}$, определяем по формуле:

$$Q_k = (Q_{од} + N_e) \cdot 1,3, \quad (52)$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 14 - Значения параметров в узловых точках цикла

№ точки	t, °C	P, МПа	h, кДж/кг	v, м ³ /кг
1	-20	0,2	358,4	0,099
1''	-30	0,2	350,4	0,095
2	17	0,64	383	0,033
3	13	0,64	379,5	0,033
3''	2	0,64	369,4	0,031
4	57	2,2	404,1	0,01
4''	45	2,2	272,6	0,0011
5	2	0,64	272,6	0,013
6	7	2,2	209,7	-
7	-30	0,2	209,7	0,026
8	7	0,6	374	0,032

Теоретический массовый расход циркулирующего хладагента низкой ступени компрессора G_1 , кг/с, определяем по формуле:

$$G_1 = \frac{Q_{0(-30)}}{h_{1II} - h_7}, \quad (54)$$

где $Q_{0(-30)}$ – расчетная холодопроизводительность компрессора, кВт.

$$G_1 = \frac{124}{350,4 - 209,7} = 0,9$$

Теоретический массовый расход циркулирующего хладагента высокой ступени компрессора G_2 , кг/с, определяем по формуле:

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{h_8 - h_6}{h_8 - h_4}, \quad (55)$$

$$G_2 = 0,9 \cdot \frac{374 - 209,7}{374 - 272,6} = 1,46,$$

Требуемая теоретическая объёмная производительность низкой ступени компрессора V_{T1} , м³/с, определяем по формуле:

$$V_{T1} = \frac{G_1 \cdot v_1}{\lambda}, \quad (56)$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\tau 1} = \frac{0,9 \cdot 0,099}{0,8} = 0,11$$

где v - удельный объём пара, всасываемого в компрессор, $\text{м}^3/\text{с}$;
 λ - коэффициент подачи.

Требуемая теоретическая объёмная производительность высокой ступени компрессора $V_{\tau 2}, \text{м}^3/\text{с}$, определяем по формуле:

$$V_{\tau 2} = \frac{G_2 \cdot v_2}{\lambda}, \quad (57)$$

$$V_{\tau 2} = \frac{1,46 \cdot 0,033}{0,8} = 0,06$$

Для двухступенчатого цикла холодильной установки с экономайзером $t_0 = -30^\circ\text{C}$, подбираем компрессор с помощью программного обеспечения "BITZER-Software 6.4" фирмы Bitzer. Данные для подбора приведены в таблице 15, а результат подбора приведены в таблице 16.

Таблица 15 – Данные для подбора компрессора

Выбор компрессора: Полугерметичные винтовые компрессоры HS	
Исходные данные:	
Хладагент	R404A
Температура кипения	-30,00 °C
Температура конденсации	45,0 °C
Переохлаждение (после конденсатора)	0 К
Перегрев всасывающих паров	10,00 К
Режим эксплуатации	Экономайзер
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Дополнительное охлаждение	Воздушное охлаждение масла

Таблица 16 – Результат подбора компрессора

Результат	
1	2
Компрессор	HSN7461-70-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизводительность	75,1 кВт
Потребляемая мощность	59,8 кВт
Ток (400В)	95,3 А
Напряжения питания	380-420 В

СОР/КПД	1,26
Массовый расход низкой ступени	1951 кг/час

Продолжение Табл. 16

1	2
Массовый расход низкой ступени	2835 кг/час
Режим эксплуатации	Экономайзер
Массовый расход ЕСО	883 кг/час
Габаритные размеры	1021x526x407 мм
Масса	310 кг

После подбора принимаем решения выбрать данный компрессор в количестве 2 штуки.

Действительный массовый расход циркулирующего хладагента низкой ступени $G_{д1} = 1,08$ кг/с.

Действительный массовый расход циркулирующего хладагента высокой ступени $G_{д2} = 1,57$ кг/с.

Теоретическая мощность низкой ступени компрессора $N_{т1}$, кВт, определяем по формуле:

$$N_{т1} = G_{д1} \cdot (h_k - h_n), \quad (58)$$

$$N_{т1} = 1,08 \cdot (383 - 358,4) = 26,24$$

Теоретическая мощность высокой ступени компрессора $N_{т2}$, кВт, определяем по формуле:

$$N_{т2} = G_{д2} \cdot (h_k - h_n), \quad (59)$$

$$N_{т2} = 1,57 \cdot (404,7 - 379,5) = 39,56$$

Индикаторная мощность низкой ступени компрессора N_{i1} , кВт, определяем по формуле:

$$N_{i1} = \frac{N_{т1}}{\eta_i}, \quad (60)$$

$$N_{i1} = \frac{26,24}{0,8} = 32,8$$

где η_i - индикаторный КПД.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Индикаторная мощность высокой ступени компрессора N_{i2} , кВт, определяем по формуле:

$$N_{i2} = \frac{N_{\tau2}}{\eta_i}, \quad (61)$$

$$N_{i2} = \frac{39,56}{0,8} = 49,45$$

где η_i - индикаторный КПД.

Эффективную мощность N_e , кВт, определяем по формуле:

$$N_e = \frac{N_{\tau1} + N_{\tau2}}{\eta_m}, \quad (62)$$

$$N_e = \frac{26,4 + 39,56}{0,9} = 73,3$$

где η_m - механический КПД.

Действительную тепловую нагрузку на конденсатор Q_k , кВт, определяем по формуле:

$$Q_k = (Q_{од} + N_e) \cdot 1,3, \quad (63)$$

$$Q_k = (305,21 + 73,3) \cdot 1,3 = 492$$

где $Q_{од}$ - действительная холодопроизводительность компрессоров, кВт.

Действительную холодопроизводительность компрессоров $Q_{од}$, кВт, определяем по формуле:

$$Q_{од} = G_{д2} \cdot q_0, \quad (64)$$

$$Q_{од} = 1,57 \cdot (404,1 - 209,7) = 305,21$$

где q_0 - удельная холодопроизводительность, кДж/кг.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4.4 Подбор конденсатора

Подбор конденсатора ведём по действительной тепловой нагрузке на конденсатор. Для подбора конденсатора используем программное обеспечение «GPC Software» фирмы Guntner. Данные для подбора приведены в таблице 17, а результат подбора приведены в таблице 18.

Таблица 17 – Данные для подбора конденсатора

Выбор компрессора: Полугерметичные винтовые компрессоры HS	
Исходные данные:	
Хладагент	R404A
Относительная влажность	56%
Температура конденсации	45,0 °C
Тепловая нагрузки при $t_0 = -10$ °C	100 кВт
Тепловая нагрузки при $t_0 = -30$ °C	560 кВт

Таблица 18 – Результат подбора конденсатора

Результат	
1	2
Конденсатор	GVH090.2A/2x5-N(D).E
Разделение контуров	Двухконтурное
Площадь поверхности теплообмена	2504 м ²
Шаг оребрения	2,4 мм
Вентиляторы	10 шт
Скорость вращения	1200 мин ⁻¹
Электрическая мощность	3,3 кВт
Потребляемый ток	5,1 А
Габаритные размеры	10000x2391x1460 мм
Масса	2282 кг

2.4.5 Подбор камерных приборов охлаждения

Для всех камер принимаем воздухоохладители.

Для воздухоохладителей площадь теплопередающих поверхностей F , м², определяем по формуле:

$$F_{во} = \frac{Q_{об}}{k \cdot \theta} \quad (65)$$

где $Q_{об}$ - нагрузка на камерное оборудование, кВт;

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

k - коэффициент теплопередачи воздухоохлаждателей ;

θ - средний температурный напор между циркулирующим воздухом и кипящим хладагентом, °С, принимается $7 \div 10$ °С.

