

Введение

Производство продовольствия представляет собой одну из наиболее древних сфер производственной деятельности человека.

На российском рынке продовольственных товаров мясо и мясопродукты занимают особое положение, так как они традиционно составляют основу рациона российского потребителя.

На долю мясной отрасли приходится свыше 20 % продукции, выпускаемой всей пищевой промышленностью России [1].

Технический уровень большей части предприятий не отвечает современным требованиям. В некоторых регионах не хватает производственных мощностей для переработки скота. В результате потери сырья при холодильной обработке и хранении достигает 2,5 – 3 %. Лишь около 13 % мяса в виде полуфабрикатов реализуется в мягкой фасовке, остальная часть поступает в торговлю в полутушах, в то время как в развитых странах оно продается в разделанном и упакованном виде. Мясные полуфабрикаты и замороженные готовые мясные блюда – это изделия, максимально подготовленные для кулинарной обработки, что в современных условиях делает их особенно привлекательными для потребителя.

При переходе на рыночные отношения необходимо определить приоритетные направления науки и техники в мясной промышленности. Анализ показывает, что по важности можно выделить три группы проблем: сокращение потерь животноводческого сырья на всех этапах его переработки и транспортировки; глубокие переработки скота и птицы и повышение качества вырабатываемых продуктов; полная переработка вторичного сырья по безотходной технологии.

Решение этих проблем, в значительной степени, зависит от использования прогрессивных технологий и увеличения производственных мощностей переработки и хранения продукции [2].

На базе новых прогрессивных способов переработки сырья, позволяющих обеспечить безотходные процессы и организовать промышленное производство продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. Приоритетное развитие должна получить организация производств мясных полуфабрикатов с высокой степенью готовности.

1 Технико-экономическое обоснование проектирования цеха по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд

В ассортименте мясопродуктов особую роль играют полуфабрикаты и замороженные готовые мясные блюда – изделия максимально подготовленные для употребления в пищу или не нуждающиеся в кулинарной обработке, что в современных условиях делает их особо привлекательными для потребителей.

В связи с развитием сети общественного питания (кафе, бары, рестораны, столовые) выгодным становится производство натуральных полуфабрикатов, выработка которых предусмотрена в работе.

Поставленная задача предполагает проектирование и реализацию цеха по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд на территории ОАО «Главмяспром» в п. Ульяновка, Воронежской области. На его территории уже расположено предприятие по убою и первичной переработке КРС и свиней.

Колбасные цеха выпускают колбасы вареные, полукопченые, варенокопченые, сосиски и сардельки, продукты из свинины.

Оборудование в колбасных цехах удовлетворяет всем технологическим требованиям.

Качество продукции выпускаемой на данном предприятии высокое, но отличается большой ценой, так как колбасы выполняются по традиционной рецептуре, то есть без добавок, увеличивающих выход готовой продукции.

Оболочки для колбас используются как натуральные, так и искусственные. Из натуральных оболочек можно выделить говяжьи и свиные черевы, говяжьи синюги, свиные гузенки, говяжьи круга. Из искусственных, чаще всего используют аметан и белкозин.

На данный момент главными поставщиками являются население и фермерские хозяйства. Сбоев с закупкой мяса сейчас не наблюдается, поэтому проектирование цеха по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд реально. При строительстве необходимо предусмотреть встроенный холодильник для хранения сырья и подобрать оборудование, максимально заменяющее ручной труд (поточные линии), так как от этого, в большинстве случаев экономическая эффективность производственной деятельности предприятия, уровень производительности труда и рентабельность предприятия возрастают.

Для проектирования цеха на данной территории благоприятствует также и то, что предприятие находится недалеко от трассы, где можно создать придорожное кафе, столовую или продовольственный магазин; привлечь покупателей низкими ценами и быстротой приготовления пищи, а также широким ассортиментом.

За последние шесть – семь лет цеха, производящие полуфабрикаты и замороженные готовые мясные блюда, получили широкое распространение, поэтому

только высокая техническая и технологическая оснащенность проектируемого цеха позволит продукции быть конкурентоспособной на рынке сбыта.

Основная масса полуфабрикатов в специализированных магазинах и рынках города Воронежа представлено частными предпринимателями, которые привлекают покупателей широким ассортиментом, красивой упаковкой, а также доступностью по цене населению с невысокими доходами.

Анализ обеспеченности на потребительском рынке города Воронежа приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Краткий анализ ассортимента торговой сети г. Воронежа

Наименование продукции	Цена за 1 кг, р.	Примечание
Котлеты по Киевски	53	Весовой продукт
Котлеты Гатчинские	45	Весовой продукт
Котлеты Мясные	42	Весовой продукт
Фрикадельки	37	Весовой продукт
Бифштекс готовый	47	Весовой продукт
Шницель свиной готовый	49	Весовой продукт
Люля-кебаб	53	Весовой продукт
Чебуреки	35	Весовой продукт
Манты	47	Весовой продукт
Пельмени мясные	59	Масса порций 0,5; 1 кг
Блинчики с мясом	58	Весовой продукт
Фрикадельки мясные с рисом	48	Весовой продукт
Зразы с грибами	52	Весовой продукт

Но все же наблюдается недостаток в полуфабрикатах и особенно, в замороженных готовых мясных блюдах, а также не всегда можно приобрести полуфабрикаты в вакуумной упаковке.

Такая продукция будет иметь спрос у покупателей, так как позволит сократить время на приготовление готового блюда, а вакуумная упаковка придает продукту хороший внешний вид и продлевает срок хранения, а более мелкая расфасовка заинтересует покупателей. Этим и объясняется выбранный ассортимент, который приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Ассортимент продукции проектируемого цеха

Наименование продукции	Выработка, т в смену
1	2
Мелкокусковые и порционные полуфабрикаты	1,5
Замороженные готовые блюда	2,5

2 Технологическая часть

2.1 Выбор ассортимента

Для производства мясных полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд проектом предусмотрено использование мяса: парного с температурой от 36 до 38 °С в течение 1,5 ч после убоя; охлажденного с температурой от 0 до 4 °С; остывшего с температурой 12 °С; подмороженного с температурой от минус 3 °С до минус 5 °С; замороженного с температурой минус 8 °С и размороженного с температурой выше 1 °С в тушах, полутушах или четвертинах.

Мясо, используемое в производстве полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд должно удовлетворять санитарным требованиям, оно должно быть обозначено клеймом, на котором показано, как и куда можно использовать данное мясо.

В зависимости от вида сырья и способов обработки различают следующие виды мясных полуфабрикатов: крупнокусковые, порционные, мелкокусковые мякотные, мясокостные, бескостные, замороженные и охлажденные рубленые [2].

Выбранный групповой ассортимент полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Групповой ассортимент полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд

Ассортимент мясных изделий	Соотношение по видам, %	Выпуск, кг/смену
Полуфабрикаты из говядины	7,4	295
Полуфабрикаты из свинины	30	1200
Замороженные готовые мясные блюда из говядины	42,6	1705
Замороженные готовые мясные блюда из свинины	20	800
ИТОГО	100	4000

Ассортимент полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд по наименованиям представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Ассортимент полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд по наименованиям

Вид и наименование полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд	Нормативная документация
1	2
Полуфабрикаты из говядины:	
Лангет	ТУ-9214-001-59644287-2003
Антрекот	ТУ-9214-001-59644287-2003
Ромштекс	ТУ-9214-001-59644287-2003
Говядина духовая	ТУ-9214-001-59644287-2003
Гуляш	ТУ-9214-001-59644287-2003
Грудинка	ТУ-9214-001-59644287-2003
Полуфабрикаты из свинины:	
Вырезка	ТУ-9214-001-59644287-2003
Эскалоп	ТУ-9214-001-59644287-2003
Мясо для шашлыка	ТУ-9214-001-59644287-2003
Свинина духовая	ТУ-9214-001-59644287-2003
Гуляш	ТУ-9214-001-59644287-2003
Свиное рагу	ТУ-9214-001-59644287-2003
Котлеты по Киевски	ТУ-9214-001-59644287-2003
Тефтели свиные полуфабрикат	ТУ-9214-001-59644287-2003
Купаты свиные №1	ТУ-9214-001-29240564-03
Купаты свиные №3	ТУ-9214-001-29240564-03
Замороженные готовые мясные блюда из говядины:	
Бифштекс рубленый готовый калорийный с кашей гречневой рассыпчатой в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с рисом, припущенным с маслом в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с рисом, припущенным с томатом в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с капустой свежей тушеной в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с капустой квашеной тушеной в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89

Продолжение таблицы 2.2

1	2
Бифштекс рубленый готовый калорийный с морковью отварной в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с зеленым горошком в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с морковью отварной с зеленым горошком в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Бифштекс рубленый готовый калорийный с картофелем отварным в бульоне	ТУ 10.02.01.80.89
Замороженные готовые мясные блюда из свинины:	
Тефтели готовые с кашей гречневой рассыпчатой в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с рисом, припущенным с томатом в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с капустой свежей тушеной в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с капустой квашеной тушеной в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с морковью отварной в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с зеленым горошком в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с морковью отварной с зеленым горошком в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91
Тефтели готовые с картофелем отварным в бульоне	ТУ 10.04.19768-12-91

Выбранный ассортимент полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд привлечет покупателей, во-первых, вакуумной упаковкой, в которой продукция имеет привлекательный товарный вид и продолжительный срок хранения, во-вторых, более мелкая фасовка порций заинтересует потребителя, в-третьих, удобство быстрого приготовления пищи. Этим и обусловлена технологическая и экономическая целесообразность темы проекта с целью организации цеха по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд на базе мясо-молочного комбината ОПС [3,4].

2.2 Сырьевой расчет

2.2.1 Расчет основных и вспомогательных материалов.

Для производства полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд в проекте предусмотрено использование говядины II категории и свинины III категории. Расчет основного сырья ведут отдельно для каждого продукта, исходя из рецептуры его изготовления и выхода готовой продукции [1].

Массу основного сырья рассчитывают по формуле (2.1).

$$K_c = 100 \times \frac{A}{a_n} , \quad (2.1)$$

где K_c – общая масса основного сырья, кг/смену;

A – сменная выработка колбас, кг/смену;

a_n – выход готовой продукции к массе несоленого сырья, %.

Массу сырья по видам и сортам рассчитывают по формуле (2.2).

$$M = K_c \times \frac{C}{100} , \quad (2.2)$$

где M – масса сырья по видам и сортам, кг;

K_c – общая масса основного сырья, кг/смену;

C – норма расхода сырья, соли, специй и др. на 100 кг продукта, кг.

Из пряностей используют перец, кориандр, тмин. Большинство пряностей следует хранить при температуре воздуха не выше 15 °С и относительной влажности от 75 % до 80 % [6].

Расчет основного сырья и специй для производства полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд из говядины представлен в таблице 2.3, из свинины в таблице 2.4.

Общую массу крупнокусковых полуфабрикатов из говядины сводим в таблицу 2.5, из свинины в таблицу 2.6.

