

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая медико-биологическая школа
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент _____

« ___ » _____ 2019г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ПиБ

д.т.н., профессор

_____ И.Ю. Потороко

« ___ » _____ 2019г.

Проектирование холодильных помещений для цеха по производству
колбасных изделий
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.02.2019.634 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности,
к.с.-х.н., доцент

_____ Ю.И. Кретова

« ___ » _____ 2019г.

Руководитель проекта,
к.с.-х.н., доцент

_____ Ю.И. Кретова

« ___ » _____ 2019г.

Автор проекта

студент группы МБ–432

_____ Е.В. Кокшаров

« ___ » _____ 2019г.

Нормоконтроль,

к.т.н., доцент

_____ Н.В. Попова

« ___ » _____ 2019г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Кокшаров Е.В. Проектирование холодильных помещений для цеха по производству колбасных изделий, ВКР. – Челябинск: ЮУрГУ, 2019. 68 с., 8 илл., 14 табл., 3 листа чертежей ф.А1, 56 источников литературы.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование холодильных помещений для цеха по производству колбасных изделий.

В проекте представлен анализ потребительского рынка колбасных изделий, приведено технико-экономическое обоснование проектирования цеха по производству колбасных изделий, рассмотрены современные холодильные технологии производства, требования к качеству сырья, проведен обзор поставщиков сырья. Произведены расчеты производственных помещений и осуществлен подбор холодильного и технологического оборудования. Изучены правила безопасности жизнедеятельности на предприятии.

Решение рассмотренных вопросов позволило дать оценку действующему сейчас производству и разработать проект производства в будущем.

					150302.2019.432 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кокшаров Е.В.			Проектирование холодильных помещений для цеха по производству колбасных изделий	Лист.	Лист	Листов
Провер.		Кротова Ю.И					4	68
Н. Контр.		Попова Н.В.				ЮУрГУ Кафедра ПиБ		
Утверд.		Кротова Ю.И						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Анализ потребительского рынка производства.....	8
1.2 Обзор современного оборудования производства.....	11
1.3 Техничко-экономическое обоснование строительства.....	15
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Особенности проектирования холодильных помещений для хранения сырья и готовой продукции в колбасном производстве.....	17
2.2 Описание проектируемого цеха.....	21
2.3 Описание применяемой технологии с характеристикой сырья.....	25
2.4 Обзор холодильного оборудования мясоперерабатывающих цехов.....	29
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	36
3.1 Расчетные параметры воздушной среды.....	38
3.2 Расчет тепловой изоляции.....	39
3.3 Тепловой расчет камер.....	46
3.4 Расчет и выбор холодильного оборудования.....	51
3.5 Кондиционирование производственных помещений.....	52
3.6 Расчет и выбор оборудования для кондиционирования.....	55
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	57
4.1 Обеспечение условий безопасности на производстве.....	57
4.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....	59
4.3 Экологическая безопасность.....	60
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Мясо и мясопродукты являются одной из важнейших составляющих питания человека. В основном это источник высококачественного белка и жиров, необходимых для нормального развития организма, а также витаминов и минеральных веществ.

Ассортимент мясных изделий, представленных на рынке, достаточно разнообразен. Несмотря на экономическую ситуацию в стране, потребление мясопродуктов населением увеличивается, при этом требования потребителей акцентируются не только на качестве продукции, но и на времени приготовления того или иного продукта.

Одной из важнейших задач, стоящих перед работниками мясной промышленности, является повышение качества продукции и ее пищевой ценности, более полное использование сырья и различных белковых добавок. Для осуществления данной задачи необходимо постоянно совершенствовать все технологические процессы и проводить их в рациональных и оптимальных режимах, постоянно контролируя качество сырья и готовой продукции на всех стадиях технологической обработки.

Самое главное создать условия, которые смогут обеспечить сохранение качества мясного сырья и готовой продукции. Для этого применяют специальное холодильное оборудование и помещения. Так как спрос на колбасные изделия увеличивается, то проектирование холодильных помещений для цеха по производству колбасных изделий становится актуальным вопросом.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование холодильных помещений для цеха по производству колбасных изделий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить рынок производства колбасных изделий;
- проанализировать современные холодильные технологии и оборудование для производства колбасных изделий;

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

- обосновать технико-экономическое проектирование цеха;
- установить ассортимент вырабатываемой продукции на предприятии;
- определиться с основным производственным оборудованием для приема, хранения, подготовки сырья к пуску в производство и рассчитать его мощность;
- разработать план с эффективной компоновкой проектируемого предприятия;
- внедрить мероприятия по охране безопасности жизнедеятельности на предприятии;
- сделать выводы и сформировать предложения.

						<i>Лист</i>
					150302.2019.432 ПЗ ВКР	7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анализ потребительского рынка колбасного производства

Современный рынок и проблемы в области функционального питания требуют расширения ассортимента мясных продуктов длительного срока хранения. В нашей стране эта задача приобретает особую актуальность в связи с наличием большого количества географически отдаленных районов с необходимостью обеспечения полноценным питанием газетчиков, нефтяников, служащих Российской Армии и т. д.

В условиях становления и стабилизации российской экономики, ключевое значение приобретают вопросы качества и конкурентоспособности продукции отечественного производства. Высокую важность в этой связи имеет выполнение Федерального закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [56], главной задачей которого является повышение ответственности всех участников продовольственного рынка (производство, переработка, хранение, реализация, государственный контроль) за качество и безопасность продукции.

Колбасные изделия занимают четвертую позицию среди продуктов, пользующихся постоянным спросом россиян, уступая хлебобулочной, молочной продукции, овощам и фруктам.

Российский рынок колбасных изделий – один из самых быстро развивающихся в российской пищевой промышленности. В настоящий момент по уровню потребления мяса Россия уступает странам ЕС и США, тем не менее, можно говорить о достаточно высоком спросе россиян на продукцию мясной промышленности и его устойчивом росте.

По оценкам аналитиков, совокупное потребление продуктов этого сегмента в расчете на одного жителя России составляет 12,7 кг в год. При этом Московский регион является одним из наиболее развитых и насыщенных, и здесь уровень ежегодного потребления заметно выше – приблизительно 26-27 кг в год на человека. Таким образом, на столицу приходится около 15% всего российского рынка мясной гастрономии [55].

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Российский рынок колбасных изделий за последние несколько лет претерпел заметные качественные изменения. Усиление конкуренции, обусловленное появлением новых участников рынка, побуждает производителей к повышению качества выпускаемой продукции и к вопросам продвижения собственной продукции. Наряду с известными крупнейшими мясоперерабатывающими предприятиями на рынке активизируются мелкие и частные предприятия. В связи с повышением уровня доходов населения наблюдается изменение потребительских предпочтений в сторону дорогостоящих мясных продуктов. За последние годы наметилась тенденция роста объема производства отечественных сырокопченых колбасных изделий. В крупных городах происходит переориентация спроса населения от наиболее дешевых видов вареных колбасных изделий и сосисок к более дорогой продукции: ветчинным изделиям, деликатесам и др.

Доля потребителей вареной колбасы составляет более 80% от всех российских семей. Таким образом, в семейном рационе вареная колбаса занимает такое же важное место, как и мясо. Сосиски и сардельки по популярности незначительно уступают вареной колбасе – доля их потребителей составляет также примерно 80% от всех российских семей.

Наибольшая доля потребителей мясных деликатесов (около 45%) – семьи, которые употребляют данную продукцию реже одного раза в месяц, однако 1 раз в 3 месяца их потребляет почти треть россиян [54].

Мясные деликатесы на сегодняшний день не относятся к продуктам массового потребления. До недавнего времени населению было известно только 4 разновидности этой категории: ветчина, буженина, шейка и карбонад. Сейчас ситуация изменилась, и в любом торговом предприятии приблизительно треть ассортимента мясной продукции занимают различные виды деликатесов.

Недоверие потребителей к этим продуктам помогает преодолеть сложившаяся в последние годы практика продажи дорогих колбасных изделий и мясных гастрономических изделий, расфасованных на небольшие порции (нарезка). В тех

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

случаях, когда расфасовкой продукции занимается непосредственно производитель, а не торговая точка, упаковка служит еще и рекламным носителем, идентификатором марки, что особенно актуально для предприятий, выпускающих широкую ассортиментную линейку деликатесов, поскольку вынуждены бороться за потребителя, и в этом секторе рынка мясопродуктов конкуренция достаточно жесткая. Наименьшим спросом пользуется консервированное мясо.

Растет импорт и экспорт мясной продукции. Увеличение объемов импортных колбасных изделий можно объяснить ростом спроса населения на более дорогую продукцию зарубежного производства. Рост объемов экспорта свидетельствует о том, что продукция ведущих российских мясоперерабатывающих заводов пользуется популярностью за рубежом.

Российский рынок в основном все же представлен в большей степени отечественной продукцией: доля отечественной продукции в общем объеме рынка колбасных изделий составляет более 95% [54].

Фактором, значительно влияющим на решение о покупке колбасной продукции того или иного производителя для розничного покупателя являются: состав колбасы, ее стоимость, возможность дегустации продукции в местах продаж.

Сегмент полукопченых колбас является вторым по величине и составляет около 40% объема реализации всех колбасных изделий. Для части потребителей полукопченая колбаса не является повседневным продуктом питания – она приобретается по каким-то особым случаям, и при этом стоимость покупки не имеет решающего значения. На сегмент полукопченых колбас приходится около 11% и 20% реализации колбасных изделий в натуральном и денежном выражении соответственно. Средний вес одной покупки полукопченой колбасы составляет 400 г. [52].

Соотношение продукции разных ценовых ниш ежегодно меняется в сторону увеличения доли дорогостоящей продукции. На сегодняшний день на колбасы

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

дорогого сегмента приходится порядка 20%, и его доля ежегодно увеличивается на 2-3%. Таким образом, рынок мяскоколбасных изделий постоянно развивается, расширяется его ассортимент.

1.2 Обзор современного оборудования колбасного производства

При производстве колбасных изделий, на протяжении всего производственного процесса, используются следующие виды оборудования: разделочный стол, разделочный пресс, волчки, жиловочный нож, электромясорубка или куттер, фаршемешалка, ледогенератор, шприцовочный аппарат, шпагат или клипсатор, термическая камера, коптильная камера, камера для варки, котел, автоклав, низкотемпературная камера для охлаждения, сушильная камера.