Результаты по всем камерам приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Расчет площади теплопередающей поверхности

№ Камеры	$Q_{об}$, кВт	k	θ , °С	F_{60} , м ²
1	34,26	18,4	10	186,4
2	34,26	18,4	10	186,4
3	13,1	18,4	10	71,5
4	27,54	18,4	10	121,4
5	6,22	21,8	10	29,4
6	21,13	23,3	10	91
7	21,61	23,3	10	93

Технические характеристики подобранных воздухоохлаждателей фирмы Güntner приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики воздухоохлаждателей

№ камер	Обозначение	Кол-во, шт	Номинальная холодопроизводительность, кВт	Площадь F , м ²	Длина струи, м	Расход воздуха, м ³ /ч	Объём труб, л
1	BFBE 405B7	2	18,17	198,2	31	18857	17,6
2	BFBE 405B7	2	18,17	198,2	31	18857	17,6
3	TBL 68	2	8,66	94	16	7038	8,3
4	TGL 38	2	9,23	141	15	6690	8,3
5	TFGE 401B4	1	4,52	33,7	2x9	3070	3,5
6	GL 43	5	3,25	100	13	2900	2,2
7	GL 44	4	4,27	106,8	12	2700	3,5

2.5 Расчет и подбор ресиверов

2.5.1 Расчет и подбор линейного ресивера

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

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Объем линейного ресивера $V_{лр}$, м³, определяем по формуле:

$$V_{лр} = \frac{\frac{1}{2} \cdot G_d \cdot v_{ж}}{0,8}, \quad (66)$$

где G_d - действительный массовый расход хладагента, проходящего через ресивер, кг/ч;

$v_{ж}$ - удельный объем жидкого хладагента, находящегося при температуре конденсации, м³/кг.

Для $t_0 = -10$ °С

$$V_{лр} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,379 \cdot 0,0011}{0,8} = 0,00026,$$

Для $t_0 = -30$ °С

$$V_{лр} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1,57 \cdot 0,0012}{0,8} = 0,00118,$$

Подбираем линейный ресивер $t_0 = -10$ °С марки Bitzer F1202N вместимостью $V = 30$ л.

Подбираем линейный ресивер $t_0 = -30$ °С марки Bitzer F2202N вместимостью $V = 49$ л.

Технические характеристики линейных ресиверов приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Технические характеристики линейных ресиверов

Ресивер	Вместимость ресивера $V_{лр}$, л	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	
			Диаметр	Длина
F1202N	30	23	358	1238
F2202N	49	39	500	1358

2.7 Расчет и подбор маслоотделителя

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (G_d \cdot v_{ж})}{\pi \cdot \omega}}, \quad (67)$$

где G_d — действительный массовый расход хладагента в компрессорах;

ω — скорость движения фреона по нагнетательной магистрали, $\omega=1$ м/с;

v_H - удельный объём пара, нагнетаемого в маслоотделитель $\text{м}^3/\text{кг}$.

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,379 \cdot 0,01)}{3,14 \cdot 1}} = 0,07$$

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (1,57 \cdot 0,033)}{3,14 \cdot 1}} = 0,257$$

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$ подбираем вертикальный циклонного типа маслоотделитель Bitzer OA 1954.

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$ подбираем вертикальный циклонного типа маслоотделитель Bitzer OA 4188.

Технические характеристики маслоотделителей приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Технические характеристики маслоотделителей

Марка	Размеры, мм		Объем, дм^3	Масса, кг
	Диаметр	Высота		
OA 1954	298	764	40	75
OA 4188	368	1060	88	110

2.7 Расчет и подбор отделителя жидкости

Для улавливания жидкости, уносимого из приборов охлаждения подберем отделитель жидкости. Подбор ведем по диаметру аппарата $D, \text{м}$, определяем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (G_d \cdot v_{вс})}{\pi \cdot \omega}}, \quad (68)$$

где G_d — действительный массовый расход хладагента в компрессорах;

ω — скорость движения фреона по всасывающей магистрали $\omega=0,5$ м/с;

$v_{вс}$ -удельный объём пара, всасываемого в компрессор, $\text{м}^3/\text{кг}$;

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,379 \cdot 0,05)}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,22$$

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (1,08 \cdot 0,099)}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,522$$

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$ подбираем вертикальный отделитель жидкости BC-AS-47-79S.

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$ подбираем вертикальный отделитель жидкости BC-AS-47-89S.

Технические характеристики отделителей жидкости приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Техническая характеристика отделителей жидкости

Марка	Размеры, мм		Объем, м^3	Масса, кг
	Диаметр	Высота		
BC-AS-47-79S	325	725	0,047	
BC-AS-47-89S	535	850	0,063	

2.8 Расчет трубопроводов

Определение диаметра всасывающего трубопровода $d, \text{м}$, осуществляем по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (G_d \cdot v_{bc})}{\pi \cdot \omega}}, \quad (69)$$

где G_d — действительный массовый расход хладагента в компрессорах;
 ω — скорость движения фреона по всасывающей магистрали, $\omega = 15$ м/с;

v_{bc} - удельный объем пара, всасываемого в компрессор, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Определение диаметра нагнетательного трубопровода d , м, осуществляем по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (G_d \cdot v_H)}{\pi \cdot \omega}}, \quad (70)$$

где G_d —действительный массовый расход хладагента в компрессорах;
 ω — скорость движения фреона по всасывающей магистрали $\omega=18$ м/с;
 v_H -удельный объём пара, всасываемого в компрессор, м³/кг.

Диаметр всасывающего трубопровода компрессоров работающих на $t_0 = -30^\circ\text{C}$, $t_0 = -10^\circ\text{C}$.

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,379 \cdot 0,05)}{3,14 \cdot 8}} = 0,055$$

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (1,08 \cdot 0,099)}{3,14 \cdot 15}} = 0,095$$

Принимаем:

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$, $d = 66,67$ мм;

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$, $d = 104,78$ мм.

Диаметр нагнетательного трубопровода компрессоров работающих на $t_0 = -30^\circ\text{C}$, $t_0 = -10^\circ\text{C}$.

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,379 \cdot 0,01)}{3,14 \cdot 10}} = 0,022$$

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot (1,57 \cdot 0,033)}{3,14 \cdot 18}} = 0,06$$

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем:

Для $t_0 = -10^\circ\text{C}$, $d = 28,58$ мм;

Для $t_0 = -30^\circ\text{C}$, $d = 66,67$ мм.

2.9 Описание схемы холодильной установки

На проектируемой установке применена схема с экономайзером. По технологическим соображениям используются две температуры кипения: $t_0 = -10^\circ\text{C}$, $t_0 = -30^\circ\text{C}$. В схеме применены два компрессорных агрегата. Для работы на $t_0 = -10^\circ\text{C}$ агрегат 4TES-9Y-40P (2 шт.), на $t_0 = -30^\circ\text{C}$ агрегат HSN7461-70-40P (2 шт.). В компрессорном цехе также установлены на $t_0 = -10^\circ\text{C}$ линейный ресивер марки F1202H, отделитель масла ОА 1954, отделитель жидкости ВС-AS-47-79S. На $t_0 = -30^\circ\text{C}$ также установлены линейный ресивер F2202H, отделитель масла ОА 4188, отделитель жидкости ВС-AS-47-89S.

Сжатый в компрессорах, 4TES-9Y-40P (на $t_0 = -10^\circ\text{C}$), пары фреона нагнетается через маслоотделитель ОА 1954, в воздушный конденсатор GVH 080.2A/2x5-N(J).E.

В конденсаторе пары фреона конденсируются, отдавая тепло окружающей среде, затем жидкий фреон поступает в линейный ресивер F1202H. Из линейного ресивера фреон поступает на приборы охлаждения соответствующие по температурам кипения. В приборах охлаждения фреон кипит, забирая тепло от продуктов, и парожидкостная смесь поступает в отделитель жидкости ВС-AS-47-79S. Из отделителя жидкости пары фреона всасываются компрессорами и цикл повторяется.

Сжатый в компрессорах, HSN7461-70-40P (на $t_0 = -30^\circ\text{C}$), пары фреона нагнетается через маслоотделитель ОА 4188, в воздушный конденсатор GVH 080.2A/2x5-N(J).E.