Таблица 2.5 – Общая масса крупнокусковых полуфабрикатов из говядины

Полуфабрикат	Масса мяса, кг в смену	Соотношение по сортам, по факту, %	Соотношение по сортам, по норме, %
Вырезка зачищенная	7,7	0,8	0,8
Длиннейшая мышца спины	24,4	2,5	2,5
Тазобедренная часть:			
верхний и внутренний куски	57	5,9	5,9
боковой и наружный куски	89,1	9,2	9,2
Лопаточная и подлопаточная части	76,6	7,9	7,9
Грудная часть	41,7	4,3	4,3
Котлетное мясо	399,2	41,3	41,3
Итого:	695,7	71,9	71,9

Таблица 2.6 – Общая масса крупнокусковых полуфабрикатов из свинины

Полуфабрикат	Масса мяса, кг в смену	Соотношение по сортам, по факту, %	Соотношение по сортам, по норме, %
Вырезка зачищенная	8,8	0,5	0,5
Корейка с реберной костью	141,7	8,2	8,2
Тазобедренная часть	247,5	14,3	14,3
Лопаточная часть	106,0	6,1	6,1
Шейно-подлопаточная часть	83,4	4,8	4,8
Грудинка с реберной костью	196,5	11,4	11,4
Котлетное мясо	461,8	26,7	26,7
Итого:	1245,7	72,0	72,0

Расчет сырья для производства гарниров представлен в таблице 2.7.

В одной порции быстрозамороженного блюда содержится 0,075 кг бульона. Для производства 10020 порций необходимо 751,5 кг бульона.

В соответствии с рецептурой для приготовления этой массы бульона необходимо:

- кости говяжьей или свиные – 999 кг;
- лук очищенный свежий – 18,8 кг;
- морковь очищенная свежая – 18,8 кг;
- белые коренья очищенные свежие – 15,0 кг;
- вода – 999 дм³.

2.2.2 Определение потребной массы мяса на костях, шпика, количества полутуш. Необходимую массу мяса на костях рассчитывают по формуле (2.3).

$$M_k = \frac{\sum_{i=1}^3 (M_i \times K_i)}{a_m}, \quad (2.3)$$

где M_i – масса жилованного мяса данного вида, кг;

K – коэффициент, учитывающий долю мяса на костях данной категории упитанности, %,

$K = 100\%$ – для говядины II категории,

$K = 100\%$ – для свинины III категории,

a_m – нормы выхода жилованного мяса, % к общей массе жилованного мяса.

a_m для говядины II категории – 71,9 %,

a_m для свинины III категории – 72,0 %,

Для говядины II категории – $M_k = 967,6$ кг.

Для свинины III категории – $M_k = 1730,1$ кг.

Количество полутуш, требуемое в смену рассчитывается по формуле (2.4).

$$X = \frac{M_k}{m}, \quad (2.4)$$

где X – количество полутуш, шт;

M_k – масса мяса на костях, кг/смену;

m – масса одной полутуши, кг.

m говядины II категории – 180 кг,

m свинины III категории – 60 кг,

Для говядины II категории – X = 6 шт.

Для свинины III категории – X = 29 шт.

2.2.3 Пути использования и расчет готовой продукции из вторичного сырья. Вторичным сырьем при производстве колбас, полуфабрикатов и быстрозамороженных продуктов являются: кости, сухожилия и хрящи, технические зачистки.

Расчет массы вторичных продуктов приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Масса вторичных продуктов

Наименование сырья	Говядина II категории		Свинина III категории	
	выход, %	масса, кг	выход, %	масса, кг
1	2	3	4	5
Баки	–	–	2,7	46,7
Шпик и обрезки шпика	–	–	7,2	124,6
Кость	23,8	230,3	8,1	140,1
Шкурка	–	–	8,1	140,1
Сухожилия и хрящи	4,0	38,7	1,7	29,4
Технические зачистки	0,3	2,9	0,2	3,5
Итого:	28,1	271,9	28	484,4
Масса жилованного мяса	71,9	695,7	72	1245,7
Масса мяса на костях, кг	100	967,6	100	1730,1

Необходимая масса кости при производстве бульонов для замороженных готовых мясных блюд составляет 999 кг. При разделке говядины и свинины масса костей составляет 370,4 кг. Недостающую кость массой 628,6 кг планируется получить из колбасного цеха № 1. Шпик и обрезки шпика используем при производстве бифштеков и купат.

Шкурку, баки, сухожилия и хрящи направляем на производство ливерной колбасы по ОСТ 49 190. в колбасный цех № 1.

2.2.4 Расчет потребного количества упаковочных материалов. Потребное количество упаковочных материалов и тары рассчитывается согласно установленным нормам. Расчет упаковочных материалов для производства полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд представлен в таблицах 2.9 и 2.10

Таблица 2.9 – Расчет упаковочного материала для полуфабрикатов

Наименование материала, ГОСТ	Вид продукции	Масса порции, кг	Общая масса, кг	Расход на 1 т, кг	Необходимый расход, кг
1	2	3	4	5	6
Пленка полиэтиленовая, ГОСТ 10354-82	Порционные и мелкокусковые полуфабрикаты	0,125	423,75	2,5	1,06
		0,25	651,25	6,5	4,23
Дискретная поливинил ацетатная пленка, ГОСТ 18992-80	Котлеты, тефтели	0,250	220	1,07	0,24
Картон коробочный марки А, ГОСТ 7933-89	Котлеты, тефтели	0,250	220	56,9	12,52
Итого:					18,05

Таблица 2.10 – Расчет упаковочного материала для замороженных готовых мясных блюд

Материалы	Норма расхода материалов на 1 т продукта	Расход материалов на 2505кг продукта
Алюминиевая фольга на крышку, кг	16	40,08
Алюминиевая фольга на формочки, кг	44	110,22
Ящики из гофрированного картона №11, кг	56,9	142,5
Этикетки импортные, шт	2180	5460,9
Лента клеевая на бумажной основе, кг	2	5,01
Ярлыки на ящики, шт	100	250,5
Пленка полиэтиленовая растягивающаяся усадочная импортная, м	78	195,39

2.3 Выбор и обоснование технологических схем производства

На проектируемом предприятии для выработки полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд используют говядину и свинину в парном, остывшем, охлажденном, подмороженном и замороженном состояниях.

Полутуши поступают в сырьевое отделение, причем предварительно их взвешивают и размораживают.

Размораживание сырья проводят согласно Инструкции по холодильной обработке и хранения мяса и мясопродуктов на мясокомбинатах. При необходимости мясо подвергают влажной обработке или зачистке. Затем следует разделка.

Разделка полутуш предшествует обвалке. Ее назначение разделить туши на части для более удобного обваливания мяса. Полутуши перед обвалкой разделяют в сырьевом отделении на подвесных путях.

Разделанные части туш поступают на обвалку. Обвалкой мяса называют процесс, при котором ножом или другим режущим инструментом отделяют мышечную, соединительную и жировую ткани от костей. Проектом предусмотрена дифференцированная обвалка, при которой каждый рабочий обрабатывает определенный отруб, что увеличивает производительность труда и качество обвалки.

Затем мясо жилят. Жилровкой мяса называют процесс, при котором из обваленного мяса ножом удаляют грубую соединительную ткань, хрящи и т. п. При жилровке мышечную ткань каждой части разрезают по линии соединения на отдельные мышцы. Максимальная масса одного куска жилованного мяса допускается не более 400 г.

Часть полутуш направляется на производство натуральных полуфабрикатов. Котлетное мясо от разделки направляют на производство быстрозамороженных блюд.

Схема разделки говядины представлена на рисунке 2.1.

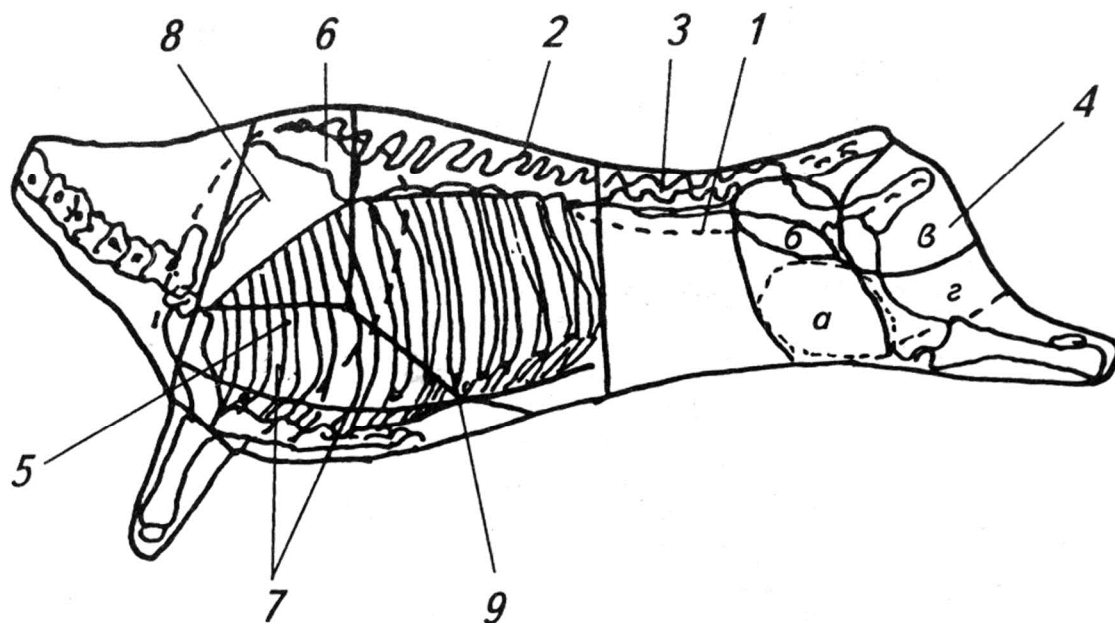


Рисунок 2.1 –Схема разделки говядины на крупнокусковые полуфабрикаты:
1– вырезка; 2,3 – длиннейшая мышца спины (2 – спинная часть, 3 – поясничная часть); 4 – тазобедренная часть (а – боковой кусок, б – верхний кусок, в – внутренний кусок, г – наружный кусок); 5, 6 – лопаточная часть (5 – плечевая, 6 – заплечная); 7– грудинка; 8 – подлопаточная часть; 9 – покровка.

Крупнокусковые полуфабрикаты выделяют из обваленного мяса. Обвалку производят в подвешенном положении, чтобы не было глубоких порезов мышечной ткани (глубиной более 10 мм). Крупнокусковые полуфабрикаты представляют собой пласты мяса, снятые с определенных частей полутуш в виде крупных кусков, зачищенных от сухожилий и грубых поверхностных пленок, с сохранением межмышечной соединительной и жировой тканей.

Схема разделки свинины представлена на рисунке 2.2.