Разделочный стол предназначен для обработки туш и деления их на более мелкие отрубы при помощи специальных ленточных пил. Разделочный пресс – это оборудование, позволяющее отделить мышечную ткань от кости. Волчки используют для среднего и мелкого измельчения сырья. Модернизация волчков связана с поиском лучших конструктивных решений: так КБХА г. Воронежа разработаны волчок-жиловщик ЛПК1000В в комплекте оборудования для малого колбасного цеха с диаметром выходной решетки 114 мм и производительностью 1100 кг/час, а также волчок-жиловщик ВФ-160 с диаметром выходной решетки 160 мм, максимальной производительностью 5000 кг/час с жиловочным устройством, включающим жиловочные ножи с направляющими каналами и периферийным, выходом отходов жиловки через шиберное устройство.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

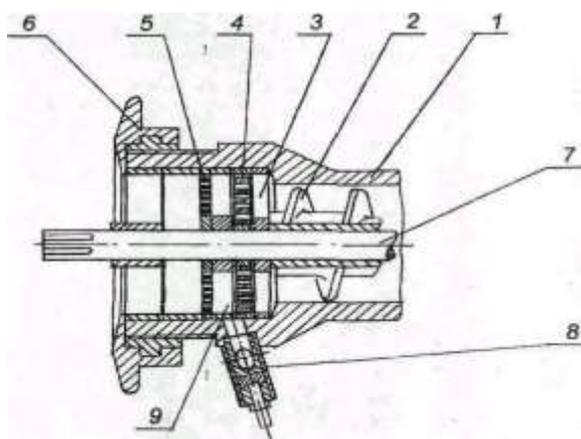


Рисунок 1 – Камера ножевая с жировочным устройством: 1 – корпус рабочей камеры; 2 – шнек подающий; 3 – ножи; 4 – решетка входная; 5 – решетка выходная; 6 – гайка; 7 – вал; 8 – устройство жировочное; 9 – нож жировочный

Немецкая фирма Kramer+Grebe выпускает семейство волчков с диаметрами выходной решетки 114 и 160 мм, а также волчок с варочной камерой, образующей с ножевым узлом единую систему, обеспечивающую высокое качество фарша, а также волчок-жировщик, ножевая камера которого с жировочным устройством представлена на рисунке 1.

Австрийская фирма Laska-выпускает серийно волчки-жировщики с диаметром выходной решетки 114-200 мм с оригинальным жировочным устройством, позволяющим собирать отходы жировки не на периферии, а в центре режущего механизма, и выводить их вперед по оси через выходную решетку, не нарушая целостности корпуса.

Анализ литературных источников показывает, что куттеры менее других агрегатов колбасного производства подвержены конструктивным изменениям. Модернизация куттеров идет по линии изменения физико-химических параметров процесса, качества вакуумирования, а также модернизации основного органа куттеров – ножевых головок. Получило также развитие направление агрегатирования, то есть придания куттерам дополнительных функций, а также их компьютеризации.

В мясной промышленности используются мешалки, оснащенные вакуумными и вибрационными устройствами. Вибрационные воздействия позволяют интенсифицировать технологические процессы и улучшить качество получаемых продуктов.

Известны конструкции Санкт-Петербургского СКБ Росмясомолпроект: мешалки Я2-ФЮБ (емкостью дежи 150 л), мешалки-измельчители Я2-ФИГ (емкостью дежи 630 л).

К новым отечественным фаршемешалкам относится мешалка М 1 Б-04 емкостью дежи 400 л из нержавеющей стали с блоком автоматики и пультом управления (ПО «Краемашзавод» г. Красноярск).

Зарубежные фирмы Австрии, Германии, Швейцарии, Нидерландов, Дании, Италии, Швеции и других стран производят различные конструкции мешалок для мясной промышленности.

В Австрии фирма Laska выпускает мешалки как атмосферные, так и вакуумные, а также комбинированные. Емкость дежи составляет, л: 130, 250, 400, 800, 1200, 1600, 2000, 3000, 3600 и 4500. Рабочие органы мешалок выполняются в основном лопастными, Z-образными и спиральными.

В Германии ряд фирм Diessel, Glass, Kilia, Stephan, Klamer+Grebe, Seydelmann выпускают разнообразные современные мешалки и комбинированные с ними машины. Так, фирма Diessel предлагает специальные мешалки емкостью от 100 до 5000 л. Наряду с вышеперечисленными мешалками фирма Diessel разработала полностью автоматизированные установки и многоцелевые аппараты.

Мешалки-измельчители фирмы Stephan оснащены вакуумной системой, шнековыми лопастями со скребками и др. Конструкции типовых фаршемешалок приведены на рисунке 2.

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

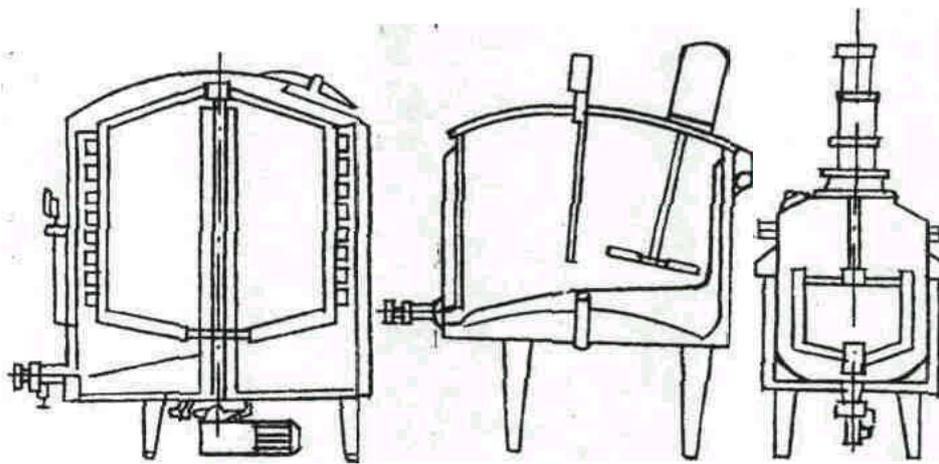


Рисунок 2 – Типы фаршемешалок: а – пропеллерная; б – выносная; в – якорная

Льдогенератор для чешуйчатого льда представляет собой агрегат горизонтального типа, в состав которого входит холодильный агрегат, узел генерирования чешуйчатого льда, привод узла генерирования льда, раму, систему трубопроводов и автоматику.

Вода подается из центральной водопроводной сети в ванну льдогенератора, в которую погружен горизонтальный барабан узла генерирования льда. Проходя через барабан льдогенератора, хладагент охлаждает его стенки, на наружной поверхности которого намораживается слой льда. При вращении барабана лед специальным ножом скалывается в виде чешуек.

Шприцовочный аппарат формирует мясопродукт, наполняя его фаршем. Для уплотнения батона и запечатывания его концов используют шпагат или клипсатор. Термическая камера необходима для доведения продукта до своего товарного вида. Коптильная камера позволяет поджарить или подкоптить колбасные изделия соответственно принятой технологии. Камера для варки, котел, автоклав – создают необходимый температурный режим для тепловой обработки. Варка проводится при применении острого пара или смеси насыщенного пара и воздуха. Применяются котлы типа Г2-ФВА. Низкотемпературная камера используется для охлаждения типа «Инициатива» или «Эльф-4М», доводит изделие до температуры 0-15 градусов, испаряя влагу. Сушильная камера поддерживает нужную влажность и температуру.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

1.3 Техничко-экономическое обоснование нового строительства

Техничко-экономическое обоснование предполагает расчет экономической эффективности строительства предприятия по производству колбасных изделий. Мясоперерабатывающий завод мощностью 10 тонн в сутки планируется проектировать в городе Челябинске, численность населения которого превышает один миллион двести тысяч человек, и которая увеличивается с каждым годом. Это является одним из важнейших факторов обоснования строительства.

Численность населения на перспективу на основании коэффициента прироста определяется по формуле:

$$T_1 = T \times \left(1 + \frac{E}{100}\right)^n,$$

где T – численность населения на момент проектирования, тыс. чел;

E – коэффициент естественного прироста населения, принимается равным 1-2%;

n – перспектива.

$$T_1 = 1202371 \times \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 1322608 \text{ (чел)}$$

Точный прогноз изменения численности населения невозможно посчитать, поэтому обоснование производственной мощности ведут только на изменение численности населения на перспективе, которое определяется по формуле:

$$\Delta T = T_1 - T,$$

$$\Delta T = 1322608 - 1202371 = 120237 \text{ (чел)}$$

При расчете производственной мощности необходимо учитывать резерв мощности для обеспечения неравномерности спроса, остановок на профилактический и капитальный ремонт. Величина резерва мощности 10 - 30 %.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Производственная мощность проектируемого предприятия определяется по формуле:

$$P = \frac{\Delta T \times n_x}{K_m \times 1000}, [\text{Т/сут}],$$

где T – изменение численности за 5-10 лет, чел;

n_x – норма потребления изделий на душу населения, кг/сут.;

K_m – коэффициент использования мощности = 0,95.

$$n_x = \frac{24,3}{365} = 0.066$$

$$P = \frac{120237 \times 0.066}{0.95 \times 1000} = 8,35 (\text{Т/сут})$$

Проектирование завода по производству колбасных изделий мощностью 10 тонн в сутки является экономически и технически целесообразным. При двухсменном графике работы сотрудников на производстве очень легко можно распределить выпуск десяти тонн продукции. Следовательно, цех выпустит колбасных изделий за 1 год свыше 300 тонн продукции

Строительство цеха будет осуществлено в Ленинском районе города Челябинска. Эта площадка соответствует всем нормам промышленного строительства: промышленная зона, т.е. нет близлежащих жилых кварталов, недалеко находится ТЭЦ, а также роза ветров расположена так, что запахи с предприятия не будут ощущать жители города. Так же данная площадка удобна тем, что находится на окраине города и вблизи проходит дорога меридиан, что удобно для доставки сырья автотранспортом, как из других городов, так и с промышленного холодильника, находящегося в городе. Это позволяет на территории цеха не иметь большие холодильники, а снабжать производство постоянно свежим сырьем.

Такое расположение нового цеха позволяет грамотно организовать доставку продукции покупателям, как в своем городе, так и в соседние регионы.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Особенности проектирования холодильных помещений для хранения сырья и готовой продукции в колбасном производстве.

В процессе проектирования холодильных помещений для хранения сырья и готовой продукции в производстве колбасных изделий необходимо руководствоваться действующим в РФ сводом правил СП 109.13330.2012, которые распространяются на здания холодильников (охлаждаемых складов) и помещения для охлаждения, замораживания и хранения пищевых продуктов [53].