В конденсаторе пары фреона конденсируются, отдавая тепло окружающей среде, затем жидкий фреон поступает в линейный ресивер F2202H. Из линейного ресивера фреон поступает на приборы охлаждения соответствующие по температурам кипения. В приборах охлаждения фреон кипит, забирая тепло от продуктов, и парожидкостная смесь поступает в отделитель жидкости ВС-AS-47-89S. Из отделителя жидкости пары фреона всасываются компрессорами и цикл повторяется.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В процессе работы на холодильную машину воздействуют факторы окружающей среды, такие как обслуживающий и ремонтный персонал, внутренние источники, связанные с происходящим процессом сжатия холодильного агента и переносом хладоносителя. При переносе различных видов энергии в форме работы и теплоты в элементах холодильной машины появляются разные процессы, которые сопровождаются действием сил, которые приводят к перемене их первоначальных свойств. Как пример это: компрессор, насос, вентилятор к которым подводится механическая энергия для осуществления рабочего процесса. Воздействию механической силы подвергается вся кинематическая цепь. В результате перемены свойств элементов холодильной машины.

Удалить нежелательное перемещение свойств (старение) элементов холодильной машины не возможно. Но узнав причины и сущности старения можно позволить использовать машину так, чтобы исправность машины реализовывалась в течении длительного времени.

Старение ведет к понижению технического состояния машины. Но перемена свойств может нести и обратимый характер, если это связано, с упругой деформацией материала, появлением продуктов коррозии и разложения масел, появлением накипи, засорением фильтров и так далее. Разрушение и отказы, полученные в результате таких явлений, могут быть решены в результате реализации комплекса несложных и нетрудоемких операций, называемых техническим обслуживанием (Т.О.).

В Т.О. обычно входит контроль технического состояния машины, группа операций профилактического типа (очистка, смазывание, регулирование и др.) и замена дефектных компонентов.

Технический контроль (Т.К.), цель - проверка работоспособности (или только исправности) на холодильных установках, производит штатный дежурный персонал, визуально и при помощи измерительного оборудования наблюдает за состоянием установки, с определенной периодичностью регистрирует в суточном журнале режимов работы установки и на основе величин параметров и признаков функционирования осуществляет принятие решений по управлению машиной.

Компрессорные агрегаты. Контроль технического состояния компрессорного агрегата производят путем измерения эксплуатационных характеристик, визуально и при помощи технического оборудования по функционированию, например, по присутствию течей, состоянию масла, шуму, вибрации и др.

Утечку, холодильного агента можно определить индикаторами, течеискателями и газоанализаторами, а место утечки - индикаторами или течеискателями. Герметичность сальников определяют по объему капель масла, вытекающих за определенный период.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Работа узлов сопровождается различными видами колебаний: механическими и акустическими. Работоспособному состоянию аппаратов соответствуют указанные уровни вибрации и шума.

Состояние трущихся сопряжений (сальникового уплотнения, подшипников скольжения и качения) можно охарактеризовать по температуре поверхности корпуса или температуре смазочных масел.

В процессе работы смазочное масло может окисляться, частично происходит процесс разложения, загрязняется продуктами износа и разложения. В результате этого его качество теряется. По этим причинам нужен контроль характера масла с целью его замены при подходе к предельно допустимому состоянию.

Характеристики работоспособности смазочной системы можно охарактеризовать рядом признаков. Уровнем масла в картере поршневого и маслоотделителя винтового компрессоров, разностью Р до и после масляного насоса, температурами масла в картере поршневого, на входе и выходе из винтового компрессора, герметичностью масляного насоса, состоянием масла.

Смазочные масла, используемые для смазки компрессоров разных типов, могут быть минеральными и синтетическими. Наибольшее распространение получили минеральные масла на основе нефтепродуктов. Основой синтетических масел могут быть, алкилбензол, полигликоли, полиэферы.

Масла с основой из синтетических веществ имеют лучшие показатели свойств, но они дороже минеральных смазочных материалов. Универсальных холодильных смазочных масел, в одинаковой степени способных удовлетворить противоречивые требования к маслам, пока не нет. Предпочтение отдают маслам, которое растворяется в холодильном агенте при прочих равных условиях.

В настоящие годы применяют: минеральные масла при работе холодильных установок на хладагентах R717, R744, R290, R600a и современные синтетические масла на основе полиэфиров и полиалкиленгликолей при работе холодильных машин на гидрофторуглеродах (R134a, R32, R125), их бинарных (R507, R410A) и тройных смесях (R404A, R407C), которые могут раствориться в них.

При эксплуатации центробежных насосов обращают внимание в общем случае на: разность давлений нагнетания и всасывания, герметичность различных соединений, уровни шума и вибрации в насосе, наличие смазки в узлах, температуру в сальниках и подшипниках.

Разность давлений, создается насосом, или давление нагнетания насоса, если давление всасывания остается постоянным, характеризует объемную подачу центробежного насоса. Снижение давления, создаваемого насосом, может производиться по следующим причинам: увеличивается утечка за счет износа колеса и корпуса; возрастает гидравлическое сопротивление сети.

Возрастание уровня шума и вибрации центробежного насоса может быть связано с поступлением воздуха через течи сальника и всасывающего трубопровода, кавитацией и нарушением центровки валов.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Возрастание температуры (выше 60 °С) подшипников обычно бывает при ухудшение смазки.

Для центробежных насосов предусматривается технический осмотр с периодом не реже 1-го раза в три месяца.

Техническое обслуживание конденсаторов испарительного типа включает в себя контроль следующих параметров:

- давлений и температур конденсации;
- температуры подпиточной и охлаждающей воды;
- температур и влажности воздуха, подаваемого в конденсатор;
- герметичность всех соединений;
- наличие водораспределительного устройства (угол распыла рядов форсунок, равномерность орошения пучков труб);
- уровень шума и вибрация.

При техническом обслуживании конденсаторов водяного типа периодически контролируют: температуры и давления конденсации, температуру воды на входе и выходе из конденсатора; контролируют герметичность всех соединений, и труб в конденсаторе, по присутствию холодильного агента в воде, выходящей из аппарата; удаляют масло из конденсаторов.

При техническом обслуживании конденсаторов с воздушным охлаждением контролируют:

- температуры и давления конденсации;
- температуру воздуха на входе и выходе из конденсатора;
- уровень шума и вибрация;
- герметичность всех соединений.

В каждом квартале при техническом осмотре контролируют наличие вентиляторов, состояние арматуры, контрольно-измерительного оборудования, производят очистку поддонов испарительных конденсаторов, очищают крышки кожухотрубных конденсаторов от водяного камня, омывают раствором поверхность батарей конденсаторов с воздушным охлаждением.

При эксплуатации испарителей, необходимых для охлаждения хладоносителя, регулярно записывают температуры и давления кипения; температуры пара хладагента, уходящего из испарителя; температуру хладоносителя на входе и выходе из испарителя, а также контролируют уровни хладагента и хладоносителя, проверяют герметичность соединений для проверки наличия хладагента в хладоносителе, концентрацию хладоносителей в растворе хладагента.

В зависимости от условий работы испарителя в хладоноситель вводят ингибиторы коррозии; из полости испарителя извлекают масло, перед этим прогревая испаритель; выпускают воздух из испарителей через специальный воздушный кран на крышке испарителя.

Регулярный тех. осмотр, осуществляемый через каждые 3-ри месяца, включает наблюдение за работоспособностью контрольно - измерительного оборудования, качество арматуры, электрохимической защиты от коррозии и мешалок в испарителях и аккумуляторах.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проведении технического обслуживания охлаждающих аппаратов визуально проверяют заполнение их хладагентом по присутствию и объему инея.

Работу охлаждающих приборов проводят периодическим оттаиванием инея и выведением из них масла.