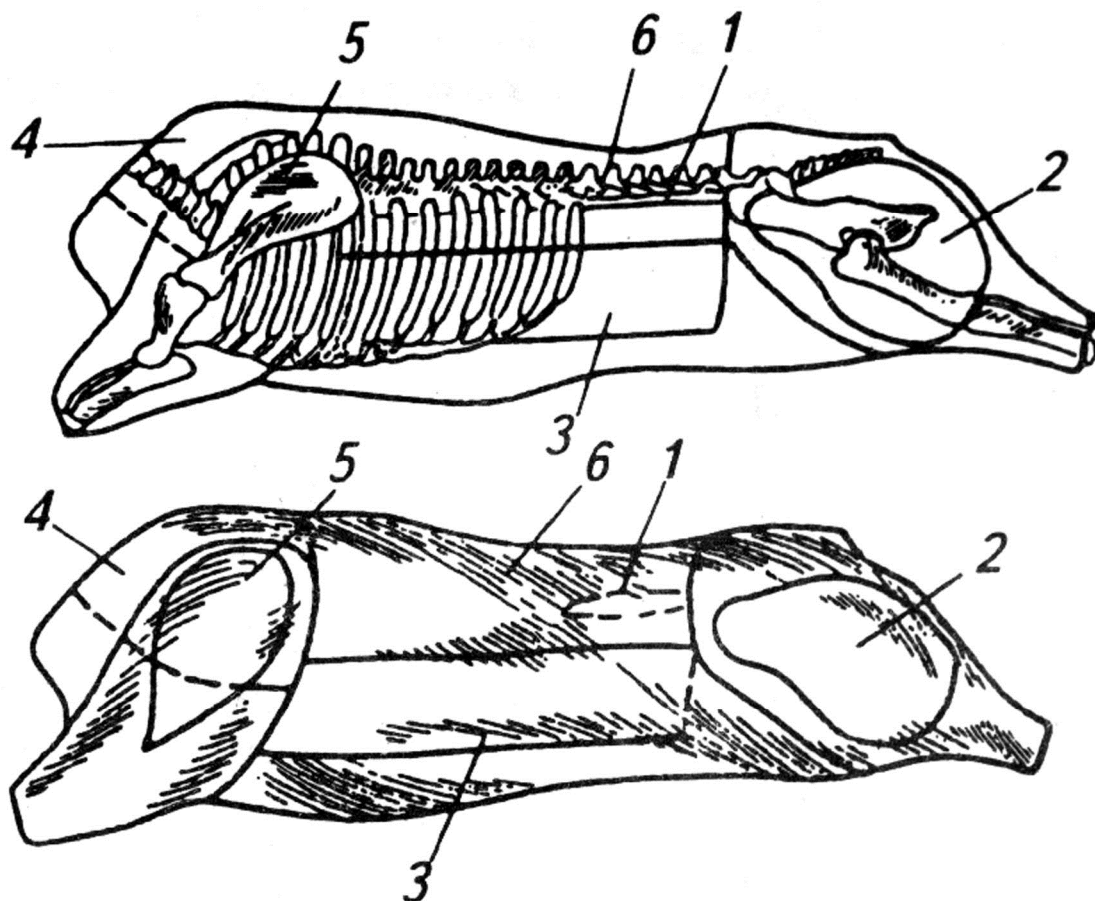


Рисунок 2.2 – Схема разделки свинины на крупнокусковые полуфабрикаты: 1 – вырезка; 2 – тазобедренная часть; 3 – грудинка; 4 – шейно-подлопаточная часть; 5 – лопаточная часть; 6 – корейка.

Порционные и мелкокусковые полуфабрикаты получают из крупнокусковых полуфабрикатов или отдельных частей туш. Кусочки, оставшиеся после получения порционных полуфабрикатов, используют для изготовления мелкокусковых полуфабрикатов.

Порционные полуфабрикаты нарезают поперек волокон, так как при этом они лучше сохраняют товарный вид, меньше деформируются, при тепловой обработке меньше теряют сока [5].

Технологическая схема производства полуфабрикатов представлена на рисунке 2.3.

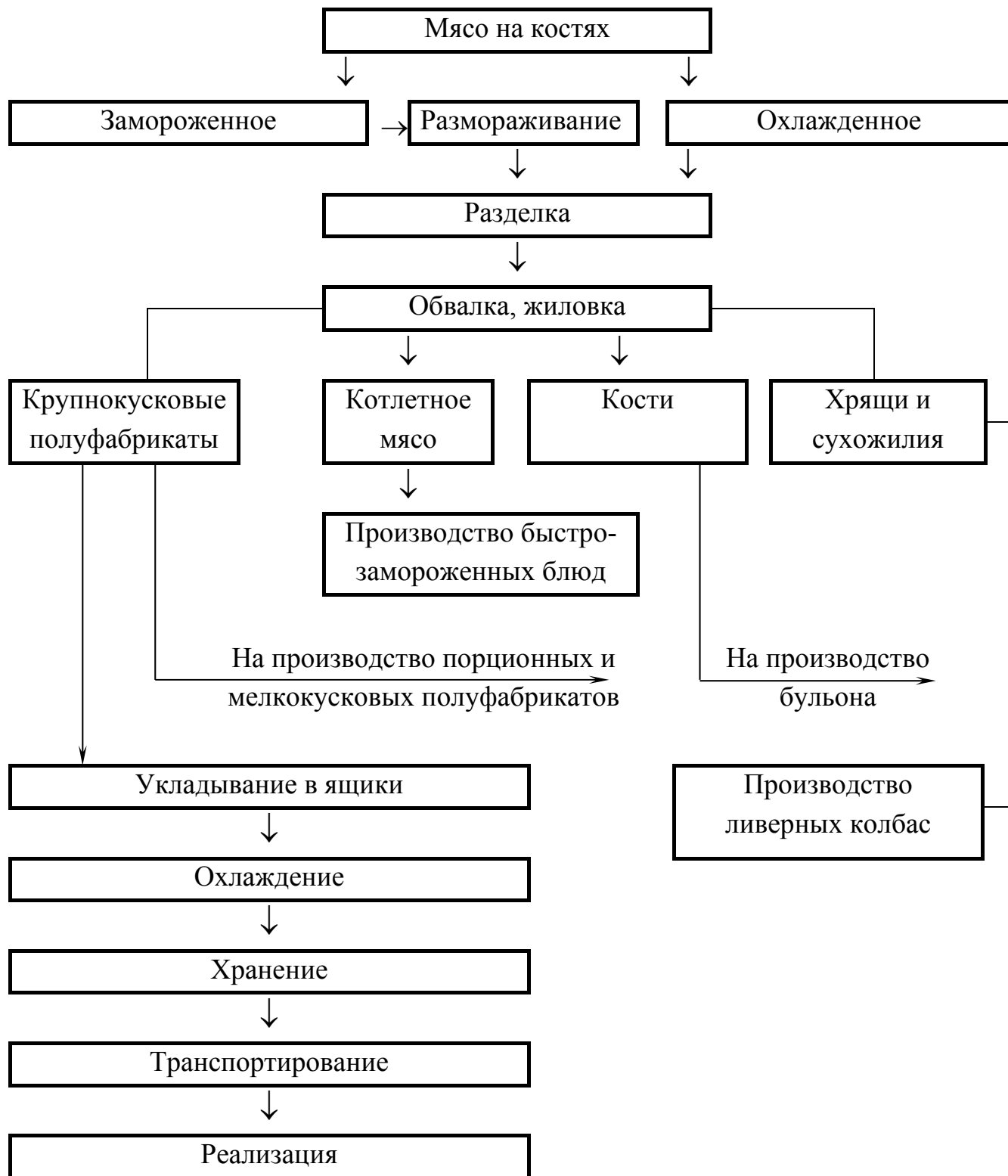


Рисунок 2.3 – Технологическая схема производства полуфабрикатов

Технология производства порционных и мелкокусковых полуфабрикатов заключается в следующем: сырье нарезают, чтобы количество порционных полуфабрикатов было максимальным. Из оставшегося сырья получают мелкокусковые полуфабрикаты, нарезая их вручную (наклонно или перпендикулярно) поперек

мышечных волокон. При этом поверхностную пленку и межмышечную соединительную ткань не удаляют.

Каждую порцию полуфабрикатов взвешивают на весах грузоподъемностью 2 кг с погрешностью ± 2 г. Допускается отклонение от установленной массы для отдельных порций ± 3 %. Для мелкокусковых полуфабрикатов допускается отклонение по форме отдельных кусочков в количестве 10 % массы одной порции.

Потери при нарезке вручную порционных, мелкокусковых и мякотных полуфабрикатов не должны превышать 0,5 % массы сырья. При нарезке полуфабрикатов главной задачей является рациональное использование сырья.

Крупнокусковые и мелкокусковые полуфабрикаты упаковывают в вакуумную упаковку и замораживают до минус 18 °С. Срок хранения и реализации крупнокусковых полуфабрикатов при температуре минус 18 °С не более 4 месяцев.

Замораживание обеспечивает предотвращение развития микробиологических процессов и резкое снижение скорости ферментативных и физико-химических реакций.

Замораживание осуществляют при температур воздуха в камере минус 35 °С в течение 1,5 – 2 часа до достижения в наиболее толстой части продукта температуры минус 18 °С. Продолжительность последующего хранения мяса при минус 18 °С составляет до 4 месяцев.

В результате замораживания и низкотемпературного хранения происходит отмирание микроорганизмов, изменяется состояние морфологической структуры мяса и его коллоидных систем, ингибируются биохимические процессы, причем чем ниже скорость и температура замораживания, тем в большей степени изменяется качество используемого сырья при последующем размораживании.

В частности, вследствие вымерзания влаги и кристаллообразования, в мясе имеет место перераспределение воды между структурными элементами, нарушение целостности мышечных волокон, частичная агрегация и денатурация мышечных белков, снижение их растворимости (миозин), разрыхление соединительнотканых образований, что приводит к снижению величины водосвязывающей способности, ухудшению вкуса и консистенции мяса, значительным потерям мясного сока после его размораживания.

В процессе длительного хранения замороженного мяса отмечают потери витаминов, развиваются гидролитические и окислительные процессы, имеются потери массы (усушка), изменяется цвет мышечной ткани.

Выбор рациональных режимов замораживания и хранения позволяет уменьшить негативные последствия низкотемпературной обработки на качество мяса. Применение упаковочных материалов дает возможность снизить степень изменения технологических свойств сырья и величину потерь.

Упаковка, срок хранения и реализации порционных и мелкокусковых полуфабрикатов аналогичны крупнокусковым полуфабрикатам.

Технологическая схема производства замороженных готовых блюд представлена на рисунке 2.4.

Выпуск замороженных готовых мясных блюд способствует расширению применения искусственного холода на предприятиях мясной промышленности, внедрению современных способов замораживания с целью снижения потерь сырья и готовой продукции [3].

Особенностью технологии производства замороженных готовых мясных блюд является максимальная сохранность исходной пищевой ценности продуктов по сравнению с традиционным способом консервирования с применением высоких температур.

Мясные готовые замороженные блюда вырабатывают следующих наименований: бифштекс рубленый готовый калорийный и тефтели готовые с гарниром.

Готовые блюда выпускают со следующими гарнирами:

- с кашей гречневой рассыпчатой в бульоне;
- с рисом, припущенным с маслом в бульоне;
- с рисом, припущенным с томатом в бульоне;
- с капустой свежей тушеной в бульоне;
- с капустой квашеной тушеной в бульоне;
- с морковью отварной в бульоне;
- с зеленым горошком в бульоне;
- с морковью отварной с зеленым горошком в бульоне;
- с картофелем отварным в бульоне.

Технология производства следующая. Разделку, обвалку, жиловку мяса, размораживание замороженных блоков из жилованного мяса проводят в соответствии с действующими технологическими инструкциями.