В основу проектирования холодильников различных типов положены определенные принципы, которые учитывают следующее:

- 1) Объемно-планировочные и конструктивные решения;
- 2) теплотехнические требования к ограждающим конструкциям;
- 3) тепло- и пароизоляция;
- 4) защита грунтов оснований зданий холодильников от морозного пучения;
- 5) теплоснабжение, отопление и вентиляция;
- 6) водопровод и канализация;

Рассмотрим более подробно каждый из них:

Объемно-планировочные и конструктивные решения.

1) Здания холодильников проектируют одно- и многоэтажными. Конструкции холодильников должны быть устойчивыми к воздействию низких температур и высокой влажности воздуха и в то же время прочными, долговечными, огнестойкими и экономичными. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют сборные железобетонные конструкции заводского изготовления, обеспечивающие индустриальные методы строительства.

Размеры балок, колонн, фундаментов и панелей принимают на основе типовых решений, разработанных ведущими проектными организациями. Здания холодильников выполняют по бескаркасной или по каркасной конструктивным схемам.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

Преимуществами железобетонного каркаса являются отсутствие необходимости в защите от коррозии, огнестойкость и меньшая металлоемкость. Недостаток – большой вес элементов каркаса, что затрудняет их доставку к месту строительства, особенно в удаленные районы. Фундаменты воспринимают всю нагрузку от строительных конструкций, груза и оборудования и передают ее на грунт.

При строительстве холодильников применяют ленточные монолитные и сборные, столбчатые (отдельно стоящие) и сплошные плитные фундаменты.

Полы холодильников должны иметь достаточную прочность, выдерживать нагрузку от грузов и транспортных средств, быть гигиеничными и безопасными для передвижения людей и транспортных средств. Покрытие таких полов делают монолитным толщиной 40–50 мм из бетона марки 400 или из армированных мозаичных плит размером 500х500х40 мм из бетона марки 400.

Для защиты грунта от промерзания применяют полы с обогревом электричеством, воздухом или жидкостями. Другим эффективным способом предохранения грунта от промерзания служит устройство полов с проветриваемым подпольем.

На холодильниках применяют двухскатные крыши с уклоном около 2%. В качестве кровельных материалов используют гидроизол, стеклорубероид или рубероид которые наклеивают в несколько слоев на битумной мастике.

Двери холодильных камер бывают распашными и откатными. Откатные двери более удобны, так как при открывании они не препятствуют движению погрузочно–разгрузочных и транспортных средств.

2) Теплотехнические требования к ограждающим конструкциям.

Внешними климатическими воздействиями на наружные ограждающие конструкции являются температура, влажность наружного воздуха и суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация. В период, когда температура наружного воздуха выше регламентируемой температуры воздуха в охлаждаемых помещениях, в камерах требуется охлаждение воздуха, а в период, когда

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

температура наружного воздуха ниже температуры воздуха, требуется обогрев воздуха.

В случаях, когда наружные стены охлаждаемых камер защищены от воздействий солнечной радиации грузовыми платформами, подсобными помещениями, солнцезащитными экранами или другими конструктивными средствами, градусосутки охлаждаемого периода определяют по среднегодовой температуре наружного воздуха.

3) Тепло- и пароизоляция

Теплоизоляционные материалы ограждающих конструкций должны удовлетворять следующим требованиям:

- расчетный коэффициент теплопроводности не более 0,07 Вт/м;
- водопоглощение не более 5% по объему за 24 ч;
- максимальная сорбционная влажность не более 3% объема;
- морозостойкость не менее 25 циклов теплосмен;
- биостойкость (устойчивость к заражению бактериями и грибами, вызывающими гниение);
- не выделять запахов;
- не вызывать коррозию металла.

К паро- и гидроизоляционным и герметизирующим материалам, предназначенным для защиты ограждающих конструкций от увлажнения парообразной и жидкой влагой, предъявляют следующие основные требования:

- коэффициент паропроницаемости не более 0,005 мг/(м·ч·Па);
- сохранение эластичности и адгезии к поверхностям строительных конструкций под воздействием отрицательных, знакопеременных и повышенных температур.

Тепло-, парозоляция ограждающих конструкций охлаждаемых помещений должна быть непрерывной по всей поверхности внутреннего охлаждаемого контура здания.

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Тепло- и пароизолирующие свойства стыков стеновых панелей и панелей покрытий должны быть предельно близкими к свойствам по основному полю ограждений.

В местах примыкания внутренних стен и перегородок к покрытиям и перекрытиям при невозможности обеспечения непрерывного контура теплоизоляции необходимо устройство дополнительных теплоизоляционных «фартуков».

4) При проектировании зданий холодильников с отрицательными температурами воздуха во внутренних помещениях, возводимых во всех строительско-климатических зонах кроме зон распространения вечномёрзлых грунтов, необходимо предусмотреть защиту грунтов оснований от морозного пучения.

Основные способы защиты грунтов оснований от морозного пучения:

- устройство систем искусственного обогрева грунтов (электрообогрев, воздушный обогрев, обогрев незамерзающей жидкостью);
- устройство проветриваемого или вентилируемого подполья;
- устройство подвалов с положительной температурой внутреннего воздуха.

5) Теплоснабжение, отопление и вентиляция

Очистка воздуха, удаляемого из помещений машинного и аппаратного отделений аммиачных холодильных установок, предусматривается в соответствии с требованиями СП 60.13330.

Предусматриваемая аварийная вентиляция должна иметь пусковые приспособления, как в вентилируемых помещениях (у выходов), так и вне их (у наружных дверей), а также автоматически включаться при увеличении концентрации аммиака в воздухе помещений выше предельно допустимой.

Вентиляторы и электродвигатели для вытяжной и аварийной вентиляции аммиачных машинных и аппаратных отделений необходимо предусматривать во взрывобезопасном исполнении.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

б) Водопровод и канализация. Холодильники должны быть оборудованы хозяйственно–питьевым, производственным и противопожарным водопроводом и системами канализации.

В зданиях холодильников должна предусматриваться открытая прокладка сетей внутреннего производственного водопровода. Прокладка сетей водопровода в охлаждаемых помещениях не допускается.

Для охлаждения машин и аппаратов холодильных установок допускается применение воды технического качества со следующими основными показателями:

- общая жесткость – 2–6 мг–экв/л;
- наличие свободной углекислоты – 10–100 мг–экв/л;
- концентрация водородных ионов рН=6,5–8;
- мутность – 2–5 мг/л;
- железо – 0,1–0,3 мг/л.

Вода, потребляемая для мойки оборудования, инвентаря и полов, камер соленых рыбопродуктов, электролитных при зарядных станциях и ремонтных помещений самоходных машин, должна отвечать требованиям ГОСТ- Р 51232.

2.2. Описание проектируемого цеха

При проектировании цеха примем здание одноэтажным, что вполне достаточно для цеха мощностью 10 тонн. В состав производственных помещений входят: участок приемки сырья; участок обвалки и жиловки; участок фаршесоставления и формовки колбасных изделий; участок термообработки; складские помещения (склад основного и дополнительного сырья, склад тары, склад готовой продукции, экспедиция).

Доставка сырья на предприятие осуществляется автотранспортом и хранится в холодильных помещениях. В качестве тары используются мешки, бочки, гофротара.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

График работы предприятия в 2 смены по 12 часов.

На предприятии будет установлен ряд технологического оборудования: мясорубка Ласка-200, куттер Ласка-300, фаршемешалка Ласка, шприцы для наполнения колбасных оболочек, термокамеры.

На проектируемом предприятии будет производиться следующий ассортимент колбасной продукции (таблица 1).

Таблица 1 – Ассортимент колбасной продукции

Наименование	Сменная выработка, кг
Колбаса полукопченая «Астраханская» СТО 0196363470-006-2016	2 000
Колбаса полукопченая «Подмосковная» СТО 0196363470-006-2016	2 000
Колбаса вареная «Любимая» СТО 0196363470-004-2016	2 000
Колбаса вареная «Мясная» СТО 0196363470-004-2016	2 000
Колбаса вареная «Классическая» СТО 0196363470-004-2016	2 000
Итого	10 000

Технологическая схема производства колбас представлена на рисунке 3. Расход сырья на производство колбасы полукопченной «Астраханская» представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Колбаса полукопченая «Астраханская»

Норма расхода сырья	кг/100 кг сырья
Говядина жилованная односортная	42,0
Свинина жилованная жирная	35,0
Свинина жилованная полужирная	23,0
Пряности и материалы	г/100 кг не соленого сырья
Соль поваренная	3000,0
Нитрит натрия	7,5
Сахар-песок	100,0
Перец черный или белый молотый	60,0
Кориандр или тмин молотый	80,0
Чеснок сушеный	150,0

В качестве оболочек используются круга говяжьей № 2 - № 5 диаметром 40-60 мм, искусственные белковые оболочки диаметром 40-65 мм. Черева свиные и говяжьей средние и широкие. Выход готовой продукции – 83%.

Пряности и материалы	г/100 кг не соленого сырья
Соль поваренная	3000,0
Сахар-песок	100,0
Нитрит натрия	7,5
КПД «Франкфуртер» Комби	100,0
Перец черный молотый	40,0

Оболочки – искусственные диаметром 60-65 мм. Выход продукта 105 % от массы несоленого сырья.

Расход сырья на производство колбасы вареной «Классическая» представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Колбаса вареная «Классическая»

Норма расхода сырья	кг/100 кг сырья
Говядина жилованная односортная	25,0
свинина жилованная жирная	18,0
свинина жилованная полужирная	32,0
свинина жилованная нежирная	25,0
Пряности и материалы	г/100 кг не соленого сырья
Соль поваренная	3000,0
Сахар-песок	100,0
КПД «Докторская» Комби Балт	120,0
Перец черный молотый	50,0
Чеснок сушеный	75,0

Оболочки – искусственные диаметром 60-65 мм. Выход продукта 110 % от массы несоленого сырья.

2.3 Описание применяемой технологии с характеристикой сырья

Производство колбасных изделий состоит из определенных этапов [46], последовательность которых представлена на рисунке 7.



Рисунок 3– Технологическая схема производства колбасных изделий.

Колбасные изделия вырабатываются из натурального мясного сырья говядины, свинины, курицы и других видов мясного сырья, по традиционным рецептурам с добавлением различных специй и добавок. Для изготовления продукции используют сырье от здоровых животных без признаков микробиологической порчи и прогорклости жира. Используют мясо в охлажденном состоянии. Сырье поступает на переработку в виде полутуш и замороженных блоков шпика.