Плановое тех. обслуживание воздухоохладителей с периодом времени раз в 3-ри месяца входит контроль сопротивления обмотки электродвигателя (не менее 0,5 МОм), качество крепления заземлителя, присутствие консистентной смазки в узлах подшипников.

При тех. обслуживании линейных ресиверов, дренажных ресиверов, защитных ресиверов, циркуляционных ресиверов и промежуточных сосудов по графику контролируют давление хладагента, а у промежуточных аппаратов контролируют также и перегрев выходящего из сосуда пара; проверяют наличие уровня жидкого холодильного агента.

В соответствии с графиком из сосудов удаляют масло, если оно не растворилось в холодильном агенте, из линейного ресивера также удаляют воздух, если отсутствует автоматический воздухоотделитель, производят контроль герметичности аппаратов. В тех. осмотр, проводимый каждый квартал, входит проверка функционирования контрольно-измерительного оборудования и арматуры сосудов.

Тех. состояние внутрицеховых трубопроводов проверяют в соответствии с графиком, визуально проверяют качество сварных швов, фланцевых соединений, опор, подвесок, теплоизоляции, антикоррозионной защиты и т.д.

Оттайка охлаждающих приборов. Появление инея на теплопередающей поверхности охлаждающих приборов будит приводить к возрастанию передаваемого теплового потока только в период 1-го часа работы. Затем в течении работы по мере увеличения слоя инея подаваемый тепловой поток снижается по экспоненциальной зависимости. В связи с этим охлаждающие приборы необходимо оттаивать, чтобы осуществлять поддержку определенного значения теплового потока.

При рассмотрении циклической работы охлаждаемого помещения за определенный промежуток времени, то можно увидеть, что оттаивание позволяет улучшить теплопередачу охлаждающих приборов, а значит увеличить тепловой поток и уменьшить экономические затраты, связанные с работой охлаждающих приборов. Но происходит увеличение затрат на электроэнергию, и непроизводительного периода работы при оттайке. Но чем реже производят оттайку охлаждающих аппаратов, тем ниже их тепловой поток и выше экономические затраты связанные с функционированием приборов, но снижаются затраты на электроэнергию и нерабочего времени.

Поэтому, разработаны оптимальные периодичности оттаивания, при которых обеспечивается, минимальная затрата на работу или максимальный тепловой поток охлаждаемой камеры. Оформить эту задачу не легко, из-за сложностей экспериментальных исследований процессов инееобразования. Поэтому на

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предприятиях соблюдают принцип пригодности - не ниже установленного уровня эффективности.

Определено, что понижение плотности теплового потока охлаждающих аппаратов в результате получения инея не должно быть выше 15-20 % от максимальной величины. А определенным величинам начала процесса оттаивания может быть величина слоя инея (для воздухоохладителей около 2 мм) или снижение давления в воздушном канале воздухоохладителя (на 0,15 кПа).

Оттаивание охлаждающих устройств камер промышленных предприятий осуществляют в основном горячим паром хладагента, нагнетаемого компрессорами. Оттаивание проводит обслуживающий персонал компрессорного цеха в соответствии с утвержденным графиком, руководствуясь особой инструкцией.

Перед оттайкой приборов охлаждения продукт, размещенный под ними, закрывают брезентом, чтобы снизить ухудшение товарного вида продукта и снизить трудоемкость последующего удаления талой воды и падающего инея.

Камерные приборы охлаждения отключают от режима охлаждения, закрывая определенные вентили на жидкостном коллекторе и паровом. В дренажном ресивере понижают давление, открывая вентили на трубопроводе, соединяющем с циркуляционным ресивером. Вентиль будет в открытом состоянии во время всего процесса оттайки, если на дренажной трубе устанавливается, поплавковый регулятор уровня (РОС-501), перекрывающие подачу пара холодильного агента высокого давления из охлаждающих аппаратов в дренажный сосуд и позволяющие дренировать конденсат по мере его сбора в корпусе РОС-501.

После понижения давления в дренажном сосуде открывают вентили на дренажной трубе и на трубе подачи горячего пара холодильного агента. При оттайки охлаждающих аппаратов давление, указываемое манометрами на оттаивательном коллекторе, не должно быть выше величины испытательного Р, заданного для определенных охлаждающих приборов.

Время оттайки заканчивается, когда теплопередающая поверхность приборов находится без инея.

После оттайки завершают подачу горячего пара холодильного агента и дренаж конденсата, перекрыв соответствующие вентили. Камерные приборы охлаждения включают в режим охлаждения, открывая определенные вентили.

Находящийся в дренажном сосуде холодильный агент выдерживают определенное время для повышения температуры и расслоения холодильного агента и масла. Основная часть масла из дренажного сосуда выводят в масло-сборник, а остающийся в нем жидкий холодильный агент выдавливают в охлаждающие приборы через распределительные коллекторы регулирующих станций, закрыв вентили на линиях подачи жидкого холодильного агента из линейного сосуда.

Оттайку воздухоохладителей при помощи электронагревателей производят в следующей последовательности. В дренажном сосуде понижают давление, присоединив его к циркуляционному ресиверу. Воздухоохладители вклю-

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

чают в режим оттайки - отключая от испарительной системы, отключают электродвигатели вентиляторов, присоединяют к дренажному ресиверу и включают их электронагреватели. После проведения оттайки воздухоохладители включают в режим охлаждения, производя эти действия в обратной последовательности. А через небольшой промежуток времени из дренажного сосуда извлекают масло и холодильный агент.

Защита от коррозии элементов холодильной установки. Элементы холодильной машины, контактирующие с грязным атмосферным воздухом, хладоносителем, водой, грунтом, подвергаются разрушительному воздействию различных видов коррозии, которая уменьшает срок службы элементов, а в теплообменных аппаратах следы коррозии, отлагаются на теплопередающей поверхности, увеличивая термическое сопротивление теплопередачи.

Время коррозии, измеряется обычно толщиной разрушаемого материала (мм), зависит от вида применяемого материала (его стандартного равновесного состояния), концентрации и составов среды, внешних условий (температуры, давления, скорости движения воздуха). Скорость атмосферной коррозии увеличивается с возрастанием влажности воздуха в атмосфере при наличии газообразных (HCl , SO_2 , NH_3 , Cl_2) и примесей. Период электрохимической коррозии возрастает: в кислой среде, при увеличении температуры и скорости движения воздуха, при наличии блуждающих электрических токов и контактов с другими металлами.

Для того, чтобы защитить от коррозии элементы холодильной машины используют такие способы как: изолируются металлы от коррозионной среды, наносят на поверхность слой коррозионностойких материалов; понижают коррозионную среду; применяют ингибитор (вещества, снижающие скорость коррозии металлов); меняют коррозионный потенциал металлов.

Защита металлов от коррозии методом нанесения слоев грунтовок, красок, лаков и эмалей применяют наиболее широко. Лакокрасочное покрытие выполняют защитную функцию, если слой непрерывный, что не всегда возможно сделать. Покрытия выполняют из синтетической пластмассы (фенольной, силиконовой) малой толщины будут прочнее и долговечнее лакокрасочных применяются в последние годы часто.

Поверхность охлаждающих аппаратов, конденсаторов воздушного и испарительного типа оцинковывают, а в некоторых случаях поверхность труб воздухоохладителей и конденсаторов плакируют, наносят слой алюминия. Эти покрытия позволяют защитить сталь и при отсутствии целостности слоев, так как являются протектором, действуют на стационарный потенциал металлов.

Коррозионная активность сред может быть понижена следующими способами:

- поддержкой определенной величины водородного показателя ($\text{pH} = 7-12$ для углеродистой стали, $\text{pH} = 7$ для алюминия);
- снижением концентраций кислорода и водорода, иона тяжелого металла, галогенов и других;

					АК3. 00.00.000. ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- снижением влажности воздуха; устранением конденсации влаги на поверхности приборов;

- снижением температур, давлений и скоростей движения.