Меланж предварительно размораживают в ванне с теплой водой при температуре не выше 45 °С. Размороженный меланж хранению не подлежит.

Овощи моют в проточной воде и очищают.

Хлеб нарезают кусками, замачивают в холодной воде в течении 30 мин.

Крупы тщательно моют в воде.

Консервированный зеленый горошек отделяют от заливочной жидкости.

Свежий чеснок моют и очищают.

Муку пшеничную, сахар, сухое молоко коровье, соль просеивают через сито с магнитным уловителем.

Бульон, и гарниры готовят на основе соответствующих рецептов, а также в соответствии с технологией.

В качестве мясного сырья для приготовления бифштексов используют котлетное мясо от разделки говяжьих полутуш на полуфабрикаты, а для тефтелей – котлетное мясо от разделки свиных полутуш на полуфабрикаты.

Котлетное мясо и шпик измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 3 – 5 мм. В фаршемешалку направляют мясную массу охлажденную до температуры 0 – 2 °С и добавляют остальные компоненты по рецептуре. Все компоненты тщательно перемешивают в течении 6 – 8 мин. до образования однородной массы.

Температура фарша перед формовкой должна быть не выше 8 °С. Приготовленный фарш загружают в тележки и подают к машинам для формования по-

луфабрикатов. Фарш формируют на порции массой 100 г. Форма бифштеков и котлет овально-плоская, тефтелей – круглая.

Формованные мясопродукты обжаривают при температуре 180 – 200 °С. Мясопродукты считаются приготовленным при достижении температуры в толще продукта 76 – 80 °С. Продолжительность жарения 4 – 6 мин.

Основная цель обжарки:

- зафиксировать структуру мясопродукта;
- довести продукт до состояния кулинарной готовности;
- уничтожить вегетативные формы микроорганизмов и повысить стойкость продукции к хранению;
- сформировать требуемые органолептические характеристики готового изделия.

Готовые изделия охлаждают до температуры 46 – 50 °С.

Бульон готовят из говяжьих и свиных костей. Подготовленные кости загружают в котел. Котлы заполняют водой в соотношении 1 : 1 и варят в течении 5 – 6 ч. За один час до окончания варки в котел загружают овощи. Бульон должен быть прозрачным, ароматным с содержанием сухих веществ не менее 2,5 %. Очищенный бульон направляют на фасование [5].

Зависимость концентрации сухих веществ в бульоне от продолжительности варки представлена на рисунке 2.5.

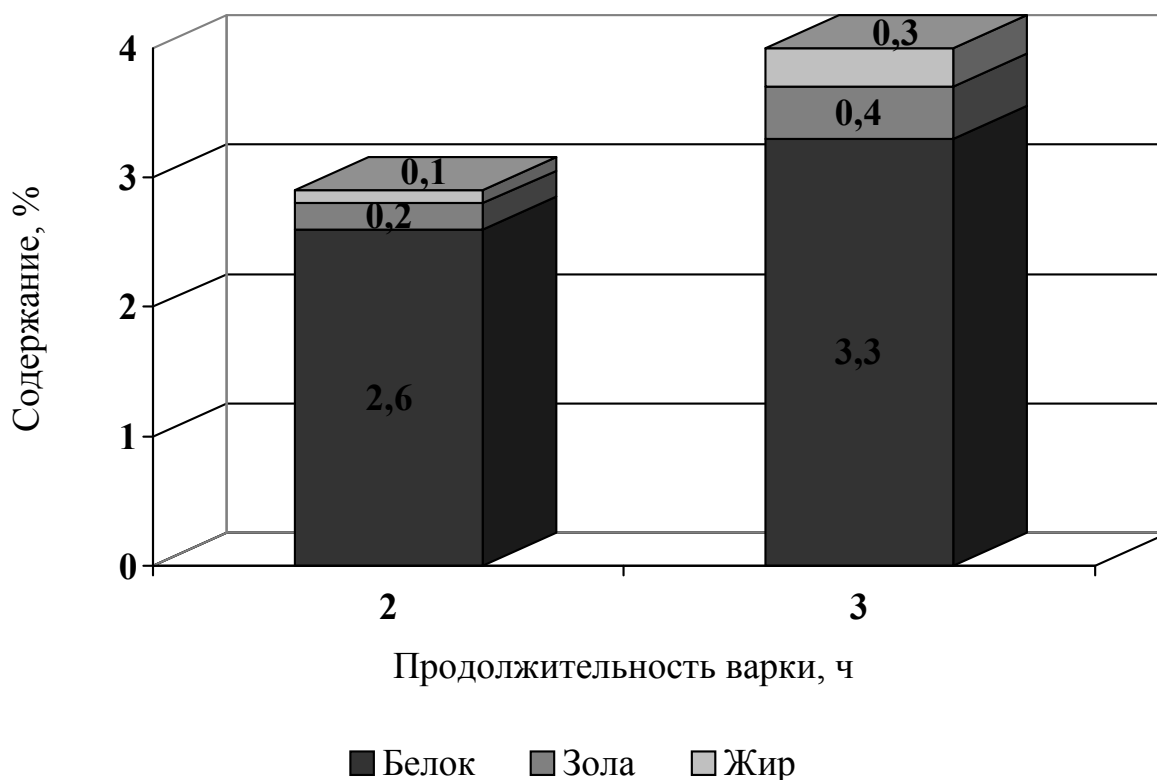


Рисунок 2.5 – Зависимость концентрации сухих веществ в бульоне от продолжительности варки

Фракционный состав белковых веществ, входящих в состав белков бульона, характеризуется следующими данными: белковый азот – 35 %, полипептидный азот – 62 %, азот свободных аминокислот – 3 %. Преобладающее количество полипептидов в составе белковых веществ бульона свидетельствует о глубокой деструкции в процессе тепловой обработки. Она происходит тем значительнее, чем выше температура и продолжительность процесса термического воздействия на кость.

Пассерование лука и моркови проводят отдельно на свином жире, разогретого до температуры 130 – 140 °С в течении 20 мин.

Просеянную муку закладывают в растопленный жир температурой 130 – 140 °С в течении 20 мин.

Свежую капусту измельчают, добавляют пассерованные морковь и лук, жир, сахар, соль, томатную пасту и закладывают в котел. Тушат в течении 30 мин. За 10 мин. до окончания добавляют пассерованную муку. Капусту тушеную охлаждают до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Промытую крупу засыпают в кипящую подсоленную воду, добавляют масло и варят до готовности. Охлаждают до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Морковь, нарезанную кубиками, варят в кипящей воде до готовности. Охлаждают проточной холодной водой до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Нарезанный кубиками картофель варят в котлах в кипящей подсоленной воде до полуготовности в течении 20 – 25 мин. Затем охлаждают проточной холодной водой до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Готовые мясные блюда замораживают при температуре воздуха минус 30 °С и скорости движения его 4 м/с до температуры в толще продукта минус 18 °С.

В результате замораживания и низкотемпературного хранения происходит отмирание микроорганизмов, ингибируются биохимические процессы.

Готовые мясные блюда фасуют по 2 порции в формочки, которые закрывают крышками из алюминиевой фольги толщиной 0,06 мм по ГОСТ 745-79.

Срок хранения и реализация готовых мясных блюд в торговой сети при температуре не выше минус 12 °С – не более 14 суток, при температуре минус 5 – не более 3 суток, при температуре 0 – не более 1 суток [3].

В качестве мясного сырья для изготовления купат используют котлетное мясо от разделки свиных полутуш на полуфабрикаты без предварительной выдержки в посоле.

Мясо измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2 – 3 мм, перемешивают в мешалке с поваренной солью, пряностями и чесноком.

Наполнение оболочек фаршем производят шприцом.

Готовый продукт направляют на заморозку.

Срок хранения купат при температуре минус 10 °С не более 30 суток.

Технологическая схема производства купат представлена на рисунке 2.6

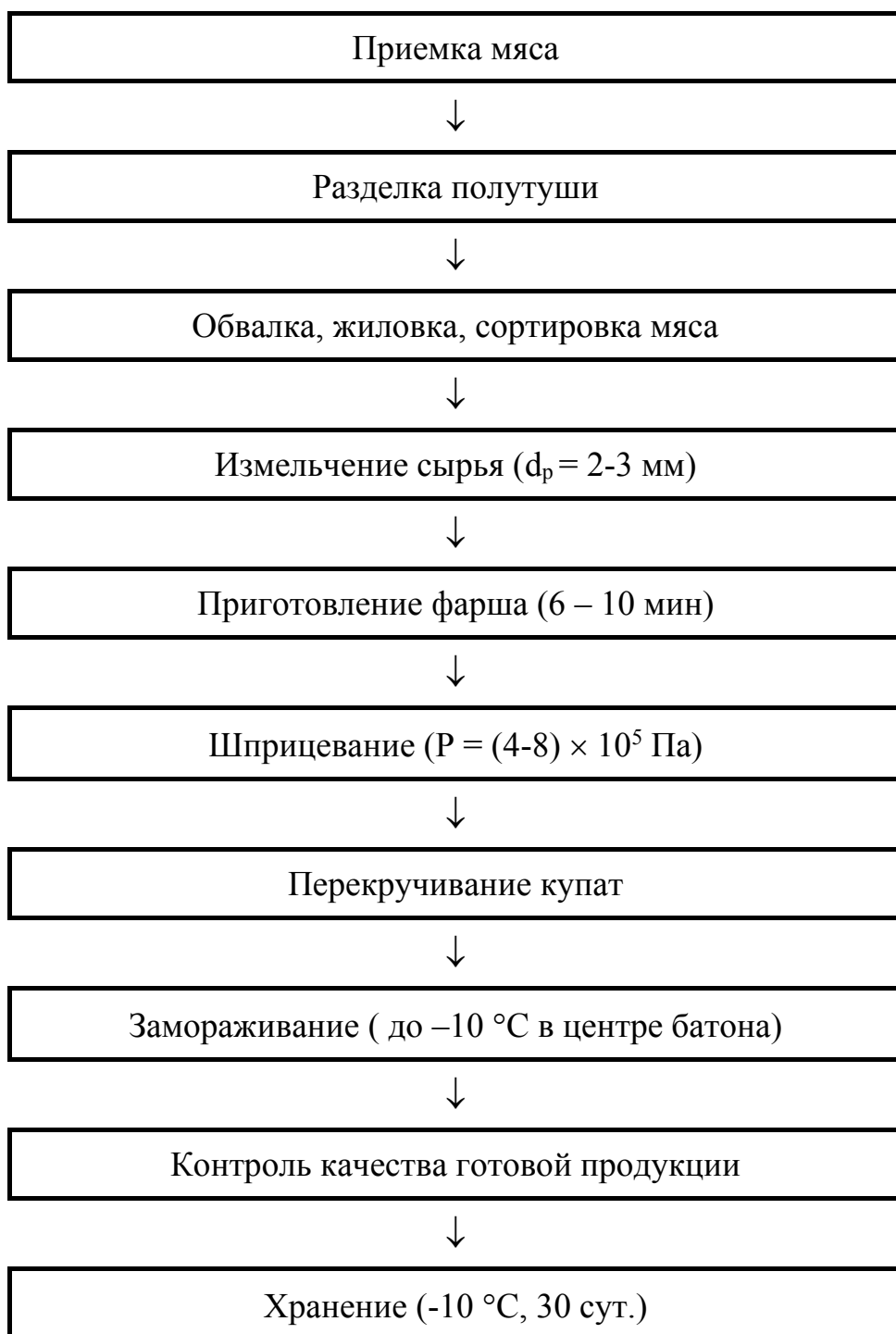


Рисунок 2.6 – Технологическая схема производства купат

2.4 Расчет и подбор оборудования

Выбор оборудования производится в соответствии с ассортиментом, принятыми технологическими схемами производства полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд, мощностью цеха и производительностью оборудования с учетом механизации. Выбирать оборудование следует таким образом, чтобы коэффициент его использования по времени и загрузке был не ниже 0,8. Коэффициент использования оборудования во времени определяется по формуле (2.5) [1].

$$\eta = \frac{t}{T} \quad , \quad (2.5)$$

где t - продолжительность работы оборудования за смену, ч;

T - продолжительность смены, ч.