Качество колбасной продукции зависит от исходного сырья, правильности рецептур, соблюдения технологии и от создания санитарно-гигиенических условий производства.

При изготовлении колбасных изделий осуществляют входной и промежуточный контроль показателей качества и температуры объектов переработки, условий и режимных параметров технологического процесса, а также соблюдения рецептур. Наряду с технологическим контролем систематически проводят санитарно-микробиологический контроль производства согласно действующим инструкциям.

Для изготовления колбасных изделий допускается применять сырье и материалы, признанные пригодными к использованию на пищевые цели. Мясное сырье, поступающее на переработку, должно сопровождаться документацией, свидетельствующей о разрешении ветеринарно-санитарной службы на его использование. При приеме сырья оценивают его внешний вид, цвет, запах и консистенцию. В случае возникновения сомнений в степени его свежести пробы мяса направляют на лабораторные исследования. При наличии на поверхности сырья загрязнений проводят механическую зачистку, а при необходимости – обработку отдельных участков туши водой, затем срезают клейма и штампы. Наряду с органолептической оценкой проводят выборочный контроль температуры внутренних слоев поступающего на переработку мяса.

Наряду с мясным сырьем входному контролю подвергают все пищевые продукты и материалы, используемые при производстве колбас, каждая партия которых должна сопровождаться документами, удостоверяющими их качество.

Разделку туш и полутуш на отрубы проводят в соответствии со стандартными схемами. Обвалку и жиловку мяса осуществляют вручную в помещении с температурой воздуха не выше (11 ± 2) °С и относительной влажностью 70 %. При обнаружении патологических изменений участков тканей проводят ветеринарную экспертизу мяса.

Контроль качества обвалки и жиловки мяса рекомендуется проводить три раза в смену путем внешнего осмотра с оценкой качества зачистки костей от мягких тканей, степени удаления хрящей, сухожилий, жира при жиловке мяса и

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

правильности последующей сортировки. Жилованное мясо необходимо быстро направлять на посол. Накопление обработанного сырья не допускается.

Приготовление фарша включает дополнительное измельчение мяса в зависимости от вида колбас и используемого оборудования и перемешивание всех компонентов, предусмотренных рецептурой.

В качестве посолочных материалов используют поваренную соль не ниже первого сорта, нитрит натрия, который применяют только в виде водного раствора 2,5 % концентрации. Для улучшения вкусоароматических показателей изделий предусматривается использование специй, пряностей, приготовленных из их экстрактов. В процессе приготовления отдельных видов колбас в их состав вводят крахмал или пшеничную муку.

Оболочки, применяемые при производстве колбасных изделий с целью придания им формы, защищают их от загрязнений и излишних потерь массы, подразделяют на натуральные кишечные и искусственные. Кишечные оболочки должны быть хорошо очищены от содержимого, слизистого и жирового слоев, не иметь патологических изменений. Искусственные белковые оболочки («Белкозин»), должны быть установленного размера, достаточно прочными и эластичными. При изготовлении каждого вида и сорта колбас используют оболочки определенного вида и калибра.

С целью фиксации размеров колбасных батонов и уплотнения фарша на предприятии применяют шпагат, алюминиевые скобы.

Колбасные изделия допускается направлять в реализацию только при соответствии их показателей качества требованиям действующей нормативной и технической документации.

Качество готовой продукции оценивается по результатам определения органолептических показателей и данных, характеризующих содержание воды, соли и нитритов. При сертификации продуктов наряду с указанными показателями еще определяют концентрацию вредных веществ.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

При внешнем осмотре колбасных изделий оценивают состояние поверхности батонов. Она должна быть чистой, сухой, без повреждений, пятен, слипов, бульонных и жировых отеков. Оболочка (за исключением целлофановой) должна плотно прилегать к фаршу. На поверхности варено-копченых, полукопченых и сырокопченых колбас не допускается наличие плесеней. Вареные и полукопченые колбасы должны иметь упругую консистенцию, сырокопченые – плотную.

Окраска колбас на разрезе должна быть равномерной розовой или красноватой, без серых пятен. Цвет шпика белый или розовый без желтизны. Фарш колбасных изделий должен быть плотным, без пустот, с равномерным распределением кусочков шпика установленной формы и размера. Готовый продукт должен иметь приятный вкус и запах с ароматом пряностей, специй и копчения без посторонних оттенков.

Оболочку наполняют фаршем сразу же, без промедления после его выгрузки из мешалки. Вязку батонов осуществляют шпагатом или льняными нитками. При наличии специального оборудования концы батонов в искусственных оболочках закрепляют металлическими скрепками.

После вязки батоны размещают таким образом, чтобы предотвратить возможность их соприкосновения в ходе дальнейшей обработки, затем проводят осадку колбасных батонов.

Характер тепловой обработки зависит от вида колбасных изделий и включает следующие процессы: обжарку, варку, копчение и сушку. В процессе термической обработки контролируют температуру в центре батона, влажность в помещении и время термической обработки.

Перед реализацией изделия упаковывают в полимерные ящики. Тара должна быть сухой, без загрязнений; оборотную тару перед использованием подвергают санитарной обработке. В ящики укладывают продукцию одного наименования и одной даты выработки. Каждую единицу упаковки маркируют с указанием предприятия-изготовителя, вида продукции, даты выработки и стандарта.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

Продолжительность хранения продукции с момента ее изготовления до реализации потребителям регламентируется в зависимости от вида изделий и температуры воздуха. Сроки хранения полукопченых колбас при температуре 12,6 и минус 7°С соответственно составляют 10-15 суток и 3 месяца. Сырокопченые колбасы хранят при 12 °С в течение 4 месяцев, при минус 7 °С – 9 месяцев.

2.4 Обзор холодильного оборудования мясоперерабатывающих предприятий

Рассмотрим оборудование, которое применяется в современной мясоперерабатывающей промышленности. В последнее время используют одноэтажные холодильники из облегченных конструкций. В них колонны и балки (фермы) выполнены из стальных профилей. Элементы наружных стен и покрытия монтируют из облегченных трехслойных панелей, получивших название «сэндвич». В этом случае большие холодильные камеры могут быть без внутренних колонн. Холодильники такого типа бывают двух видов: с внутренним или наружным каркасом. Если каркас наружный, колонны и фермы остаются снаружи здания, их закрывают профилированным стальным настилом, отнесенным от них на расстояние 50 — 60 см для образования сквозного прохода вдоль стен. Панели типа «сэндвич» монтируют к каркасу изнутри.

На рисунке 4 представлена холодильная камера.

Поддержание низких температур внутри камер обеспечивают холодильные централи.

Холодильная централь – это совокупность сразу нескольких компрессоров от двух до десяти штук, обязательно парных. Все компрессоры устанавливаются и закрепляются на единой жёсткой раме, после чего их соединяют довольно сложной сетью трубопроводов и дополнительного оборудования. Управление компрессорами осуществляется при помощи микропроцессоров, в которые зашит

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

определённый алгоритм работы, используемый также в системах кондиционирования воздуха.



Рисунок 4 – Холодильная камера

Принцип работы холодильных централей достаточно прост, данное оборудование обеспечивает круговой прогон хладагента через всю систему. Вначале происходит закипание хладона в испарителе. Кипение происходит при высоком давлении и низкой температуре, после чего образуемые пары перемещаются в фильтр и теплообменник. При постоянно растущем давлении и температуре происходит нагнетание конденсатором отсасываемых компрессором паров. Находясь в конденсаторе пар переходит в жидкое состояние. Образовавшийся жидкий агент, после того как соберётся в ресивере, начинает своё перемещение в теплообменник и фильтр. Отфильтрованный хладон

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

подвергается распылению и попадает в испаритель, заканчивая цикл и начиная новый.

Достаточно простой принцип работы холодильных централей (рисунок 5) даёт им перед остальными системами ряд преимуществ:

- быстрый монтаж при минимальном количестве задействованных людей;
- автономность работы без вмешательства сотрудников;
- пониженный уровень вибрации и шума;
- не повышается температура в помещении;
- экономия электроэнергии;
- простота и надёжность при эксплуатации.



Рисунок 5 – Холодильная централь

При подключении к таким холодильным централям оборудования повышенной мощности, добиваются в камерах температур для шокового замораживания продуктов. Замораживание в камерах шоковой заморозки рекомендуется для продукции, требующей быстрой заморозки для снижения усушки, сохранения товарного вида и свойств продукции, влияющих на качество.

Камера шоковой заморозки отличается от обычной морозильной техники минимальным временем замораживания. Экстремально низкие температуры (от – 25 °С до –35 °С) сопровождаются интенсивным обдувом продуктов со всех сторон. Движение воздуха должно осуществляться с одинаковой высокой интенсивностью (3–6 м/с) в любой точке камеры. Заморозка происходит быстро и без нарушения структуры клеток. Это позволяет увеличить срок хранения продуктов, не ухудшая их вкусовые характеристики. И хотя цены на камеры шоковой заморозки выше обычных морозильных камер (немного), качество и сроки хранения продуктов питания увеличиваются.

На мясоперерабатывающих предприятиях используются водоохлаждающие системы для охлаждения воды (рисунок 6) для душирования колбас, для охлаждения продукции методом погружения в ледяную воду, для охлаждения технологического оборудования и поддержания климатических условий в камерах созревания колбас и т.д. Наиболее широкое применение нашли системы получения «ледяной» воды и стандартные системы охлаждения жидкостей.

Основное достоинство охлаждения воды с помощью испарителя пленочного типа заключается в высокой надежности.

Системы охлаждения жидкостей позволяют достигать температуры до +4 °С для воды и до –30 °С и ниже для растворов с пониженной температурой замерзания. Система охлаждения воды рассчитана на охлаждение 10 куб.м/час воды с начальной температуры +22 С⁰ до температур 7...10 С⁰.

Охлажденная вода и растворы находят применение в самых различных системах: душирование продукции холодной водой, охлаждение разнообразного технологического оборудования, камер созревания и осадки продукции и прочее. Использование в качестве хладоносителя растворов накладывает на систему ограничение: система должна быть закрытой.

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				



Рисунок 6 – Система охлаждения воды

Основное достоинство водоохлаждающей системы с кожухотрубным или пластинчатым испарителем – простота и относительно невысокая стоимость. Однако для предотвращения размораживания испарителя в случае охлаждения воды рекомендуется установка регулятора давления кипения (реле протока не предотвращает размораживания, поскольку выдает сигнал об отсутствии расхода воды, когда поток воды практически прекращается, а замерзание одного или нескольких каналов не снижают расхода воды); во избежание загрязнений внутренних полостей испарителя, необходимо устанавливать фильтры, а в отдельных случаях систему водоподготовки. Таким образом, установка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

дополнительного оборудования может несколько повысить стоимость всей системы в целом.