Ингибиторы используют в основном в системах с неизменным или не обновляемым количеством агрессивных сред. Например, для осуществления защиты от коррозии теплопередающей поверхности различных аппаратов, водяных трубопроводов, хладоносителей, перемещаемых по замкнутому контуру. В качестве ингибиторов коррозии могут быть использованы органические вещества (амины, аминокислоты, декстрины, меркаптаны) и неорганические вещества (хроматы, фосфаты).

Защита металлов изменением их стационарного потенциала называется электрохимическая. Она самая эффективная и используется тогда, когда другие методы не могут обеспечить требуемую длительность защиты объекта. Электрохимическая защита производится поляризацией от внешнего источника тока или за счет соединения с металлом, обладающим более отрицательным или более положительным потенциалом, чем у защищаемых металлов. Поляризацией называется изменение потенциала металлов и растворов (катода - в направлении более отрицательной величины, а анода - в направлении более положительной величины), контролируемое при перемещении электрического тока через электрохимическую систему. Перемещая потенциал металла от более равновесного положения в нужном направлении, т. е. снижая разность потенциалов, которая устанавливается между металлами и растворами, можно снижать скорость коррозии металлов.

Для холодильных машин используют чаще всего катодную защиту с использованием анодного протектора. Для защиты аппаратов из углеродистой и низколегированной стали применяют материалы из алюминиевых сплавов (марки АП1, АП3) и цинковых сплавов (марки ЦП1, ЦП3). При защите аппаратов из сплавов с медью и никеля используют материалы из стали (марки Ст0, Ст3).

В протекторах ограничен радиус их защитного действия, так, для прямого участка труб он не более 2 метров, а для изогнутого – 1 метр. Поэтому на защищаемом оборудовании устанавливается несколько протекторов.

Защитное воздействие протектора тем будет лучше, чем будет меньше электрическое сопротивление в зоне соприкосновения (не более 0,02 Ом). Для этого место соприкосновения должно иметь защиту и обезжириваться. Анодный протектор может разрушаться в местах контактов, поэтому нужно регулярно производить контроль за прочностью соединения и величиной разрушений протектора. Протектор, имеющий разрушение более чем на 40% от начальной массы, подвергается замене.

Здание холодильников. Холодильники в процессе работы подвержены действию внешних сред, солнечной радиации, переменным температурам воздуха, атмосферным осадкам) и внутренним факторам, связанным с работой (низкие температуры и высокие влажности воздуха, статические и динамические нагрузки). Поэтому в процессе эксплуатации производится старение огра-

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ждающих и несущих элементов холодильников, обнаруживающееся в виде деформаций конструкционного элемента, старение конструкционных, пароизоляционных и гидроизоляционных материалов и теплоизоляционных материалов, увлажнение теплоизоляционных конструкций.

При этом снижаются теплозащитные свойства, герметичность и прочность несущих и теплоизоляционных конструкционных элементов возрастают затраты на отвод теплоты из холодильных помещений, увеличиваются потери охлаждаемых продуктов, из-за нарушения технологических режимов и санитарного состояния помещения.

Для этого нужно производить контроль технического состояния самого здания холодильника, его помещений и проводить определенные работы, не позволяющие ухудшить состояние теплозащитных свойств ограждающих конструкций ниже допустимой величины.

Техническое обслуживание зданий холодильников состоит из комплексных сезонных осмотров: важных конструкционных и ограждающих сооружений один раз а квартал, а всех остальных элементов 2-а раза в г. – обычно весной для определения объема работ по выполнению текущего ремонта теплоизоляционных конструкций ограждений, осуществляемых летом; осенью для проведения работ в зимних условиях.

При осмотре определяют состояние следующих элементов:

- у покрытия холодильника (порыв, вздутие, провалы кровельного ковра);
- у противопожарных поясов холодильника;
- у стен холодильника (трещины, вздутие, увлажнение, наледь);
- у перекрытия (горизонтальность полов, трещины, местные выбоины, увлажнение, наледь);
- у несущих элементов каркаса холодильника (трещины, вертикальность и горизонтальность расположения);
- у дверей (плотность их прилегания);
- у систем обогрева грунтов.

Кроме визуального проводят и инструментальный контроль:

- теплозащитных характеристик ограждающих конструкций холодильника;
- прочность и деформацию несущих элементов каркаса холодильника;
- элементы обогрева грунта.

Увлажнения наружных или внутренних стен показывает на присутствие порывов в паро- и теплоизоляционных материалах. Местное увлажнение наружных стен в местах нахождения швов между панелями конструкционных элементов каркаса холодильника (колонны, пристенные балки перекрытий), часто появляющиеся в холодное время года при оттепелях указывает на ухудшения теплоизоляционных характеристик конструкции. Появление инея и наледи на поверхностях стен со стороны коридора и вестибюля показывает, что поступает теплый наружный воздух.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Образование инея на потолках камеры с температурой более высокой, чем в находящихся выше, показывает на уменьшение термического сопротивления перекрытия.

Просадки и вспучивания полов, расположенных на грунте, показывают на ухудшения теплоизоляционных свойств полов и промерзание грунта.

Причиной, вызывающей увлажнения поверхностей, трещин в конструкциях холодильника, деформацию конструкции и полов, обнаруживают и устраняют.

Теплозащитные характеристики ограждающей конструкции выявляют методами неразрушающего и разрушающего контроля. Метод разрушающего контроля подразумевает отбор образцов у ограждающих конструкций камер холодильника, например, при помощи шлямбура, экспериментальные исследования их основных свойств (теплопроводность, влажность, прочность) и распределение этих свойств по всей конструкции. Метод неразрушающего контроля основывается на определении теплового потока, проходящего через ограждающие конструкции, при помощи измерителей теплового потока и расчете по его величине термического сопротивления конструкции стены. При применении этого метода целостность конструкций не будет нарушена, но он показывает только локальную величину измеряемых тепловых потоков.

Этих недостатков лишен метод, бесконтактного измерения температур поверхностей ограждения с помощью приборов, называемых тепловизорами. В диапазон видимости его чувствительных элементов - приемников инфракрасного излучения - может быть большая площадь поверхностей ограждений (например, полностью вся стена холодильника), о равномерности температурных полей говорят по цвету и оттенкам на экране дисплея прибора. Определенные участки с более низкой температурой уже начинают исследовать более детально.

Тех. обслуживание систем обогрева грунта включает: контроль за температурой грунта под зданием холодильников, за тех. состоянием компонентов системы обогрева грунта, например, это трансформаторы при электрообогревах; теплообменники-нагреватели и насосы при обогреве жидкостном, а также работ по сохранению их в рабочем состоянии.

Санитарные обработки и дезинфекции охлаждаемых камер, помещений и их аппараты. Производственные камеры (накопитель; коридор: грузовая платформа и др.), включая имеющееся в них оборудование, а также и транспортные и грузоподъемные системы обязаны соответствовать техническим требованиям, и требованиям санитарии производственной. Поддержание санитарных и гигиенических требований и норм можно обеспечить совершением санитарного контроля на производстве, при хранении и транспортировке продуктов, а также проведением санитарных обработок и дезинфекций помещения и аппаратов. Методом санитарного контроля будет являться химико-бактериологические анализы, осуществляемые в лаборатории.

Плановую санитарную обработку производят после проведения каждой рабочей смены, при торможении технологического процесса и в случаях про-

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

стоя оборудования свыше одного часа. Во время санитарной обработки удаляют с поверхности аппаратов и ограждений помещений остатки продуктов механическим способом, промывают прохладной водой (20-25 °С), а затем и горячей (70-90 °С) и затем производят ополаскивание прохладной водой.

При проведении дезинфекции, обычно осуществляемой один раз в неделю, поверхности механическим способом очищают, после чего промывают холодной водой и промывают горячим раствором (70-90°С), после чего подают дезинфицирующие составы, а после 15-20 мин его промывают горячей водой и ополаскивают холодной водой. Качество проведенной дезинфекции проверяют бактериологические лаборатории. Микробиологические показатели санитарного состояния поверхностей в камерах регламентируются инструкциями. Таким образом, проверка камер с температурой в них воздуха - 12 °С проводится один раз в квартал, а с температурой выше – 2-а раза в квартал. Санитарные требования к камерам и аппаратам представляются в санитарных нормах и правилах.