Коэффициент использования оборудования по загрузке определяется по формуле (2.6).

$$K = \frac{Q_1}{Q_2} \quad , \quad (2.6)$$

где Q_1 – масса сырья или п/ф, одновременно загружаемое в машину, кг;

Q_2 – масса теоретически возможного сырья, одновременно загружаемого в машину, кг.

Количество единиц оборудования непрерывного действия определяется по формуле (2.7).

$$N = \frac{A}{Q} \quad , \quad (2.7)$$

Количество единиц оборудования периодического действия определяется по формуле (2.8).

$$N = \frac{A \times \tau}{Q_3 \times T} \quad , \quad (2.8)$$

где τ – длительность цикла, ч;

Q_3 – загрузка машины, кг.

Расчет количества оборудования, необходимого для 4 т полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд сведено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Расчет оборудования

Наименование оборудования	Марка	Производительность, кг/смену	Масса обрабатываемого сырья, кг/смену	Количество единиц	
				Расчетное	Принятое
Установка по вертикальной обвалке	Я4-ФЛФ	3200	2697,7	0,84	1
Разделочный стол	–	–	–	–	1
Пила дисковая	Н-1169	3200	2697,7	0,84	1
Мясорезательная машина	ФШТ-150	1200	1075	0,9	1
Вакуумно-упаковочная машина	“Кварц”	2200	4000	1,82	2
Весовой торговый чекопечатающий комплекс типа	1799 ВТЧ-3 “Дино”	11520 шт	16434 шт	1,43	2
Волчок	В-2	2400	861	0,36	1
Фаршемешалка	ПК0200	2400	1426,4	0,59	1
Шприц	Р.1916.000	300	200	0,67	1
Котлетный автомат	АК-2М-40	32000 шт	16352 шт	0,51	1
Печь	ИК-2	1000	970,8	0,97	1
Транспортер	–	–	–	–	2
Стол для чистки лука					1
Машина для очистки овощей	МОК-150	1200	430,4	0,36	1
Котел для варки гарнира, бульона	Г2-ФВА	800	1826	2,28	4
Стол групповой упаковки					2
Весы	1261 ВМ				3
Скороморозильный аппарат	ОСБ	2128,8	4000	1,88	2

2.5. Расчет и расстановка рабочей силы

Численность рабочих определяется на основании выбранных технологических схем производства продукции, материального расчета, расчета оборудования

по нормам выработки на 1 рабочего или нормам обслуживания машин по формуле (2.9) или по формуле (2.10).

$$n_0 = \frac{M}{P_0} \quad , \quad (2.9)$$

где M – число установленных в цехе машин;
 p_0 – норма обслуживания одним рабочим в смену.

$$n = \frac{A}{p} \quad , \quad (2.10)$$

где A – масса сырья, перерабатываемого в смену, кг;
 p – норма выработки в смену на одного рабочего, кг.

Общая численность рабочих складывается из рабочих, работающих на выполнении ручных операций, на машинах, на подготовительных и заключительных операциях: на обслуживании рабочих мест, на погрузочно - разгрузочных операциях. Расчет количества рабочих в цехе приведен в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Расчет количества рабочих

Наименование продукции	Масса перерабатываемого сырья, кг	Норма на одного рабочего, кг/смену	Количество рабочих	
			расчетное	принятое
1	2	3	4	5
Обвалка:				2
говядины	967,6	1810	0,53	
свинины	1730,1	2500	0,69	
Жиловка:				2
говядины	695,7	1430	0,49	
свинины	1245,7	2140	0,58	
Измельчение	861	2300	0,37	1
Составление фарша	1426,4	2400	0,59	1
Нарезка мяса для мясных полуфабрикатов	1075	2345	0,46	1
Упаковка	4000	3159	1,27	2
Очистка моркови, капусты, картофеля	506,47	1200	0,42	1
Очистка лука,	76,1	89	0,85	1
Формовка рубленных п/ф	1226,8	1400	0,88	1

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5
Обжарка котлет, тефтелей, бифштексов	1226,8	3500	0,35	1
Вспомогательные рабочие				3
Всего:				16

2.6. Расчет площадей цеха

Расчет площадей холодильника производится по формулам, с учетом общей длительности цикла, производительности камер и нормы загрузки продукта на 1 м полезной длины подвешного пути или 1 м² площади камеры [6].

Площадь камер хранения мяса рассчитывается по формуле (2.11)

$$F = \frac{A \times p \times t}{q \times 24} \times K, \quad (2.11)$$

где A – масса мяса, направляемого на охлаждение и замораживание, кг/смену;
 p – общая длительность цикла, ч;
 q – норма загрузки продукта на 1 м подвешного пути, кг;
 K – коэффициент пересчета от загрузки 1 м подвешного пути к нагрузке на 1 м² площади камеры ($K = 1,2$).

$$F = \frac{2697,7 \times 22 \times 24}{200 \times 24} \times 1,2 = 356 \text{ м}^2$$

Площадь камер размораживания и накопления мяса определяется по формуле (2.12).

$$F = L \times 1,2, \quad (2.12)$$

где L – грузовая длина подвешного пути, рассчитывается по формуле (2.13), м;
 $1,2$ – коэффициент перехода от нагрузки на 1 м грузового пути к нагрузке на 1 м² строительной площади;

$$L = \frac{A \times 2 \times T}{H \times 24}, \quad (2.13)$$

где A – масса мяса на костях потребляемое цехом за смену, кг/смену;
 2 – количество смен;
 T – полный цикл размораживания мяса включая загрузку и разгрузку

камеры, ч ($T = 24$);
 H – норма загрузки на 1 м грузовой длины подвешного пути, кг;
 24 – число часов в сутках.

$$L = \frac{2697,7 \times 2 \times 24}{250 \times 24} = 22 \text{ м}$$

$$F = 22 \times 1,2 = 26,4 \text{ м}^2$$

Камера хранения мясных полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд рассчитывается по формуле (2.14)

$$F = \frac{A \times p \times t}{q}, \quad (2.14)$$

где A – масса продукта, кг;
 q – норма загрузки продукта в 1 м³ грузового объема, кг/смену;

$$F = \frac{4000 \times 8 \times 1}{100} = 330 \text{ м}^2$$

Площадь отделений складывается из: площади, необходимой для нормальной работы рабочих, рассчитываемой, исходя из количества рабочих и нормы площади (10 м²) на единицу оборудования.

$$F = 160 + 430 = 590 \text{ м}^2$$

Остальные площади рассчитываем по укрупненным нормам. Все расчеты площадей сводим в таблицу 2.13.

Таблица 2.13 – Площади производственных помещений

Помещения	Площадь		
	Расчетная		Принятая стр. кв.
	м ²	стр. кв.	
1	2	3	4
Камера замораживания	356	4,94	5,0
Камера размораживания	26,4	0,37	0,4
Компрессорная	50	0,69	1,0
Механическая мастерская	30	0,42	0,5

Продолжение таблицы 2.13

1	2	3	4
Помещение для заточки ножей	15	0,21	0,25
Кладовая	15	0,21	0,25
Камера хранения готовой продукции	330	4,58	5,0
Столовая	64	0,89	1,0
Контора	54	0,75	1,0
Машинное отделение	590	8,19	9,0
Помещение для хранения тары	30	0,42	0,5
Помещение для просеивания муки	20	0,28	0,3
Помещение для приготовления бульона	50	0,69	0,7
Комната отдыха	30	0,42	0,5
Гардероб	50	0,69	0,7
Душевые	32	0,44	0,5
Санузлы	25	0,35	0,4
Комната механика	25	0,35	0,4
Помещение для хранения специй	33	0,46	0,5
Склад хлеба	32	0,44	0,5
Склад муки	30	0,42	0,5
Помещение для подготовки овощей	35	0,49	0,5
Помещение для хранения овощей	33	0,46	0,5
Помещение для подготовки круп	33	0,46	0,5
Помещение для хранения круп	33	0,46	0,5
Помещение для мойки инвентаря	37	0,51	0,6
Помещение для приготовления дезраствора	15	0,21	0,25
Лаборатория	33	0,46	0,5
Экспедиция	62	0,86	1,0
Всего:			33,25

Принимаем здание размером 54×48 м, т.е. 36 строительных квадратов.

2.7 Организация технологического процесса производства мясных полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд

На проектируемом предприятии для выработки полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд используют говядину и свинину в парном, остывшем, охлажденном, подмороженном и замороженном состояниях.

Полутуши поступают в сырьевое отделение, причем предварительно их взвешивают и размораживают.

Размораживание сырья проводят согласно Инструкции по холодильной обработке и хранения мяса и мясопродуктов на мясокомбинатах. При необходимости мясо подвергают влажной обработке или зачистке. Затем следует разделка.

Разделка полутуш предшествует обвалке. Ее назначение разделить туши на части для более удобного обваливания мяса. Полутуши перед обвалкой разделяют в сырьевом отделении на подвесных путях [8].

Разделанные части туш поступают на обвалку. Проектом предусмотрена дифференцированная обвалка, при которой каждый рабочий обрабатывает определенный отруб, что увеличивает производительность труда и качество обвалки.

Затем мясо жилуют. Максимальная масса одного куска жилованного мяса допускается не более 400 г. Обвалку производят на установке Я4-ФЛФ [01.СЧ, поз.1].

Часть полутуш направляется на производство натуральных полуфабрикатов. Котлетное мясо от разделки направляют на производство быстрозамороженных блюд

Крупнокусковые полуфабрикаты выделяют из обваленного мяса. Обвалку производят в подвешенном положении, чтобы не было глубоких порезов мышечной ткани (глубиной более 10 мм). Крупнокусковые полуфабрикаты представляют собой пласты мяса, снятые с определенных частей полутуш в виде крупных кусков, зачищенных от сухожилий и грубых поверхностных пленок, с сохранением межмышечной соединительной и жировой тканей.

Порционные и мелкокусковые полуфабрикаты получают из крупнокусковых полуфабрикатов или отдельных частей туш. Кусочки, оставшиеся после получения порционных полуфабрикатов, используют для изготовления мелкокусковых полуфабрикатов.

Порционные полуфабрикаты нарезают поперек волокон, так как при этом они лучше сохраняют товарный вид, меньше деформируются, при тепловой обработке меньше теряют сока.