Особенность системы заключается в том, что она подключена и использует мощности уже имеющейся холодильной машины системы кондиционирования воздуха на базе 2-х винтовых компрессоров HSK7451, работающей на хладагенте R407C.

Льдогенераторы – обязательная единица оборудования на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности (рисунок 7).



Рисунок 7- Льдогенератор

Лед используется для приготовления фарша колбас, сарделек, сосисок и приготовления рассолов для деликатесов. Кроме охлаждения, лед при добавлении в фарш, связывает волокна мяса, что в итоге повышает качество конечного продукта. Как правило, применяется чешуйчатый лед с толщиной чешуек 1,6...1,8 мм. Это связано с работой куттера.

Льдогенератор для чешуйчатого льда представляет собой агрегат горизонтального типа, в состав которого входит холодильный агрегат, узел

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

генерирования чешуйчатого льда, привод узла генерирования льда, раму, систему трубопроводов и автоматику.

Вода подается из центральной водопроводной сети в ванну льдогенератора, в которую погружен горизонтальный барабан узла генерирования льда. Проходя через барабан льдогенератора хладагент охлаждает его стенки, на наружной поверхности которого намораживается слой льда. При вращении барабана лед специальным ножом скалывается в виде чешуек.

									<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>150302.2019.432 ПЗ ВКР</i>				<i>35</i>

3 РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Запасы сырья на складах нужны для обеспечения бесперебойного выпуска колбасных изделий в заданном количестве и ассортименте. Недостаточные запасы сырья приводят к простоям в работе, срыву выпуска изделий в ассортименте. Сверхнормативные запасы уменьшают оборачиваемость средств предприятия, вызывают лишние потери сырья при длительном хранении и требуют дополнительных складских площадей. При производстве применяется большое количество разнообразного сырья, отличающегося по своим физико-химическим свойствам и требующего разного температурно-влажностного режима при хранении.

Вместимость камеры для хранения каждого продукта E , кг, определяют по формуле:

$$E = M_c \cdot \tau,$$

где M_c – суточный расход продукта, кг/сут;

τ – продолжительность хранения, сут.

Грузовая площадь для размещения продукта:

$$F = \frac{E}{g_f},$$

где g_f – нормативная нагрузка, кг/м².

Строительная площадь F_c , включает в себя, кроме грузовой, площадь проходов и отступов от стен.

$$F_c = F \cdot \beta,$$

где β – коэффициент увеличения площади.

Исходные данные для расчета складов и холодильных камер приняты исходя из готового расчета сырья для колбасного цеха, производительностью 10 тонн колбасных изделий в смену. Исходные данные и расчеты площадей складов и холодильных камер приведены в таблице 7.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Таблица 7 – Площадь складов.

Вид сырья	Расход, кг/сут	Норма хранения, сут	Е, кг	g, кг/м ²	F, м ²	F _с , м ²	β
Говядина жилованная	4047,4	4	16189,6	1700	10	-	-
Свинина жирная	2361,9	4	9447,6	1700	6	-	-
Свинина полужирная	2361,5	4	9446	1700	6	-	-
Свинина нежирная	1180,1	4	4720,4	1700	3	-	-
Итого	-	-	-	-	25	40	1,6
Соль поваренная	287,1	10	2871	1700	1,7	-	-
Перец молотый	3,2	10	32	600	0,1	-	-
Чеснок	7,7	10	77	400	0,2	-	-
Сахар	8,6	10	86	600	0,2	-	-
Комплексные добавки	21,1	10	211	600	0,4		
Итого	—	—	—	—	2,6	5,8	2,2
Оболочки	150	3	450	1400	0,4	-	-
Шпагат	12,6	3	37,8	300	0,13		-
Ящики полимерные	1450	2	2900	240	12,5		-
Итого	—	—	—	—	13,03	23,5	1,8
«Астраханская»	2409,6	2	4819,2	1700	2,9		-
«Подмосковная»	2000	2	4000	1700	2,4		-
«Любимая»	1818,2	2	3636,4	1700	2,2		-
«Мясная»	1904,8	2	3809,6	1700	2,3		-
«Классическая»	1818,2	2	3636,4	1700	2,2		-
Итого					12	19,2	1,6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.1 Расчетные параметры воздушной среды.

Величина принятых при проектировании параметров воздушной среды, а также скорости воздуха вне и внутри холодильных камер влияют на капитальные и эксплуатационные затраты. Названные величины внутри камер изменяются в течение года крайне незначительно. Поэтому их можно считать постоянными. Характер и величину изменений параметров воздуха вне камер описать сложно.

По этой причине, при проектировании для обеспечения нормального температурного режима в камерах в теплый период года принимают наиболее вероятные максимальные значения температуры, относительной влажности и скорости воздуха, которые приведены в СП 131.13330.2012. Значения расчетных параметров наружного воздуха для города Челябинск приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчетные параметры воздушной среды

Город	Глубина промерзания грунтов, см	Температура, °С		Относительная влажность воздуха, %	
		Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца	расчетная летняя	расчетная зимняя
Челябинск	1,73	24,1	-24	54	78

Расчетная температура воздуха в смежных с холодильными камерами неохлаждаемых помещениях:

$$\text{в смежных помещениях } t_{\text{см}} = 24,1 - 10 = 14,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Расчетная температура воздуха в тамбуре холодильника равна:

$$t_{\text{тамбур}} = 24,1 - 10 = 14,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Расчетная температура грунта равна:

$$t_{\text{грунт}} = 24,1 - 15 = 9,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

3.2 Расчет тепловой изоляции.

Теплоизоляцию стен производим сэндвич панелями. Сэндвич панели состоят из двух оцинкованных листов металла, между которыми находится теплоизоляционный материал. Тепловой изоляцией для наружных стен и перегородок служит пенополиуретан.

Двери холодильных камер – специальные теплоизолированные. Коэффициент теплопередачи дверей не превышает 0,4 Вт/(м²·град). На холодильниках предприятий общественного питания используют одностворчатые присланные двери модели ПС. Двери открываются в сторону выхода из камеры.

Расчет толщины слоя теплоизоляции.

Толщину слоя теплоизоляции $\delta_{из}$ м, определяют по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[\frac{1}{k_n} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right],$$

где $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляционного материала, Вт/(м·град);

k_n – нормативный коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, Вт/(м²·град);

δ_i – толщина отдельных слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности соответствующих материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, Вт/(м·град);

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, Вт/(м·град).

После определения толщины слоя полученный результат округляем до значения стандартной толщины принятого теплоизоляционного материала.

Толщина сэндвич панелей стандартизована: 50, 80, 100, 120, 200мм и т.д.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Для принятой окончательно толщины слоя теплоизоляции производят уточнение величины коэффициента теплопередачи, который будет использован для дальнейших расчетов теплопритоков в помещения.

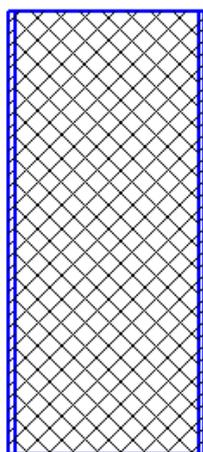
$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{из}^1}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где k_n – действительный (расчетный) коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м²·град);

$\delta_{из}^1$ – принятая толщина слоя изоляции, м.

Толщины слоев материалов принимают равными указанным на рисунке 8.

Для теплоизоляции стен камер выберем теплоизоляционный материал пенополиуретан



Оцинкованный лист 5 (мм)
Пенополиуретан
Оцинкованный лист 5 (мм)

Рисунок 8 – Устройство изоляции наружных и внутренних стен

Расчет толщины слоя теплоизоляции наружных стен цеха.

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из}=0,045$ (Вт/(м·град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n = 0,23$ (Вт/(м·град));

δ_i – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1=23,1$

(Вт/(м · град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2=8,12$ (Вт/(м · град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23,2} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{8,12} \right) \right) = 0,167 \text{ (м)}.$$

Сэндвич панели для наружных стен выберем толщиной 200 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{23,2} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{1}{8,12}} = 0,19 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{град)}.$$

Расчет толщины, слоя теплоизоляции потолков цеха

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из}=0,04$ (Вт/(м · град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n = 0,21$ (Вт/(м · град));

δ_l – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м · град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1=11,6$ (Вт/(м · град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2=6,96$ (Вт/(м · град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{11,6} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{6,96} \right) \right) = 0,181 \text{ (м)}.$$

Сэндвич панели для потолков цеха выбираем толщиной 200 мм

$$k = \frac{1}{\frac{1}{11,6} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{1}{6,96}} = 0,19 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{град)}.$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции, внутренних стен холодильной камеры для хранения мясного сырья.

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из}=0,04$ (Вт/(м·град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n= 0,28$ (Вт/(м·град));

δ_i – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1=8,7$ (Вт/(м·град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2=8,12$ (Вт/(м·град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{8,12} \right) \right) = 0,133(\text{м}).$$

Сэндвич панели для внутренних стен выберем толщиной 150 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{1}{8,12}} = 0,25(\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})).$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции потолка камеры, для хранения мясного сырья.

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из}=0,04$ (Вт/(м·град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n= 0,28$ (Вт/(м·град));

δ_i – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1=6,96$ (Вт/(м·град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2=6,96$ (Вт/(м·град)).

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{6,96} \right) \right) = 0,13(\text{м}).$$

Сэндвич панели для потолка камеры хранения мясного сырья выберем толщиной 150 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{1}{6,96}} = 0,25(\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})).$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции, внутренних стен холодильной камеры для посола сырья.

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из} = 0,04$ (Вт/(м·град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n = 0,35$ (Вт/(м·град));

δ_l – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_l – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1 = 8,7$ (Вт/(м·град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2 = 8,12$ (Вт/(м·град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,35} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{8,12} \right) \right) = 0,105(\text{м}).$$

Сэндвич панели для внутренних стен выберем толщиной 120 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{8,12}} = 0,3(\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})).$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции потолка камеры для посола сырья.

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из} = 0,04$ (Вт/(м·град));

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n = 0,35$ (Вт/(м·град));

δ_l – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1 = 6,96$ (Вт/(м·град));

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2 = 6,96$ (Вт/(м·град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,35} - \left(\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{6,96} \right) \right) = 0,103 \text{ (м)}.$$

Сэндвич панели для потолка камеры для подморозки сырья выберем толщиной 120 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{6,96}} = 0,3 \text{ (Вт / (м}^2 \cdot \text{град))}.$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции, внутренних стен склада готовой продукции.