Для поддержки на высоком уровне санитарного состояния стен и потолков в камерах они должны обладать гладкой поверхностью без трещин, окрашенными или покрытыми моющимися панелями. Полы должны обладать водонепроницаемыми покрытиями, без трещин и выбоин. Поверхность стен, полов и дверей, быстро загрязняющие при работе, моют не реже раза в смену. Жирные и грязные полы и двери в помещениях и коридоре при температуре в них выше 0 промывают горячим раствором и вытирают сухой ветошью.

Охлаждающие аппараты камер планово оттаивают. В камерах холодильников, имеющих охлаждающие батареи, пищевые продукты, уложенные под батареями, перед оттайкой закрывают брезентом или пленкой, чтобы защитить их от опавшего снега, талой воды, а затем вынести из камеры. Холодильные помещения после очистки от грузов и перед укладкой новой партии грузов дезинфицируют.

Воздуховоды подвергают обработки растворам около 40 минут, после чего промывают водой, контролируя при этом водородный показатель омываемой воды при помощи фенолфталеина. Как пример, такого раствора можно использовать водный, содержащий 6% жидкое стекло, 4% кальцинированную соду, 2-3% триполифосфат натрия и 0,6% синтаמיד-5%.

Скороморозильные аппараты промывают и дезинфицируют при оттайки. В промывку скороморозильного аппарата включают следующий ряд операций: механическую очистку; мойку теплой водой; обезжиривание поверхности; мойка теплой водой; сушку и смазку жиром. Для промывки и обезжиривания применяют в как правило водные щелочные растворы, например, 1-2 % кальцинированной соды или 0,1-0,2 % каустической соды.

Дезинфекция скороморозильного аппарата предусматривает проведение операций: промывку поверхностей дезинфицирующими растворами (орошение, протирка); выдержку до тридцати минут; мойку водой; сушку с протиркой и смазку пищевыми жирами.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проведении дезинфекции много используют хлорсодержащие вещества (хлорную известь, хлорамины, гипохлориты калия и натрия, дихлордиметилгидантоин), четвертичные аммониевые соли и другие. Хлорная известь используется в сухом виде (расход составляет на один кг на один м² обрабатываемой поверхности), в виде растворов, содержащих 0,5-1 % активного хлора (расход один-0,1 дм³ на один м²); хлорамин применяют в виде 0,2-1 %-ного раствора (расход один дм³ на один м²).

В качестве моющего средства используют кальцинированную соду (0,5-1 % раствор) или каустическую соду (0,5 % раствор для обработки аппаратов и 10 % раствор для обработки стен камер).

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

4.1 Технология изготовления колбасных изделий

Технология изготовления разных видов колбасных изделий имеет свои отличия. Но технологические операции производства сырья для колбасных изделий будут общими для многих колбасных изделий.

Технологические операции: разделка - операции по разделки туш или полутуши на более мелкие части. Мясные туши (полутуши) разрезают на части в соответствии со стандартными схемами. Для специализированной разделке в производстве колбас всю тушу (полутушу) применяют для производства колбас.

Обвалка это процесс отделения мышечной, жировой и соединительной тканей от кости. Для проведения более качественной обвалки, ее проводят дифференцированным способом, при нем каждый обвальщик обваливает определенную часть туши животного, но на предприятиях не большой мощности используют обвалку по одной туши, в данном случае всю тушу обваливает один обвальщик. Обвалку производят на стационарных и конвейерных столах. На некоторых предприятиях туши животных обваливают в вертикальном расположении на подвесных путях.

Разрешается на костях содержание мякотных тканей после обвалки – не более 8%. Для возрастания производства сырья допускается проведение дообвалки – дополнительное отделение мякотных тканей, остающихся после полной ручной обвалки на костях туши. Получили распространение два метода дообвалки костей: в солевых растворах и прессованием.

Дообвалку в рассолах производят во вращающемся аппарате в течение двух часов. При химическом воздействии растворов поваренной соли и создаваемого механического трения и соприкосновения костей друг о друга и о внутренние поверхности аппаратов растворимые белки мышечных тканей переходят в растворы. Белки соединительных тканей разбухают, что снижает прочность мякотной ткани и отделению их от костей с получением мясной суспензии.

Дообвалку костей животных способом прессования производят при помощи роторных или шнековых прессовых механизмов непрерывного действия и поршневых прессовых механизмов периодического действия.

Жиловка - процесс отделения от частей мяса мелких косточек, присутствующих после процесса обвалки, сухожилия, хрящей, кровеносных сосудов и различных пленок, кровоподтеков и загрязнения. Благодаря процессу жиловки возрастает питательная ценность мяса.

Деление мяса основано на деление жилованного мяса по сортам и виду в зависимости от наличия в нем соединительных и жировых тканей.

Говядину жилованную подразделяют на 3 сорта:

- высший сорт это очищенная мышечная ткань окороков, лопаток и спинной мышцы (выход до 20%);

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- первый сорт это мышечная ткань с наличием не более 6% соединительных тканей и жира от общей части туши (выход 40-50%);
- второй сорт это мышечные ткани грудных клеток, голяшек, рулек, шей, пашин, с наличием не более 20% соединительных тканей и жира (выход до 40%).

При жиловки и делении упитанной говядины на предприятии выделяют говядину «жирную» - мышечная ткань с наличием жировой и соединительной тканей до 35%.

Свинину жилованную с содержанием жира делят – на нежирную, полужирную и жирную. В свинине нежирной содержится не более 10% жировых тканей (выход составляет 20-30%), свинина полужирная выход составляет 30-50% жировых тканей (выход 50-60%), свинина жирная - более 50% жира (выход составляет 10-30%). Свинина нежирная и полужирная вырезается из окороков, спинного филе и лопатки, жирное - из пашин, реберной и др. частей.

Жилованная говядина входит в основу фарша большей части колбасных изделий, и в зависимости от ее качества колбасы делят на товарные сорта.

Колбасные изделия высшего сорта, обычно, изготавливаются из жилованной говядины высшего сорта.

Колбасные изделия первого сорта - из жилованной говядины первого сорта.

Колбасы второго сорта - из жилованной говядины второго сорта.

В производстве полукопченых колбасных изделий высшего сорта применяют жилованную говядину первого сорта, а колбасы первого сорта и второго жилованную говядину второго сорта.

Нежирную свинину применяют в основном для производства копченых и вареных колбасных изделий высшего сорта, полужирную свинину - для колбасных изделий вареных первого и второго сортов и полукопченых колбас.

На первом этапе производят измельчения и посол мяса используют при получении большинства колбасных изделий. Измельчение мяса, перед тем как произвести посол, приводит к ускорению его созревания и процесс введения соли в ткани мяса, а также приводит к повышению влагоудерживающей способности при термической обработке готового продукта.

Мясо, используемое при производстве колбас (кроме сырокопченых), дробят на волчке - мясорубке с электромеханическим приводом - с диаметром отверстий в решетке 2-6, 8-12 или 16-25 (шрот) мм. Мясо предназначенное для производства сырокопченых колбасных изделий перед посолом перерезают на мелкие куски массой до 600 грамм.

Мелко нарезанное мясо (для вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов) засаливают в концентрированном рассоле, а крупно нарезанное (для полукопченых и сырокопченых колбас) – засаливают сухой солью из расчета 1,7-3,5 кг на 100 кг массы мяса (в зависимости от изделия).

При засолке в мясо подают нитрит натрия массой 7,5 г на 100 кг мяса в виде растворов концентрацией не более 2,5%.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После посолки мясо подают в емкости и отправляют на выдержку с температурой $0\pm 40^{\circ}\text{C}$. Время выдержки будет зависеть от вида производимых изделий и от величины измельчения мяса, возможны колебания от 6 (при изготовлении вареных колбасных изделий) до 168 (при изготовлении сырокопченых колбас) часов. В период выдержки соль равными долями распределяется в мясо-сырце, оно приобретает липкость и влагоемкость в результате перемены белков под воздействием соли.