Технология производства порционных и мелкокусковых полуфабрикатов заключается в следующем: сырье нарезают, чтобы количество порционных полуфабрикатов было максимальным. Из оставшегося сырья получают мелкокусковые полуфабрикаты, нарезая их вручную (наклонно или перпендикулярно) поперек мышечных волокон. При этом поверхностную пленку и межмышечную соединительную ткань не удаляют.

Каждую порцию полуфабрикатов взвешивают на весах грузоподъемностью 2 кг с погрешностью ± 2 г. Допускается отклонение от установленной массы для отдельных порций ± 3 %. Для мелкокусковых полуфабрикатов допускается отклонение по форме отдельных кусочков в количестве 10 % массы одной порции [01.СЧ, поз.6].

Потери при нарезке вручную порционных, мелкокусковых и мякотных полуфабрикатов не должны превышать 0,5 % массы сырья. При нарезке полуфабрикатов главной задачей является рациональное использование сырья.

Крупнокусковые и мелкокусковые полуфабрикаты упаковывают в вакуумную упаковку и замораживают до минус 18 °С. Срок хранения и реализации

крупнокусковых полуфабрикатов при температуре минус 18 °С не более 4 месяцев.

Упаковка, срок хранения и реализации порционных и мелкокусковых полуфабрикатов аналогичны крупнокусковым полуфабрикатам.

Мясные готовые замороженные блюда вырабатывают следующих наименований: бифштекс рубленый готовый калорийный и тефтели готовые с гарниром.

Технология производства следующая. Разделку, обвалку, жиловку мяса, размораживание замороженных блоков из жилованного мяса проводят в соответствии с действующими технологическими инструкциями.

Меланж предварительно размораживают в ванне с теплой водой при температуре не выше 45 °С. Размороженный меланж хранению не подлежит.

Овощи моют в проточной воде и очищают.

Хлеб нарезают кусками, замачивают в холодной воде в течении 30 мин.

Крупы тщательно моют в воде.

Консервированный зеленый горошек отделяют от заливочной жидкости.

Свежий чеснок моют и очищают.

Муку пшеничную, сахар, сухое молоко коровье, соль просеивают через сито с магнитным уловителем.

Бульон, и гарниры готовят на основе соответствующих рецептур, а также в соответствии с технологией.

В качестве мясного сырья для приготовления бифштексов используют котлетное мясо от разделки говяжьих полутуш на полуфабрикаты, а для тефтелей – котлетное мясо от разделки свиных полутуш на полуфабрикаты.

Котлетное мясо и шпик измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 3 – 5 мм. В фаршемшалку направляют мясную массу охлажденную до температуры 0 – 2 °С и добавляют остальные компоненты по рецептуре. Все компоненты тщательно перемешивают в течении 6 – 8 мин. до образования однородной массы.

Температура фарша перед формовкой должна быть не выше 8 °С. Приготовленный фарш загружают в тележки и подают к машинам для формования полуфабрикатов. Фарш формируют на порции массой 100 г на котлетном автомате АК-2М-40 [01.СЧ, поз.10]. Форма бифштексов и котлет овально-плоская, тефтелей – круглая.

Формованные мясопродукты обжаривают в печи ИК-2 [01.СЧ, поз.11] при температуре 180 – 200 °С. Мясопродукты считаются приготовленным при достижении температуры в толще продукта 76 – 80 °С. Продолжительность жарения 4 – 6 мин.

Готовые изделия охлаждают до температуры 46 – 50 °С и подают на весовой торговый чекопечатающий комплекс типа “Дино” 1799ВТЧ-3 [01.СЧ, поз.6].

Бульон готовят из говяжьей кости. Подготовленные кости загружают в котел Г2-ФВА [01.СЧ, поз.15]. Котлы заполняют водой в соотношении 1 : 1 и варят в течении 5 – 6 ч. За один час до окончания варки в котел загружают овощи. Бульон должен быть прозрачным, ароматным с содержанием сухих веществ не менее 2,5 %. Очищенный бульон направляют на фасование [01.СЧ, поз.5].

Пассерование лука и моркови проводят отдельно на свином жире, разогретого до температуры 130 – 140 °С в течении 20 мин.

Просеянную муку закладывают в растопленный жир температурой 130 – 140 °С в течении 20 мин.

Свежую капусту измельчают, добавляют пассерованные морковь и лук, жир, сахар, соль, томатную пасту и закладывают в котел [01.СЧ, поз.15]. Тушат в течении 30 мин. За 10 мин. до окончания добавляют пассерованную муку. Капусту тушеную охлаждают до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Промытую крупу засыпают в кипящую подсоленную воду, добавляют масло и варят до готовности. Охлаждают до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Морковь, нарезанную кубиками, варят в кипящей воде до готовности. Охлаждают проточной холодной водой до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Нарезанный кубиками картофель варят в котлах в кипящей подсоленной воде до полуготовности в течении 20 – 25 мин. Затем охлаждают проточной холодной водой до температуры 46 – 50 °С и подают на фасование.

Готовые мясные блюда замораживают в холодильном аппарате ОСБ [01.СЧ, поз.18]. при температуре воздуха минус 30 °С и скорости движения его 4 м/с до температуры в толще продукта минус 18 °С.

Готовые мясные блюда фасуют по 2 порции в формочки, которые закрывают крышками из алюминиевой фольги толщиной 0,06 мм по ГОСТ 745-79.

Срок хранения и реализация готовых мясных блюд в торговой сети при температуре не выше минус 12 °С – не более 14 суток, при температуре минус 5 – не более 3 суток, при температуре 0 – не более 1 суток [3,4].

В качестве мясного сырья для изготовления купат используют котлетное мясо от разделки свиных полутуш на полуфабрикаты без предварительной выдержки в посоле.

Мясо измельчают на волчке В-2 [01.СЧ, поз.7] с диаметром отверстий решетки 2 – 3 мм, перемешивают в мешалке ПК0200 [01.СЧ, поз.8] с поваренной солью, пряностями и чесноком.

Наполнение оболочек фаршем производят шприцом Р.1916.000 [01.СЧ, поз.9]. Готовый продукт направляют на заморозку в аппарат ОСБ [01.СЧ, поз.18].

Срок хранения купат при температуре минус 10 °С не более 30 суток.

2.8 Организация техно-химического и производственного контроля в производстве мясных полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд

В процессе из изготовления мясных полуфабрикатов технолог, мастер цеха, работники ОПВК следят за правильностью отделения отрубов, обвалкой и жиловкой мяса, нарезкой порционных и мелкокусковых полуфабрикатов, массой от-

дельных кусков, наличием жира и соединительной ткани, соотношением в порциях костей и мякотных тканей, качеством упаковочных материалов, санитарным состоянием производственных помещений, оборудования и тары, соблюдением рабочими правил личной гигиены (наличие туалетной бумаги).

Для контроля массы порций мясных полуфабрикатов отбирают 1 % общего количества порций в партии, но не менее 10 порций, взятых из разных ящиков. Порции взвешивают поштучно.

В случае сомнений в свежести крупнокусковых полуфабрикатов, порционных и мелкокусковых качество их проверяют аналогично проверке свежести мяса по ГОСТ 7269–79, ГОСТ 23392–78 и ГОСТ 21237–75.

В процессе производства замороженных готовых мясных блюд начальник, технолог, мастер цеха, работники ОПВК контролируют соответствие поступающего сырья и материалов требованиям нормативно–технической документации, правильность обработки сырья, приготовления гарниров, мясных полуфабрикатов, дозировку составных частей блюд, качество упаковочных материалов, санитарное состояние производственных помещений, оборудования, тары, соблюдение рабочими правил личной гигиены.

Для проведения внешнего осмотра упаковок замороженных готовых мясных блюд их выбирают из разных мест партий в зависимости от ее объемов.

Массу порций проверяют, взвешивая 10 порций вместе и поштучно.

Органолептические показатели и соотношение составных частей мясных готовых блюд с гарнирами определяют по ГОСТ 8756.1-79 и ГОСТ 4288-76.

Запах и вкус замороженных мясных готовых блюд с гарнирами оценивают в разогретом виде. Их разогревают в духовом шкафу непосредственно в упаковке при 180 – 200 °С в течение 20 мин до температуры в толще продукта 75 °С.

Для определения содержания мясной части в замороженных мясных готовых блюд с гарнирами от отобранной пробы взвешивают шесть порций без гарнира, нагревают их до 50 – 60 °С и количественно переносят на металлическое сито диаметром отверстий 1,5 – 2 мм, промывают водой температурой 20 – 40 °С до полного удаления бульона. Отмытую от бульона мясную часть оставляют на сите в течении 10 – 15 мин до прекращения стекания влаги, переносят в предварительно взвешенный стакан, взвешивают с точностью до 1 г.

Массовая доля жира определяют по ГОСТ 23042-78, ГОСТ 8756.21-70, поваренной соли – по ГОСТ 8756.20-76.

Микробиологическая оценка качества состоит в определении общего количества микробов в 1 г продукта, титра бактерий группы кишечной палочки, которые проводят согласно Инструкции по микробиологическому контролю производства замороженных готовых мясных блюд, утвержденной Министерством мясной и молочной промышленности России. В случае несоответствия качества отобранной пробы требованиям постоянного стандарта хотя бы по одному из показателей, проводят повторное испытание удвоенного количества образцов, взятых из той же партии. Результаты повторного испытания являются окончательными и распространяются на всю партию. При неудовлетворительных результатах повторного испытания вся партия выпуску не подлежит [7].

2.9 Инженерный расчет процесса замораживания котлет

Котлета диаметром 8 см и толщиной 3 см имеет температуру 50 °С. В начальный момент она помещена в быстросамораживающую камеру. Температура в центре котлеты при замораживании должна достичь минус 18 °С. Определяем время замораживания.

Считаем температуру воздуха в процессе замораживания постоянной и равной минус 35 °С. Коэффициент температуропроводности котлеты принимаем равным $a = 2,8 \times 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$.

Решение задачи для цилиндра ограниченного размера можно написать в следующем виде (2.15).

$$\theta(r, z, \tau) = \theta(r, \tau) \theta(z, \tau) \quad , \quad (2.15)$$

где $\theta(r, \tau)$ и $\theta(z, \tau)$ – соответственно решение задачи для неограниченного цилиндра и неограниченной пластины.

Предварительно вычислим для различных τ число Фурье для цилиндра и пластины по формуле (2.16).

$$F_0 = \frac{a \times \tau}{R^2} \quad , \quad (2.16)$$

где a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$;
 τ – продолжительность замораживания, с;
 R – радиус, м.