$\lambda_{из}$ – изоляционного материала, $\lambda_{из} = 0,04$ (Вт/(м·град));

k_n – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, $k_n = 0,47$ (Вт/(м·град));

δ_l – толщина слоев строительных и пароизоляционных материалов, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м·град);

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке с теплой стороны, $\alpha_1 = 8,7$ (Вт/(м·град));

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху камеры, $\alpha_2=8,12$ (Вт/(м·град)).

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,47} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{8,12} \right) \right) = 0,076(\text{м}).$$

Сэндвич панель для стен склада готовой продукции выберем 80 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,08}{0,04} + \frac{1}{8,12}} = 0,44(\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})).$$

Расчет толщины слоя теплоизоляции потолка, склада готовой продукции.

$$\delta = 0,04 \cdot \left(\frac{1}{0,47} - \left(\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{1}{6,96} \right) \right) = 0,074(\text{м}).$$

Сэндвич панель для потолка склада выберем толщиной 80 мм.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{6,96} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,005}{52} + \frac{0,08}{0,04} + \frac{1}{6,96}} = 0,43(\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})).$$

					150302.2019.432 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

3.3 Тепловой расчет камер.

Целью теплового расчета является определение суммы теплопритоков в холодильные камеры. Результаты этого расчета служат исходными данными для подбора холодильных агрегатов. Настоящий расчет носит условный характер, так как теплопритоки зависят от многих факторов (время года, загрузка камеры продуктами, правила эксплуатации и т.д.) и не могут быть рассчитаны абсолютно точно. Поэтому их определяют для максимально тяжелых условий работы холодильника (летний период, полная загрузка камер).

Тепловая нагрузка на холодильную машину Q , Вт, складывается из теплопритоков через ограждения камер Q_1 , Вт, тепловыделений при охлаждении или замораживании продуктов Q_2 , Вт, тепла, вносимого в камеру при ее вентиляции Q_3 , Вт, и эксплуатационных теплопритоков Q_4 , Вт. Таким образом,

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Теплопритоки через ограждения

Теплопритоки через ограждения возникают в результате разности температур воздуха по обе стороны стен Q' , Вт, а также, из-за солнечной радиации Q'' , Вт. Первую часть этих теплопритоков определяют по формуле:

$$Q'_1 = k \cdot F \cdot (t_n - t_{\text{кам}}),$$

где k – расчетный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м²·град);

F – расчетная поверхность ограждения, м²;

t_n – температура воздуха вне камеры, °С;

$t_{\text{кам}}$ – температура воздуха в камере, °С.

Поверхность ограждения равна произведению линейных размеров, которые определяют по следующим правилам:

– длина стены при ее расположении в углу здания равна расстоянию от наружной угловой поверхности до оси соседней стены;

– длина стены при ее расположении среди других помещений равна межосевому расстоянию между стенами;

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

– высота стены равна расстоянию от чистого пола камеры до чистого пола верхнего этажа или верха покрытия.

Расчёт теплопритоков через ограждения выполнен в виде таблицы.

Таблица 9– Теплопритоки через ограждения

Тип ограждения	Размеры ограждения, м			F, м ²	k, Вт/(м ² ·град)	t _н , °С	t _{кам} , °С	Δt, °С	Q _i , Вт
	a	b	h						
Камера мясного сырья									
Наружная стена 1	8,8		6	52,8	0,25	14,1	-18	32,1	423,7
Наружная стена 2		4,5	6	27	0,25	14,1		32,1	216,7
Внутренняя стена 1		4,5	6	27	0,3	14,1		32,1	260
Внутренняя стена 2	8,8		6	52,8	0,3	14,1		32,1	508,5
Внутренняя стена 3									
Внутренняя стена 4									
Потолок	8,8	4,5		39,6	0,25	14,1		32,1	317,8
Пол камеры	8,8	4,5		39,6	0,25	9,1		27,1	90,1
Итого									1817
Камера осадки									
Внутренняя стена 1	7,6		4	30,4	0,3	9,1	4	5,1	46,5
Внутренняя стена 2		4,2	4	16,8	0,3	14,1		10,1	50,9
Внутренняя стена 3		4,2	4	16,8	0,3	14,1		10,1	50,9
Наружная стена	7,6		4	30,4	0,25	9,1		5,1	38,8
Потолок	7,6	4,2		32	0,25	14,1		10,1	80,8
Пол камеры	7,6	4,2		32	0,25	9,1		5,1	40,8
Итого									308,7
Камера посола									
Внутренняя стена 1	7,4		6	44,4	0,3	14,1	2	12,1	161,2
Внутренняя стена 2	7,4		6	44,4	0,3	14,1		12,1	161,2
Внутренняя стена 3		5	6	30	0,3	14,1		12,1	108,9
Внутренняя стена 4		5	6	30	0,3	14,1		12,1	108,9
Потолок камеры	7,4	5		37	0,25	14,1		12,1	112
Пол камеры	7,4	5		37	0,25	9,1		7,1	65,7
Итого									717,9

Продолжение таблицы 9.

Склад готовой продукции

Наружная стена 1	5		6	30	0,44	14,1	4	10,1	133,3
Наружная стена 2		4	6	24	0,44	14,1		10,1	106,7
Внутренняя стена 1	5		6	30	0,44	14,1		10,1	133,3
Внутренняя стена 2		4	6	24	0,44	14,1		10,1	106,7
Потолок	5	4		20	0,44	14,1		10,1	88,9
Пол камеры	5	4		20	0,44	9,1		5,1	44,9
Итого									614

Теплопритоки от продуктов

Теплопритоки от продуктов при охлаждении находят по формуле:

$$Q_2 = (G_{\text{пр}} c_{\text{пр}} + G_{\text{м}} c_{\text{м}}) (t_{\text{пр}} - t_{\text{кам}}) \frac{1}{24 \cdot 3600},$$

где $G_{\text{пр}}$ – суточное поступление продукта, кг/сут;

$c_{\text{пр}}$ – теплоемкость продукта, при 0 °С, Дж/(кг·град);

$G_{\text{м}}$ – суточное поступление тары, кг/сут;

$c_{\text{м}}$ – теплоемкость тары, Дж/(кг·град);

$t_{\text{пр}}$ – температура поступления продукта в камеру, °С;

$t_{\text{кам}}$ – температура отпуска продукта из камеры, °С.

Суточное поступление продуктов принимают в зависимости от сроков их хранения по формуле:

$$G_{\text{пр}} = E \cdot \Psi,$$

где E – вместимость камеры, кг;

Ψ – коэффициент возобновления запасов, 1/сут.

Суточное поступление тары

$$G_{\text{т}} = E \cdot \Psi,$$

где E – масса тары и поддонов, кг;

Ψ – коэффициент возобновления тары, 1/сут

Рассчитаем массу всех поддонов и ящиков по формуле :

$$E = m \cdot n,$$

где m – масса одного поддона (ящика), кг;

n – количество поддонов (ящиков).

$$E=800 \cdot 13=10400(\text{кг})$$

Рассчитаем суточное поступление ящиков на склад мясного сырья:

$$G_T=4047 \cdot 0,6=2428(\text{кг/сут}).$$

Рассчитаем массу всех тележек поступающих в камеру для посола:

$$E=21 \cdot 38=798(\text{кг})$$

Рассчитаем суточное поступление тележек в камеру для посола:

$$G_T=798 \cdot 1=798(\text{кг/сут})$$

Рассчитаем массу всех полимерных ящиков:

$$E=401 \cdot 2=802(\text{кг}).$$

Рассчитаем суточное поступление полимерных ящиков:

$$G_T=802 \cdot 1=802(\text{кг/сут}).$$

Удельную теплоемкость тары при расчете принимают в среднем:

- металлическая – 460 (Дж/(кг·град));
- деревянная – 2500 (Дж/(кг·град));
- картонная, полимерная – 1460 (Дж/(кг·град));
- стеклянная – 835 (Дж/(кг·град)).

Температуру поступления охлажденных продуктов принимаем для средней климатической зоны, равной 6...8 °С. Температуру поступающих неохлажденных продуктов принимают на 5...7 °С ниже расчетной температуры наружного воздуха.

Температуру мороженых продуктов, поступающих в предприятие, принимают не выше минус 10 °С, если к условиям их транспорта не предъявляют особых требований. Так, замороженные готовые кулинарные изделия, замороженные фрукты, должны поступать с температурой не выше минус 15 °С.

Температуру отпуска продуктов из камеры в цех предприятия принимаем на 1...2 °С выше расчетной температуры в камере, если продукт подвергался в ней

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

охлаждению или замораживанию, и на 1...2 °С ниже расчетной температуры камеры, если продукт размораживали или отепляли.

Таблица 6 – Теплопритоки от продуктов

Продукт	Е, кг	Ψ 1/с	G _{пр} кг/сут		c _{пр} Дж/(кг·град)		G _м кг/сут		c _м Дж/ кг·°	C _п Дж/кг ·°	t _п [°] С	t _к [°] С
Мясные блоки	4047,4 5903,5	0,6	4047,4	5903,5	2930	2600	6240	2428	1460	2500	-16	-18
Фарш	10000	1	10000		2100		798		460		4	2
Готовые колбасы	9560	1	9560		3600		802		1460		6	4

Рассчитаем теплоприток от мясных блоков:

$$Q_{\text{кам1}} = (4047,4 \cdot 2930 + 5903,5 \cdot 2600 + 6240 \cdot 1460 + 2428 \cdot 2500) \cdot (-16 + 18) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600} = 981 \text{ (Вт)}$$

Рассчитаем теплоприток от фарша:

$$Q_{\text{кам2,3}} = (10000 \cdot 2100 + 798 \cdot 460) \cdot (4 - 2) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600} = 494,6 \text{ (Вт)}$$

Рассчитаем теплоприток от готовых колбас:

$$Q_{\text{кам4}} = (9560 \cdot 3600 + 802 \cdot 1460) \cdot (6 - 4) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600} = 823,8 \text{ (Вт)}$$

Рассчитаем общий теплоприток от всех продуктов:

$$Q_2 = 981 + 494,6 + 823,8 = 2299 \text{ (Вт)}$$

Эксплуатационные теплопритоки

Эксплуатационные теплопритоки складываются из теплопритоков при открывании дверей, от освещения и работающих в камере механизмов

(погрузчиков, транспортеров, вентиляторов), а также работающих в камере людей. При проектировании холодильных камер предприятий общественного питания определение отдельных составляющих не производят, а суммарно принимают их в следующих размерах:

– для камер площадью до 10 м² – 0,4 · Q₁;

– для камер площадью до 10...20 м² – 0,3·Q₁;

– для камер площадью более 20 м² – 0,2·Q₁.