Нитрит натрия в процессе выдержки приходит в взаимодействие с белками мяса-сырца, в результате этого появляются вещества азоксигемоглобин и азоксимиоглобин обладающие ярко-красным цветом и мясо во время тепловой обработке не теряет своего естественного окраса.

Изготовление шпика, свежего или соленого, производится удалением шкуры и нарезки его на кусочки одинаковой формы и размеров, соответствующих определенному названию колбасного изделия. Измельчают шпик на шпикорезках после небольшого охлаждения до -10°C .

Приготовление фаршей. Фарш - смесь компонентов, изначально подготовленных в определенных количествах, определенных рецептурой для каждого вида и сорта колбасного изделия.

В зависимости от вида колбас степень измельчения сырья различна. Наиболее тщательно мясо измельчают при изготовлении сосисок, сарделек, вареных и ливерных колбас. При изготовлении полукопченых колбас. Варено-копченых и сырокопченых колбасных изделий не обязательно совсем разрушать клеточную структуру мяса, но оно должно обладать достаточно измельченной структурой, чтобы произвести однородный вязкий фарш.

Очень тонкое измельчение мяса производят в куттерах. От выбора правильного режима куттерования будет зависеть структура и консистенция фаршей, а также выход и качество готовой продукции. При переработки мяса на куттере в период первых четырех минут производится механическое разрушение тканей, значительно возрастает поверхность кусков мяса, после чего происходит набухание белков, связь ими воды и появление вязкопластической структуры в сырце. Оптимальным временем куттерования считается такой период, когда показатели липкости, водосвязывающей способности фаршей, консистенция и выход готовых колбасных изделий, достигают максимума (в среднем куттерование длится около десяти минут). Для исключения нагрева сырья во время куттерования в куттер подают лед или холодную воду.

Фарш-сырец для бесшпиковых вареных колбасных изделий: сосисок и сарделек собирают в куттерах при измельчении сырья.

При изготовлении фаршей в куттерах первоначально подают говядину или нежирную свинину, на этом же этапе подают фосфаты, увеличивающие водо-связывающую способность мяса.

После измельчения нежирного сырья вводят специи, крахмал, сухое молоко и др.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В конце процесса куттерования в куттер подают жирную свинину или жир. Аскорбиновую кислоту, позволяющую усилить интенсивность и устойчивость окраски вареных колбас, добовляют также во второй половине процесса куттерования.

Неоднородный фарш-сырец, содержащий кусочки шпика или крупноизмельченные кусочки мяса, составляют в мешалках. При изготовлении фарша в мешалку на первом этапе загружают говядину и нежирную свинину, после чего при необходимости - холодную воду или лед, специи. Жирную свинину и шпик загружают в конце процесса.

После добавления шпика фарш мешают в течении трех минут. Время перемешивания определяется конструкцией мешалки и свойств самого фарша. Таким образом, фарш вареных колбас мешают в течении двадцати минут, а фарш полукопченых и копченых колбас - десяти минут.

Формование колбасных батонов. В процесс формования колбасных изделий включается подготовка колбасных оболочек, шприцевание фаршей в оболочки, вязку и штриковку колбасных батонов.

Шприцевание (наполнение оболочки фаршем) производится под давлением в специальных аппаратах - шприцах - механических, пневматических, гидравлических, вакуумных. Плотность набивки фарша в оболочку может регулироваться в зависимости от вида колбасных изделий, массовой доли влаги в фарше и вида оболочки. Фаршем вареных колбас оболочки набивают наименее плотно, иначе в период варки в результате объемного расширения фарша оболочка может лопнуть. Копченые и сырокопченые колбасные изделия шприцуют более плотно, так как объем колбасных батонов существенно уменьшается при сушке.

Для уплотнения, повышения механической прочности и товарной отметки колбасные изделия после шприцевания перевязывают шпагатом по схемам, указанным в соответствующих стандартах. При выпуске батонов в искусственных оболочках, на которых напечатаны наименование и сорт колбасы, поперечные перевязки можно не производить.

После вязки батонов для устранения воздуха, поданного в фарш при его обработке, оболочки прокалывают в нескольких местах (штрикуют) на концах и вдоль батона специальной металлической штриковкой, имеющей четыре или пять тонких игл. Батоны в искусственной оболочке не подвергают штрикованию.

Перевязанные батоны навешивают за петли шпагата на палки так, чтобы они не соприкасались между собой.

Осадка. Предусматривается для всех видов колбасных изделий, кроме ливерных колбас. Осадке подвергают колбасы, подвешанные на рамные тележки (рамы). Период осадки будет зависеть от вида колбасного изделия.

Кратковременную осадку используют при производстве вареных и полукопченых колбасных изделий, она длится три часа при температуре в помещении не выше 12°C. Длительную осадку (шесть суток) используют при производ-

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АКЗ. 00.00.000. ПЗ					

стве сырокопченых колбас, а также полукопченых (1 сутки) и варено-копченых колбас, изготовленных из подмороженного мяса. Длительную осадку проводят в специальных камерах, где поддерживают относительную влажность воздуха 85-90% и температуру 4-8 или 2-40°C в зависимости от вида колбас и технологии.

В результате осадки фарш уплотняется, становится монолитным, оболочка подсушивается, испаряется некоторое количество влаги, готовый продукт получается сочным, с лучшей консистенцией, запахом, цветом и вкусом.

Термическая обработка колбасных изделий. Полукопченые колбасы обжаривают при температуре 80-100°C в течение 60-90 мин., варят при 70-80°C 25-60 мин., охлаждают в воздухе 2-3 часа, а затем коптят 12-24 часа при температуре дыма 35-60°C. После копчения их подвергают сушке при 12-15°C и относительной влажности воздуха 75% в течение 2-3 суток.

Варено-копченые колбасы сначала коптят при температуре 50-60°C в течение 2-3 часов, затем варят при 68-73°C в течение 40-60 мин., охлаждают и коптят при 32-35°C до 2 суток или при температуре 40-45°C до 24 часов, а затем сушат при 12°C и относительной влажности воздуха 75%.

Упаковка и маркировка. Вареные, полукопченые, сырокопченые и варено-копченые колбасы выпускают весовыми или упакованными в картонные коробки массой нетто не более 2 кг. По заказу торговых предприятий колбасы выпускают нарезанными ломтиками массой 100, 200, 500 г и упакованными под вакуумом в прозрачные газонепроницаемые пленки.

Упаковывают колбасные изделия в ящики дощатые, фанерные, из гофрированного картона, алюминиевые, полимерные с крышками, а также в контейнеры или тару-оборудование. Масса брутто не должна превышать 30 кг. Наилучшей тарой являются перфорированные полимерные ящики, стенки, дно и крышки которых имеют отверстия для доступа воздуха.

Условия транспортирования, хранения и реализации колбасных изделий. С мясоперерабатывающих предприятий на предприятия торговли колбасные изделия переводят специализированным автотранспортом. В весенне-летний период колбасы должны перевозиться в авторефрижераторах, обеспечивающих температуру в кузове не выше 8°C. Иногородние перевозки вареных и других скоропортящихся колбас осуществляются холодильным автотранспортом.

4.2 Модернизация технологии изготовления колбасных изделий

При технологическом процессе фаршесоставления (куттерование) фарш нагревается за счёт нагрева элементов конструкции куттера, и температура фарша поднимается до 17—20 °С. Высокая температура фарша в процессе куттерования приводит к быстрому развитию микроорганизмов и порче продукции. При перегреве фарша уменьшается его влагоемкость и может образоваться брак колбасы. С целью предотвращения перегрева фарша в кутгер добавляют холодную воду или лед в начале куттерования в таком количестве, чтобы поддержи-

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вать температуру 12-15 °С. Количество воды или льда зависит от вида куттерруемого сырья: чем выше содержание жировой ткани, тем меньше надо воды или льда.