При $R = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$ и $\tau = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$, находим:

$$F_{0R} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 1800}{16 \times 10^{-4}} = 0,032$$

При $R = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$ и $\tau = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с}$, находим:

$$F_{0R} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 3600}{16 \times 10^{-4}} = 0,063$$

При $R = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$ и $\tau = 90 \text{ мин} = 5400 \text{ с}$, находим:

$$F_{0R} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 5400}{16 \times 10^{-4}} = 0,094$$

При $R = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$ и $\tau = 120 \text{ мин} = 7200 \text{ с}$, находим:

$$F_{0R} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 7200}{16 \times 10^{-4}} = 0,126$$

При $L = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м}$ и $\tau = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$, находим:

$$F_{0L} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 1800}{2,25 \times 10^{-4}} = 0,224$$

При $L = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м}$ и $\tau = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с}$, находим:

$$F_{0L} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 3600}{2,25 \times 10^{-4}} = 0,448$$

При $L = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м}$ и $\tau = 90 \text{ мин} = 5400 \text{ с}$, находим:

$$F_{0L} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 5400}{2,25 \times 10^{-4}} = 0,67$$

При $L = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м}$ и $\tau = 120 \text{ мин} = 7200 \text{ с}$, находим:

$$F_{0L} = \frac{2,8 \times 10^{-8} \times 7200}{2,25 \times 10^{-4}} = 0,896$$

По таблице 4.6 [10] находим, что для $F_0 = 0,032$ относительная температура в середине неограниченного цилиндра равна $\theta_{\text{шц}} = 0,99$, для $F_0 = 0,063$ $\theta_{\text{шц}} = 0,95$, для $F_0 = 0,094$ $\theta_{\text{шц}} = 0,86$, для $F_0 = 0,126$ $\theta_{\text{шц}} = 0,754$.

По таблице 4.2 [10] находим, что для $F_0 = 0,224$ относительная температура в середине неограниченной пластины равна $\theta_{\text{шп}} = 0,729$, для $F_0 = 0,448$ $\theta_{\text{шп}} = 0,4215$, для $F_0 = 0,67$ $\theta_{\text{шп}} = 0,2426$, для $F_0 = 0,896$ $\theta_{\text{шп}} = 0,1382$.

Следовательно, безразмерную температуру конечного цилиндра рассчитываем по формуле (2.17).

$$\theta_{\text{ц}} = \theta_{\text{шп}} \times \theta_{\text{шц}} \quad , \quad (2.17)$$

откуда:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{с}} + \theta_{\text{ц}} \times (T_0 - T_{\text{с}})$$

При $\tau = 30$ мин = 1800 с, безразмерная температура конечного цилиндра равна:

$$\theta_{\text{ц}} = 0,99 \times 0,729 = 0,72$$

откуда:

$$T_{\text{ц}} = -35 + 0,72 \times (50 - (-35)) = 26,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При $\tau = 60$ мин = 3600 с, безразмерная температура конечного цилиндра равна:

$$\theta_{\text{ц}} = 0,95 \times 0,4215 = 0,4$$

откуда:

$$T_{\text{ц}} = -35 + 0,4 \times (50 - (-35)) = 0,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При $\tau = 90$ мин = 5400 с, безразмерная температура конечного цилиндра равна:

$$\theta_{\text{ц}} = 0,86 \times 0,2426 = 0,208$$

откуда:

$$T_{\text{ц}} = -35 + 0,208 \times (50 - (-35)) = -18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При $\tau = 120$ мин = 7200 с, безразмерная температура конечного цилиндра равна:

$$\theta_{\text{ц}} = 0,754 \times 0,1382 = 0,104$$

откуда:

$$T_{\text{ц}} = -35 + 0,104 \times (50 - (-35)) = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Так как процесс замораживания считается завершенным тогда, когда температура в центре котлеты станет равна минус $18 \text{ } ^\circ\text{C}$, то следовательно, время замораживания будет равным 90 мин [11].

Зависимость температуры котлеты от продолжительности замораживания показана на рисунке 2.7.

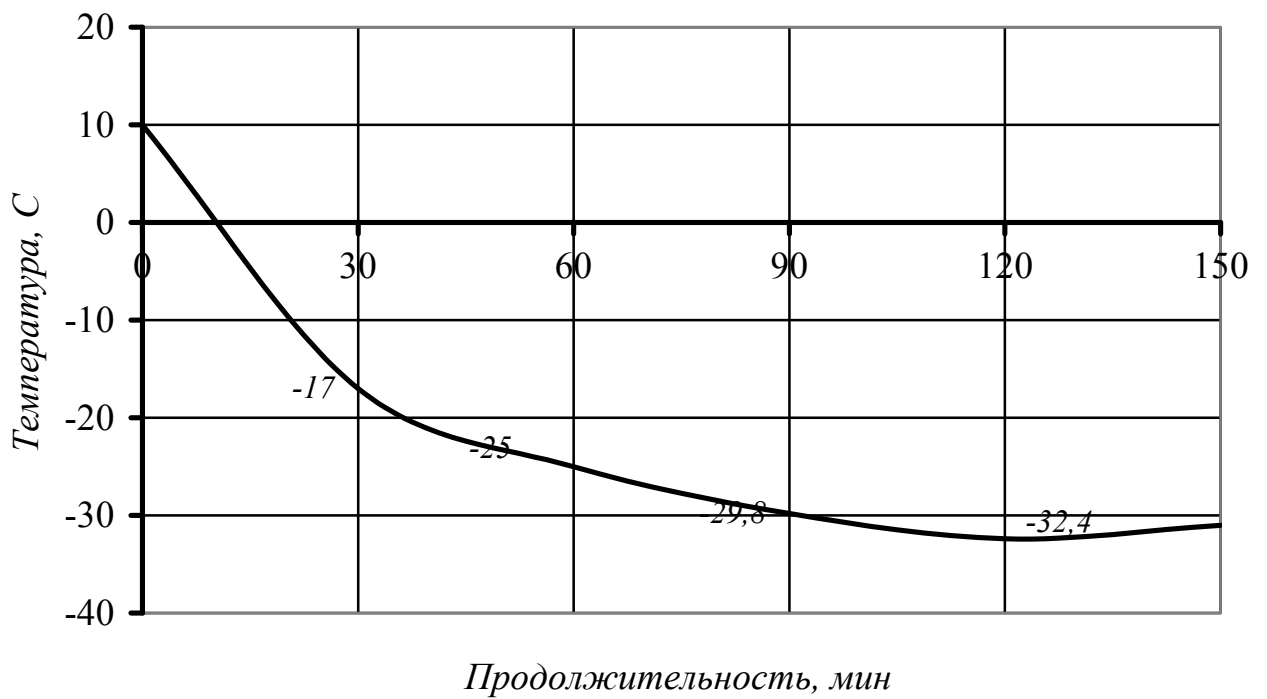


Рисунок 2.7 – График зависимости температуры котлеты от продолжительности замораживания.

Вывод: по нормам технологического процесса замораживание продукта до минус 18 °с в центре длится 1,5...2 ч. По нашим расчетам время замораживания равно 1,5 ч, что удовлетворяет нормам [12].

3 Безопасность и экологичность проекта

Проектируемый цех по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд будет находиться на территории филиала Воронежского ОПС “Воронежский мясомолочный комбинат”, который расположен на окраине города Воронежа. В проекте предусмотрены средства и меры по снижению загрязнения.

Охрана труда и здоровья людей на предприятии является важной задачей, цель которой в выявлении и устранении опасных и вредных факторов производства для обеспечения безопасного труда работников [18].

3.1 Безопасность жизнедеятельности в производственной среде

Производство мясных продуктов характеризуется наличием разнообразных машин, установок, автоматических линий. Многие из них относятся к объектам повышенной опасности.

На предприятиях мясной промышленности можно выделить ряд опасных и вредных факторов.

К химическим опасным и вредным факторам относятся раздражающие, канцерогенные и общетоксичные вещества, действующие через дыхательные пути, кожный покров и пищеварительную систему на организм человека.

К химическим опасным и вредным факторам на предприятии относятся: аммиак, используемый в качестве хладагента в холодильных установках; нитрит натрия, применяемый в рецептурах продуктов для их окрашивания; гидроксид натрия, хлорная известь, кальцинированная сода, используемые как чистящие и дезинфицирующие средства. На предприятиях устанавливается строгий контроль за дозировкой нитрита и дезинфицирующих средств, контролируется воздушная среда в производственных помещениях. Нитрит натрия хранят отдельно от других материалов в особом помещении. Тару из-под нитрита натрия запрещается использовать для других целей.

Контроль за массовой долей вредных веществ в воздухе рабочей зоны осуществляется с помощью универсального газоанализатора УГ-2. Токсичные вещества, выделяющиеся при тепловой обработке, можно удалить из воздуха путем герметизации оборудования, концентрацию пыли можно снизить путем естественной или принудительной вентиляции.

Рассмотрим физические факторы. При рассмотрении предприятия учитываются, в первую очередь, эти физические опасные и вредные производственные факторы, так как они оказывают прямое влияние на производительность труда рабочих.

Микроклиматические условия на предприятии часто имеют показатели ниже допустимых.

В среднем работу в цехе можно отнести к категории II б, затраты энергии от 150 до 250 ккал/ч.

Для термического отделения, характеризуемого избытком выделяемого тепла от оборудования, нормы микроклимата приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в производственном помещении

Категория работы	Период года	На постоянных рабочих местах						Допустимая температура воздуха в не рабочих мест, °С
		Оптимальные			Допустимые			
		Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
II б	Холодный и переходный	17-19	40-60	до 0,2	15-21	До 75	до 0,5	15-24
	Тёплый	20-22	40-60	до 0,2	15-26	55-75	0,7-1,0	до 5

При изготовлении полуфабрикатов и замороженных блюд основная часть технологических операций проводится в помещениях с параметрами воздуха, не входящими в рамки допустимых. Данные микроклимата приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры воздуха при производстве полуфабрикатов и замороженных блюд

Наименование процесса	Температура, °С	Относительная влажность, %
Обвалка и жиловка мяса	12	70
Посол мяса	4	85
Формовка	12	70
Термообработка	110	70
Охлаждение	2-8	90-95
Хранение	0-4	75

В цехе используется общее искусственное освещение. Источники искусственного освещения защищают глаза работающих от слепящего действия и равномерно освещают объект работы. Разряд точности работ от V (формовка) с допустимой освещённостью 100-200 лк до VII (общее наблюдение за ходом производственного процесса) с допустимой освещённостью 75 лк. Для освещения применяют люминесцентные лампы ЛДЦ, ЛД, ЛБ и лампы накаливания с защитным стеклом.

Практически всё оборудование, используемое при производстве мясных изделий, является источником шума и вибрации. При систематическом воздействии эти раздражители могут привести к возникновению общих заболеваний организма человека. Уровень шума, превышающий 85 дБА, может привести к развитию профессиональных заболеваний. На предприятии используются меры коллективной и индивидуальной защиты. Коллективные реализуются с помощью конструктивных и технологических решений: применение вибро- и звукопоглощающих прокладок, установка виброизоляционных опор.

Помещение мясокомбината по степени опасности поражения людей электрическим током относится ко II классу (помещение с повышенной опасностью). Электробезопасность обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок. Оборудование цехов заземлено, используется дополнительная изоляция. При проведении ремонтных работ используются средства индивидуальной защиты.

Определить опасность поражения электрическим током человека, если сопротивление защитного заземления $R_{\text{зав}} = 4,0$ Ом, а сопротивление изоляции фазных проводов $R_{\text{из}} = 0,6$ МОм.

Определим величину тока замыкания фазы на корпус оборудования

$$I_{\text{зам}} = U_{\text{ф}} / (0,5 \times R_{\text{из}}) = 380 / (0,5 \times 0,6 \times 10^6) = 0,00126666(6) \text{ А} ,$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, $U_{\text{ф}} = 380$ В

Определим напряжение прикосновения

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{зам}} \times R_{\text{зав}} = 0,00126666(6) \times 4,0 = 0,00506666 \text{ В}$$

Определим силу тока, которая пройдёт через тело человека

$$I_{\text{чел}} = U_{\text{пр}} / R_{\text{чел}} = 0,00506666 / 1000 = 0,00000506666 \text{ А} ,$$

где $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом.