Таблица 10 – Эксплуатационные теплопритоки

Наименование камеры	Площадь камеры, м ²	Q ₁ , Вт	Q ₂ , Вт	Q ₄ , Вт	∑ Q _i , Вт
Склад мясного сырья	40	1817	981	288	3086
Камера для посола сырья	69	718	494,6	143,6	1356
Склад готовой продукции	20	614	823,8	123,7	1561

3.4 Расчет и выбор холодильного оборудования.

Минимальная холодопроизводительность машины для группы камер Q₀^{min}, Вт, определяется по формуле:

$$Q_0^{\min} = \frac{\sum Q_{\text{кам}}}{b_{\max} \cdot \varphi},$$

где ∑Q_{кам} – сумма теплопритоков камеры, входящие в группу, Вт;

b_{max} – максимальное значение коэффициента рабочего времени;

φ – коэффициент потерь холода.

Сумму теплопритоков в камеры определяют по формуле:

$$\sum Q_{\text{кам}} = \sum Q_{\text{кам}1} + \sum Q_{\text{кам}2} + \dots + \sum Q_{\text{кам}i},$$

где ∑Q_{кам_i} – суммарные теплопритоки в каждую камеру, Вт.

Максимальное значение коэффициента рабочего времени принимают равным 0,75, а коэффициент потерь холода 0,90...0,95.

По значению Q₀^{min}, подбираем холодильную машину.

Рассчитаем сумму теплопритоков в камеры:

$$\sum Q = 3086 + 1356 + 1561 = 6003 \text{ (Вт)}$$

Рассчитаем минимальную холодопроизводительность машины:

находящихся в производственном помещении людей и теплопритока от наружного воздуха.

$$\Sigma Q = Q_{огр} + Q_{об} + Q_{л} + Q_{возд}$$

Теплопритоки через наружные ограждения

Рассчитаем среднюю температуру в цехе по формуле:

$$t_c = w_1 \cdot t_1 + w_2 \cdot t_2$$

где w_1 – отношение объема производственного помещения к объему цеха, $1/m^3$;

t_1 – температура в производственном помещении, °С;

t_2 – температура в отапливаемых помещениях, °С;

w_2 – отношение объема отапливаемых помещений к объему цеха, $1/m^3$.

$$T_c = 0,148 \cdot 12 + 0,85 \cdot 18,5 = 17,5 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Теплопритоки через ограждения рассчитываются по формуле:

$$Q'_i = k \cdot F \cdot (t_n - t_c),$$

где k – расчетный коэффициент теплопередачи ограждения, $Вт/(m^2 \cdot \text{град})$;

F – расчетная поверхность ограждения, m^2 ;

t_n – температура воздуха вне цеха, °С;

t_c – средняя температура воздуха в цехе, °С.

Расчет теплопритоков через ограждения выполним в виде таблицы.

Таблица 12– Теплопритоки через наружные ограждения

Тип ограждения	Размеры ограждения, м			F, м ²	k, Вт/(м ² ·град)	t _н , °С	t _с , °С	Δt, °С	Q _i , Вт
	a	b	h						
Склад мясного сырья									
Наружная стена 1	18		6	108	0,19	24,1	17,5	6,6	135
Наружная стена 2	18		6	108	0,19	24,1		6,6	135
Наружная стена 3		42	6	252	0,19	24,1		6,6	316
Наружная стена 4		42	6	252	0,19	24,1		6,6	316
Итого	-								902

Теплопритоки от людей

Количество тепла, выделяемое людьми, оценивают по формуле:

$$\Sigma Q_{л} = Q_{1л} \cdot n,$$

где $Q_{1л}$ – количество теплоты, выделяемой одним человеком в зависимости от температуры воздуха и рода выполняемых работ, Вт;

n – число людей, одновременно находящихся в помещении.

$Q_{1л}$ принимаем 135 Вт, n примем 83 исходя из ВНТП.

$$\Sigma Q_{л} = 135 \cdot 83 = 11205 \text{ (кВт)}.$$

Теплопритоки от технологического оборудования

Количество тепла, выделяемого оборудованием, зависит от ряда причин: способа обогрева (газ или электричество), количество единиц оборудования, режима работы предприятия, мощности и режима работы каждого типа оборудования.

Тепловыделения от оборудование с электрическим обогревом рассчитывают по формуле:

$$Q_{об} = \Sigma N \cdot K_u \cdot K_o,$$

где N – суммарная мощность всего оборудования, кВт;

K_u – Коэффициент использования оборудования;

K_o – Коэффициент, учитывающий одновременность работы однотипного оборудования ($K_o=0,7$).

Рассчитаем тепловыделения от куттера, волчка, блокорежки, шприца:

$$Q_{об} = 30 + 5,5 + 15 + 2,05 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 7,4 \text{ (кВт)}.$$

Рассчитаем тепловыделения от термоагрегатов:

$$Q_{об} = 16 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 23 \text{ (кВт)}.$$

Суммарный теплоприток от всего оборудования будет равен:

$$Q_{об} = 23 + 7,4 = 30,4 \text{ (кВт)}.$$

Теплопритоки с наружным воздухом

При отсутствии специальной вентиляционной установки наружный воздух проникает в кондиционируемый объем посредством инфильтрации, т.е. через неплотности в наружных ограждениях, через неплотности в окнах, а также при открывании дверей.

Теплоприток с вентилируемым воздухом подсчитывают по формуле:

$$Q_{\text{возд}} = L \cdot c \cdot \rho \cdot (t_n - t_e)$$

где L – объемный расход наружного воздуха, м³/с;

c – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С). В интервале температур 0–30°С $c=1005$ Дж/(кг·°С);

ρ – плотность воздуха при температуре помещения, кг/м³. $\rho=1,247$;

t_n, t_e – температуры наружного воздуха и воздуха в помещении, °С.

Объемный расход наружного воздуха рассчитаем по формуле:

$$L = n \cdot L_{mp}$$

где L_{mp} – требуемый расход воздуха в помещении по нормам на одного человека, м³/с. Для производственных помещений $L_{mp}=0,017$ м³/с;

n – число людей в помещении.

$$L=67 \cdot 0,017=1,14 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Рассчитаем теплоприток с вентилируемым воздухом:

$$Q_{\text{возд}}=1,14 \cdot 1005 \cdot 1,247 \cdot (24,1-12)=17287 \text{ (Вт)}.$$

Рассчитаем суммарный теплоприток:

$$\Sigma Q=17287+11205+902+30400=59794 \text{ (Вт)}.$$

3.6 Расчет и выбор оборудования для кондиционирования.

Для обеспечения кондиционирования производственного помещения будет использована система с чиллерами и фанкойлами. Чиллер представляет собой законченную холодильную машину, предназначенную для охлаждения хладоносителя, которыми могут быть вода или незамерзающие жидкости. Фанкойл (кондиционер-доводчик) – это агрегат, устанавливаемый в помещении и включающий теплообменник с вентилятором, фильтр со встроенным или

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

выносным пультом управления. Воздух из помещения подается на теплообменник фанкойла, в котором он охлаждается.

Минимальная холодопроизводительность машины для производственного помещения Q^{\min} , Вт, определим по формуле:

$$Q^{\min} = \frac{\Sigma Q}{b_{\max} \cdot \varphi},$$

где ΣQ – сумма теплопритоков камеры, входящие в группу, Вт;

b_{\max} – максимальное значение коэффициента рабочего времени;

φ – коэффициент потерь холода.

Максимальное значение коэффициента рабочего времени принимают равным 0,75, а коэффициент потерь холода 0,90...0,95.

Рассчитаем минимальную холодопроизводительность:

$$Q^{\min} = \frac{59.8}{0.75 \cdot 0.95} = 84 \text{ (кВт)}.$$

По данной холодопроизводительности выберем промышленный чиллер ATS CGW 1027 и восемь канальных фанкойлов DF27-ILMA.

Характеристики данной установки сведем в таблицу:

Таблица 13 – Характеристики кондиционерной установки

Чиллер	
Модель	ATS CGW 1027
Холодопроизводительность, кВт	96
Тип компрессора	Спиральный
Хладагент	R407a
Марка испарителя	GEA
Тип испарителя	Пластинчатый
Рабочая жидкость	Водогликолевый раствор
Потребляемая мощность, кВт	25,2
Габариты, мм	1160x2462x2300
Масса, кг	950
Встроенный насос	Да
Марка насоса	Ebara
Фанкойл	
Производительность в режиме охлаждения, кВт	30
Расход воздуха, м3/ч	3882

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Обеспечение условий безопасности труда на производстве

На основании Трудового кодекса РФ (от 30 декабря 2001 года №197-ФЗ); Федерального Закона «Об основах охраны труда в РФ» от 17 июля 1999 №181-ФЗ; «Закона об охране труда в Республике Башкортостан» (в редакции Законов РБ от 09.01.2001 года №161-з от 19.03.2003 года №488-з; в целях обеспечения условий труда соответствующих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности) общее руководство и ответственность за обеспечение соблюдение законодательства по охране на предприятии возлагается на руководителя управляющей организации.

Охрана труда и служащих является одной из главнейших обязанностей администрации предприятия. Каждый инженер, работающий на предприятии мясной промышленности должен сознавать свою ответственность за здоровье и жизнь людей, которыми он руководит. Инженер обязан хорошо знать возможные производственные опасности и вредности методы и средства обеспечения безопасности технологического процесса. К этому его обязывает не только звание специалиста, но и действующее законодательство за несоблюдение, которого предусмотрена строгая ответственность. Охрана здоровья работающих обеспечение безопасных условий труда ликвидация травматизма и профессиональных заболеваний составляет одну из главных задач трудового законодательства.

В соответствии со статьей 217 Трудового Кодекса РФ в целях обеспечения соблюдения требований охраны труда осуществления контроля за их выполнением в каждой организации осуществляющей производственную деятельность с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области. Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

проводят с работниками перед работой требующими оформления наряда-допуска, где и фиксируют его проведение.

Ответственным за пожарную безопасность на предприятии назначается специалист по пожарной безопасности. На производстве ответственными назначаются мастера подразделений. Устанавливают огнетушители и гидранты на территории всего предприятия в специально отведенных местах.