Недостатком добавления воды для охлаждения фарша в процессе куттерования является: образование бульонно-жировых отеков в процессе термообработки-это случается при излишнем добавлении воды в фарш, недостаточное количество воды приводит к получению готового продукта с грубой «песочной» консистенцией.

Недостатком добавления льда для охлаждения фарша в процессе куттерования является: таяние льда, что приводит к большому количеству воды в фарше. Так же наблюдается разрушение куттерных ножей-это происходит из-за слишком твердого льда. Чтобы этого не происходило, необходимо использовать чешуйчатый лед из ледогенератора.

Количество добавляемой воды или льда при получении вареных колбас, сосисок и сарделек составляет 10—40 % массы куттерруемого сырья.

В некоторых куттерах установлены термометры для контроля температуры фарша, которая в конце куттерования не должна превышать 8-10° С.

Мы предлагаем модернизировать процесс куттерования, путём заменены воды и льда используемые для охлаждения на диоксид углерода. Наша модернизация позволит полностью исключить недостатки воды и льда, так как диоксид углерода благодаря своим свойства благоприятно влияет и улучшает процесс куттерования.

Охлаждение диоксидом углерода позволяет поддерживать в куттере необходимый температурный режим и соответственно оптимальную продолжительность процесса, исключив при этом отрицательное воздействие повышения температуры, большого содержания воды на состав и качество фарша. Увеличение продолжительности куттерования колбасных изделий при охлаждении диоксидом углерода способствует значительному улучшению растворимости мясного белка и в результате повышению водо- и жиросвязывающей способности фарша, что позволяет в принципе отказаться от применения фосфатов.

Также охлаждение диоксидом углерода процесса куттерования способствует: стандартизации и автоматизации колбасного производства при стабильном качестве, приданию свежего цвет и более длительного срока хранения готовой продукции, оптимальному и быстрому распределению температур во время производственного процесса, особому щадящему охлаждению без замораживания, более четкой резке мяса и жира при производстве сырокопченых колбас.

При использовании диоксида углерода в процессе охлаждения куттерования фарша более экономически выгодно так как отпадает надобность в покупке и содержании ледогенератора на производстве, сокращается потребление воды (расходуется только на технологические нужды).

Наша модернизация заключается в внесении диоксида углерода в процесс куттерования. Для этого в крышку куттерной чаши (5г) встраивается дроссельное устройство (4г), которое дросселирует подаваемый диоксид углерода. По-

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дача диоксида углерода происходит после закрытия крышки куттерной чаши (5г), сигнал (11г) от контактной группы (6г) поступает на соленоиды вентиль (3г), который установлен в теплоизолированном шланге (2г) соединяющей баллон с диоксидом углерода (9г) и крышку куттерной чаши (5г). После дросселирования диоксид углерода из газообразного состояние переходит в твердое и получается сухой лёд. Сухой лёд в небольшом количестве попадает в фарш и на протяжении всего процесса куттерования его охлаждает.

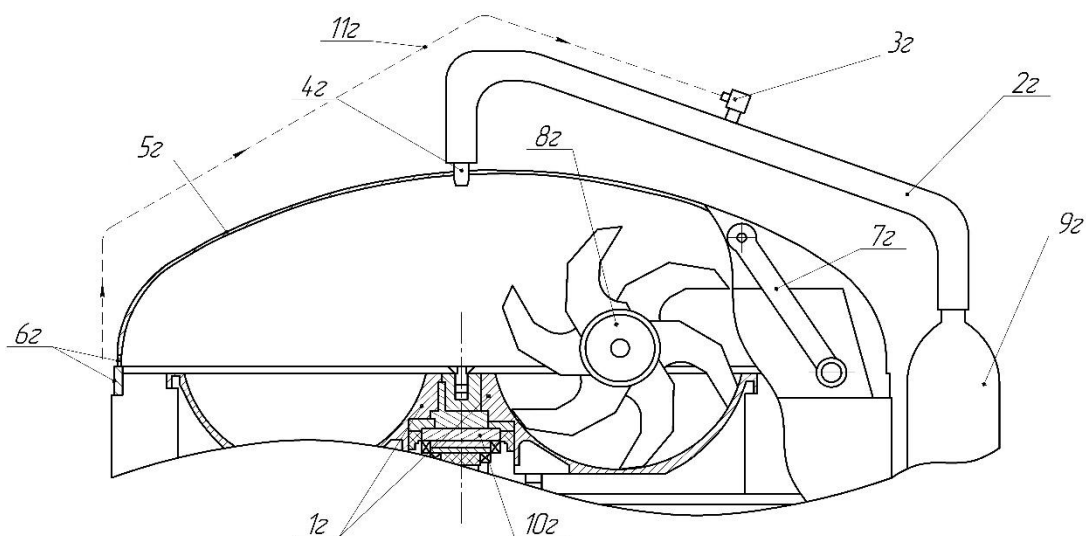


Рис. 4 – Процесс куттерования.

1г- чаша куттера; 2г- теплоизолированный шланг; 3г- соленоидный клапан; 4г- дроссель; 5г- крышка чаши куттера; 6г- контактная группа; 7г- механизм открытия крышки чаши куттера; 9г- баллон CO_2 ; 10г- поворотный механизм; 11г- сигнал на открытие электромагнитного вентиля.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

В результате проделанной работы произведено проектирование охлаждаемого склада цеха производства колбасных изделий, подобрана схема холодильной установки и модернизированы технологические процессы производства колбасных изделий.

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

Для отвода теплоты конденсации выбран воздушный конденсатор.

В камерах хранения мороженных и охлажденных продуктов, установлены воздухоохладители, что обусловлено более равномерным распределением температуры воздуха в камере, а также высоким значением коэффициента теплоотдачи от продуктов к воздуху при их термической обработке.

В специальном разделе рассмотрен вопрос модернизации технологии производства колбасных изделий путём внесения диоксида углерода в процесс куттерования для охлаждения фарша.

Проект охлаждаемого склада цеха производства колбас производительностью 20 т/смен в г. Кемерово, выполнен в соответствии с современными требованиями по проектированию производственных холодильников. Холодильник обеспечивает круглосуточное обслуживание цеха производства колбас для непрерывного производства.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов С.Н. и др. Свойства веществ. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985.
2. Б.К. Явнель, Г.З. Свердлов «Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха»: Агропромиздат, 1978.
3. В.М Столетов «Регулирование и автоматизация холодильных и криогенных установок и систем кондиционирования воздуха и их безопасность»: курс лекций/ В.М. Столетов. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2008. – 108с.
4. Интернет журнал «Холодильщик» URL:<http://www.holodilshchik.ru>
5. Каталог воздухоохладителей «Guenter» URL:<http://www.guentner.ru>
6. Каталог сосудов давления «Bitzer» URL:<http://www.betzer.ru>
7. Комарова Н.А. «Холодильные установки. Основы проектирования»: Учебное пособие. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово 2012. – 367с.
8. Курылев Е.С., и др. «Холодильные установки»/ Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д.. – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.
9. Программное обеспечения по подбору оборудования «BITZER-Software6.4» URL:<http://www.betzer.ru>
10. Программа для расчётов «Gunter Product Calculator GPC» URL:<http://www.guentner.ru>
11. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Общая технология мяса и мясопродуктов. - М: Колос, 2000. - С.254-283.
12. Справочник технолога колбасного производства/ И.А.Рогов, А.Г.Забашта, Б.Е.Гугник и др. -М.: Колос. 1993. -С.5-10, 118-149.
13. СП2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
14. СН 245-71.Проектирование промышленных предприятий.
15. Технологическое оборудование мясокомбинатов/ С.А.Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В.Космодемьянский, Л.Л.Никифоров. - М.: Колос, 1997. - С.153-242.

					АКЗ. 00.00.000. ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		