1.2 Мероприятия по охране окружающей среды.

Современное состояние окружающей среды является глобальной проблемой во всем мире. Предприятия мясной промышленности являются одним из источников загрязнения окружающей среды.

Мероприятия по защите окружающей среды на предприятии осуществляются согласно федеральному закону РФ от 10.01.2002 г № 7-ФЗ («Об охране окружающей среды»).

Окружающую среду загрязняют сточные воды мясокомбината и выбросы в атмосферу загрязняющих веществ оборудованием мясокомбината.

Основная особенность сточных вод мясной отрасли – высокое содержание в них органических загрязнителей, поэтому необходимо направлять сточные воды перед сбросом их в общую канализацию на локальные очистные сооружения. С этой целью в составе очистной станции предусматривают сооружения механической очистки: решетки песколовки и отстойники.

Решетки служат для извлечения из сточных вод крупных отходов – бумаги тряпок целлофана ниток осколков костей и т. д. Отбросы снятые с решеток сбрасывают в металлические бочки с крышками которые периодически вывозят автотранспортом на специальные площадки для компостирования, где их выгружают, обсыпают грунтом и оставляют в таком виде на 2 года.

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

Песколовки служат для задержания песка и тяжелых крупных загрязнений органического происхождения (кусочки тканей животного и т. п.). Применяют горизонтальные песколовки с прямолинейным или круговым движением воды.

Отстойники служат для выделения оседающих и всплывающих взвешенных веществ из сточных вод предприятий мясной промышленности. Применяют вертикальные и двухъярусные отстойники осветлители с естественной аэрацией осветители-перегниватели.

Колбасное производство оснащено дымогенераторами в которых при сжигании дров или опилок лиственных пород деревьев вырабатывается дым для термокамер и автокоптилок. При обжарке и копчении колбасных изделий атмосфера загрязняется оксидом углерода диоксидом азота сернистым ангидридом твердыми частицами аммиаком фенолом и пропионовым альдегидом.

Особенность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от мясокомбинатов – неприятнопахнущие вещества или одоранты. Многие технологические процессы, происходящие при тепловой обработке мяса в присутствии воды, сопровождаются образованием продуктов распада белка. Наиболее перспективные методы очистки воздуха и отходящих газов следующие: мокрая очистка и абсорбция биологическая очистка и адсорбционная очистка с применением активированного угля цеолита или ионообменных смол.

1.3 Экологическая безопасность.

Отходы производства мясоперерабатывающей промышленности связаны с выбросами в атмосферу газов, сбросами в водоемы сточных вод, ухудшающих состояние почвы, прилегающей к предприятию, а также твердыми отходами. Степень вредного воздействия на природу определяют по параметрам: ПДК, ПДВ, БПК, ХПК. Твердыми отходами являются кости и костный остаток, которые перерабатываются на предприятии и затем реализуются.

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

1.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация – неожиданная, внезапно возникающая ситуация, которая характеризуется резким нарушением установившегося процесса, оказывающая значительное отрицательное влияние на жизнедеятельность людей, функционирование экономики, социальную сферу и окружающую среду.

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. По принципам возникновения: стихийные бедствия, техногенные, антропогенные катастрофы, социально-политические конфликты.
2. По масштабу распространения с учётом последствий: местные (локальные), объектные, региональные, национальные, глобальные.
3. По скорости распространения событий: внезапные, умеренные, плавные, быстро распространяющиеся

Последствия чрезвычайных ситуаций разнообразны: затопления, разрушения, радиоактивные заражения, и т.д.

Катастрофа - внезапное бедствие, ведущее за собой трагические последствия.

Пожары - неконтролируемый, стихийно развивающийся процесс горения.

Каждый работник в случае возникновения пожара, обязан:

- принять все меры по эвакуации людей и спасению материальных ценностей;
- одновременно с этим приступить к тушению пожара своими силами с помощью имеющихся средств пожаротушения;
- для встречи вызванной пожарной части направить одного работника, который должен их проинформировать о месте пожара и наличии в здании людей;
- обесточить все здание.

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработан цех малой мощности по производству колбасных изделий. Проведен анализ современных технологий и оборудования. Рассмотрены теоретические основы производства по выпуску колбасных изделий. В работе приведены характеристики, как основного сырья, так и дополнительного, характеристики готовой продукции и требования качества к ним.

Ассортимент проектируемого предприятия состоит из следующих наименований колбас: полукопченая «Астраханская», полукопченая «Подмосковная», вареная «Любимая», вареная «Мясная», вареная «Классическая».

Выполнен расчет оборудования для производства, на основании которого сделан выбор основного и вспомогательного оборудования, отвечающего современным требованиям.

Выполнен расчет и выбор холодильного оборудования и оборудования для кондиционирования.

Внедрение данного проекта обеспечит население г. Челябинска качественной продукцией и по доступной цене, так как производство соответствует всем нормам безопасности и приняты все меры против загрязнения окружающей среды.

Проект разработан на основе современных достижений техники и технологий пищевых производств.

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доссат, Р.Д. Основы холодильной техники / Р.Д. Доссат, Т.Д. Хоран; пер. с англ. С.В. Аникина. – М.: Техносфера, 2008. – 821с.
2. Кисимов, Б.М. Расчет и проектирование стационарных холодильных камер: Учебное пособие / Б.М. Кисимов, Е.Д. Сторожева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 66с.
3. Кисимов, Б.М. Холодильная техника и технология: Учебное пособие / Б.М. Кисимов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 57с.
4. СП 118 13330.2012* Общие требования к проектированию общественных зданий и сооружений. – М: Минстрой России, 2014 –72с.
5. СНиП 23–01–99. Строительная климатология – М: Минстрой , 2006 .– 71с.
6. Шавра, В.М. Основы холодильной техники и технологии. Текст для учащихся и практ. работников / В.М. Шавра. – М.:ДеЛи принт, 2004. – 269с.
7. Проектирование предприятий с основами САПР/Л.В. Антипова, Н.М. Ильина, Г.П. Казюлин и др. – М.:Колос, 2003. – 320с.:ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших заведений). ISBN 5-9532-0045-5
8. Дипломное проектирование. Правила оформления, инженерные и автоматизированные расчеты на ПЭВМ: Учеб. пособие/ Л. В. Антипова, И. А. Глотова, Г. П. Казюлин; Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 2001. 584 с. ISBN 5-98448-175-9
9. Общая технология мяса и мясопродуктов/ И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г.П. Казюлин – М.: Колос, 2000. – 367 с.: ил. ISBN 5 – 10 – 003620-6
10. Оборудование для переработки мяса / В. И. Ивашов – СПб.: ГИОРД, 2007. – 464 с.: ил. – (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учеб пособие: в 2 ч./ В. И. Ивашов; ч. II). ISBN 5-98879-023-2

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150302.2019.432 ПЗ ВКР					

11. Технологический сборник рецептур колбасных изделий и копченостей/ Б. С. Сенченко, И. А. Рогов, А. Г. Забашта, В. И. Бондаренко – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001. – 864 с. ISBN 5-241-00078-X
12. Антипова, Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов: Учеб. пособие / Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов – Воронеж: изд. ВГУ, 1991. – 184 с.
13. Ленинджер, А Основы биохимии: Т. 3 / А. Ленинджер – М.: Книга по Требованию, 2013. – 320 с
14. Данилова, Н.С. Физико-химические основы производства мяса и мясопродуктов / Н.С. Данилова. – М.: Колос, 2007. – 367 с.
15. Мдинарадзе, Т.Д. Переработка побочного сырья животного происхождения / Т.Д. Мдинарадзе. – М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с.
16. Кононский, А.И. Биохимия животных: Учебник для вузов по спец. «Зоотехния», «Ветеринария». Изд. 3-е, перераб. и доп. / А.И. Кононский. – М.: Колос, 1992. – 522 с.
17. Кудряшов, Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л.С. Кудряшов. – М.: ДеЛипринт, 2008. – 160 с.
18. Ockerman, H.W., Hansen C.L. Animal by-product processing and utilization. ed Lancaster Technomic Publishing company Inc, 2000, pp. 325–353.
19. Kikafunda, J.K., Sserumaga P. Production and use of a shelf-stable bovine blood powder for food fortication as a food-based strategy to combat iron deficiency anaemia in Sub-Saharan Africa / African journal of food agriculture nutrition and development. – 2005. – Vol. 5. – pp. 1–18.
20. Лисицын, А.Б. Основные направления развития науки и технологий мясной промышленности / Мясная индустрия. – 2000. – №3.– С.13–16.
21. Лисицын, А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина, И.М. Чернуха. – М.: ВНИИМП, 2004 – 378 с.
22. Российская Федерация. Законы. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции». [Текст]:

44. Сидоров, А.И. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов ВУЗов / А.И Сидоров. – М.: Изд-во Кнорус, 2012. – 546 с.
45. ГОСТ Р 52427-2005. Промышленность мясная. Продукты пищевые. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2006. – 20 с.
46. Технология мяса и мясопродуктов /Л.Т. Алехина (и др.) – М.: Агропромиздат, 1988. – 576с.
47. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов /Л.В. Антипова// Легкая и пищевая промышленность. – 2000. - №8. – с.39
48. ГОСТ 7705.0-74. Мясо птицы. Методы отбора образцов. Органолептические методы оценки качества.
49. Матрозова, С.И. Технохимический контроль в мясной и птицеперерабатывающей промышленности / С.И. Матрозова – М.: КолосС, 1977. – 183с.
50. Мрусидзе, Д.Н. Технология производства продукции животноводства / Д.Н. Мрусидзе, В.Н. Легеза, Р.Ф. Филонов – М.: КолосС, 2005. – 432с.
51. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов /В.М. Позняковский – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2001. – 526с.
52. Шепелев , А.Ф. Товароведение и экспертиза мяса и мясных товаров / А.Ф. Шепелев, О.И. Кошухова, А.С. Туров – Ростов-на-Дону: Издательство центр «Март», 2001. – 192с.
53. 109.13330.2012.Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87(с Изменениями № 1,2).
54. studbooks.net/1925638/tovarovedenie/analiz_rynka_kolbas (Анализ рынка колбас).
55. studwood.ru/1954574/tovarovedenie/otsenka_rossiyskogo_rynka_kolbasnyh_izdeliy(Анализ рынка колбасных изделий).
56. Федеральный закон от 02.01.2000 N 29-ФЗ (ред. от 23.04.2018) "О качестве и безопасности пищевых продуктов"

					150302.2019.432 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68