После проведения защитных мероприятий поражение, которое получит человек в аварийной ситуации, не будет опасным для здоровья.

К биологически опасным и вредным производственным факторам относят патогенных микроорганизмов, насекомых, грызунов. При контакте больных рабо-

чих с готовыми продуктами микроорганизмы могут попадать в продукт и быть очагом распространения болезни. При несоблюдении гигиены на предприятии и несвоевременном уничтожении грызунов они могут стать причиной порчи продуктов питания, а также источником заболеваний. К профилактике проявления этих факторов относят следующие меры: уничтожение патогенных микроорганизмов, дератизация, дезинсекция.

К психофизиологическим факторам данного производства относятся физическая нагрузка (грузчик), монотонность работы (обвальщик, жиловщик), темп (высокий темп работы у формовщиков, аппаратчиков). Правильно организованный режим труда и отдыха имеет большое значение для улучшения условий и охраны труда, обеспечивает длительную устойчивую работоспособность.

3.2 Экологическая безопасность проекта

В цехе по производству полуфабрикатов и замороженных готовых блюд для обеспечения экологичности производства очень большое значение имеет очистка сточных вод. Загрязнение сточных вод может быть минеральным и органическим. В процессе производства мясных полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд вода подвергается в основном органическому загрязнению.

На нужды предприятия в месяц расходуется 21 882,6 м³ воды. Для механической очистки сточных вод используются жироловки, песколовки, а также радиальные отстойники. Для очистки воды от органических примесей используются аэротенки. Характеристика сточных вод предприятия представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 — Характеристика сточных вод до и после очистки

Показатель	До очистки	После механической и биологической очистки
1	2	3
Температура, °С	18-25	18-25
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2000	50
Жиры, мг/дм ³	1000	0
Запах, балл	5	2
Цвет	Красновато-бурый	Бесцветный
рН	6,5-8,5	7,0-8,5
Жёсткость, мг/дм ³	10	10
Содержание, мг/дм ³		
Ca ²⁺	75	75
Mg ²⁺	50	50
Cl ⁻	900	500

SO ₄ ²⁻	500	500
-------------------------------	-----	-----

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
CO ₂	100	100
Fe _{общ}	20	20
Фосфор (в пересчёте на P ₂ O ₅)	60	60
Азот общий	150	-
NH ₄ ⁺	30	30
NO ₂ ⁻	0,02	0,02
NO ₃ ⁻	0,05	0,05
Хлор активный	0	1,5
ХПК, мг O ₂ /дм ³	2000	50
БПК, мг O ₂ /дм ³	800	30
Титр кишечной палочки, мг	0,002	0,0002

После соответствующих мер очистки воды и газообразных выбросов предприятие является безопасным.

3.3 Защита работающих и материальных ценностей при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС)

На мясокомбинате существует возможность возникновения ЧС:

Пожар. На предприятии действуют средства сигнализации и пожаротушения. Обеспечение завода необходимым объёмом воды для пожаротушения производится из общей сети водопровода. В помещениях находятся также щиты, оснащённые первичными средствами пожаротушения.

Взрыв. Аммиак - бесцветный газ с удушающим резким запахом 4 класса опасности, применяемый на предприятии в качестве хладагента в холодильных установках. Взрывоопасность возможна при концентрации в воздухе от 15 до 28%. Аммиак опасен при вдыхании, оказывает раздражающее действие на глаза, вызывает ожоги кожи. ПДК_{рл.} воздуха 20 мг/м³, ПДК_{рз} воды 0,05 мг/ дм³.

Компрессорная станция оснащена приборами защиты и сигнализации об аварии.

Существует опасность взрыва оборудования, работающего под давлением, то есть массажёров, термокамер, в случае если рабочее давление превысит допустимое. Такое оборудование оснащено сигнализацией и аварийным отключением.

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций, органов местного самоуправления, органов исполнитель-

ной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась ЧС, под руководством соответствующих комиссий по ЧС.

4 Автоматизация технологического процесса производства котлет

Для автоматизированного управления процессами в производстве мясных полуфабрикатов создаются автоматизированные системы управления технологическими процессами. Их применение позволяет решать ряд важных задач: повышение производительности труда; оптимальное использование сырья и энергоресурсов; точное соблюдение рецептур; уменьшение количества обслуживающего персонала; увеличение мощности производства путём использования высокопроизводительной и большегрузной техники; повышение культуры производства.

Автоматизированная система управления технологическими процессами предназначена для обеспечения контроля и управления технологическими параметрами и технологическими режимами (взвешивание; дозирование; смешивание). Для наглядности режимов работы и доступности используются щиты управления, где монтируются показывающие и регулирующие приборы и органы управления (кнопки, переключатели).

4.1 Выбор параметров контроля и управления процессом

В таблице 4.1 выбраны контролируемые и регулируемые параметры.

Таблица 4.1 – Контролируемые и регулируемые параметры

№ п/п	Параметры, подлежащие контролю, регулированию или сигнализации	Пределы отклонения параметров		Оптимальное значение параметров	Допустимая погрешность контроля		Условия эксплуатации приборов	Количество типовых точек контроля	Примечание
		Возможных с учётом аварийной ситуации	Допустимых по технологии		Абсолютная	Относительная			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Масса мяса загружаемого в волчки, кг	более 120	50 – 100	80	1	1,25	Обычное	1	КС

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Разряжение в волчке, кПа	0,01 – 0,08	0,03 – 0,06	0,05	0,001	2	–/–/–	1	КС
3	Температура фарша в волчке, °С	более 100	10 – 12	11	0,1	1	–/–/–	1	К
4	Температура фарша в фаршемешалке, °С	более 100	10 – 12	11	0,1	1	–/–/–	1	К
5	Давление горячей воды в трубопроводе на входе в рубашку ванны, Мпа	более 3	0,6	0,6	0,01	1,7	–/–/–	1	К
6	Расход горячей воды, м ³ /ч	более 150	50	50	0,5	1	–/–/–	1	К
7	Температура воды в ванной, °С	более 100	25	25	0,5	2	–/–/–	1	КР
8	Давление холодной воды в трубопроводе на входе в рубашку ванны, Мпа	более 2,0	0,5	0,5	0,01	2	–/–/–	1	КС
9	Уровень воды в ванной, мм	более 1000	300 – 700	300 – 700	1,0	2	–/–/–	1	КР
10	Температура фарша в котлетном автомате, °С	более 100	10 – 12	11	0,1	1	–/–/–	1	К
11	Температура в печи, °С	более 300	95	95	1,1	1,1	–/–/–	1	К
12	Температура воздушной среды в камере замораживания, °С	более 100	-35 – -45	-35 – -45	0,1	1	–/–/–	1	К
13	Влажность воздушной среды в камере замораживания, %	менее 60	85 – 95	90	5	5	–/–/–	1	К

4.2 Выбор приборов контроля, регулировок и средств автоматизации

В таблице 4.2 представлена спецификация на приборы и средства автоматизации.

Таблица 4.2 – Спецификация на приборы и средства автоматизации

№ п/п	Номер позиции	Измерительный параметр	Место установок	Наименование и характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Завод изготовитель
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1а	Температура	По месту	Термопреобразователь сопротивления медный. Номинальная статическая характеристика 50м. Диапазон измерения (-50) – (+200) °С	ТСМ-0879	1	Луцкий приборостроительный завод
	1б		На щите	Логометр. Номинальная статическая характеристика 50м. Диапазон измерения (0) – (+100) °С. Класс точности 1,5	Л-64	1	Ереванское ПО “Электроприбор”
2	2а	Температура	По месту	Измерительный преобразователь температуры с пневматическим выходным сигналом. Диапазон измерения (0) – (+150) °С. Класс точности 1,0	13ТД 73	1	Казанское ПО “Теплоконтроль”
	2б		На щите	Вторичный пневматический самопишущий прибор со станцией управления, с записью и показанием значения регулируемого параметра, показанием значения задания и давления на исполнительном механизме; переключением системы регулирования на ручное дистанционное, автоматическое или автоматическое программное управление; формирования задающего и управляющего воздействия. Диапазон измерения 0 – 100 %. Класс точности 1,0	ПВ 10.1П	1	Московский завод “Тизприбор”

	2в		На щите	Устройство регулирующее пневматическое пропорционально-интегральное	ПР 3.31-М1	1	Московский завод "Тизприбор"
--	----	--	---------	---	------------	---	------------------------------

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	2г		По месту	Регулирующая аппаратура с пневмоприводом. Диаметр условного прохода 50 мм. Температура рабочей среды (-15) – (+150) °С.	ПОУ-1	1	Улан-Удельский завод "Теплоприбор"
3	3а, 4а, 5а, 13а	Температура	По месту	Термопреобразователь сопротивления медный. Номинальная статическая характеристика 50м. Диапазон измерения (-50) – (+200) °С	ТСМ-0879	3	Луцкий приборостроительный завод
	3б, 4б, 5б, 13б		На щите	Логометр. Номинальная статическая характеристика 50м. Диапазон измерения (-50) – (+50) °С. Класс точности 1,5	Л-64	3	Ереванское ПО "Электроприбор"
4	6	Вакуум	По месту	Вакууметр с трубчатой манометрической пружиной, отсчетным устройством и с электрическим выходным дискретным сигналом. Верхний предел измерения 0,1 Мпа. Класс точности показывающей части 1,5, сигнализирующей 2,5	ЭКВ-1У	1	Томский манометрический завод
5	7	Давление	По месту На щите	Манометр с трубчатой манометрической пружиной, отсчетным устройством и выходным дискретным сигналом. Верхний предел измерения 10 Мпа. Класс точности 1,5	ЭКМ-1У	1	Томский манометрический завод
6	8а	Давление	По месту	Дифманометр мембранный пневматический. Класс точности 1. Перепады давления 1 кгс/см ²	ДМ-Л4	1	Томский манометрический завод

	8б		на щите	Вторичный пневматический прибор со станцией управления	ПВ 10.1П	1	Московский завод "Тизприбор"
--	----	--	---------	--	----------	---	------------------------------

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
7	9а, 9б 9в 9г	Уровень	По месту На щите По месту	Регулятор-сигнализатор уровня. Рабочее давление контролируемой среды не более 6,4 Мпа, температура до 250 °С. Прибор включает в себя: датчик (первичный преобразователь) релейный блок электрический многооборотный исполнительный механизм. Номинальное время хода выходного вала 25 с.	ЭР-СУ-3	1 2 1 1	Рязанский завод "Теплоприбор"
8	10а	Расход	По месту	Диафрагма камерная. Условное давление 0,6 Мпа. Внутренний диапазон 50 мм.	АК 0,6-50-11-а-г-2	1	Московское ПО "Манометр"
	10б		По месту	Преобразователь измерительной разности давления пневматический. Значение предельного перепада давления 0,04 Мпа. Допустимое избыточное давление 16 Мпа. Класс точности 1,0	13ДД 11 мод-720	11	Рязанский завод "Теплоприбор"
	10в		На щите	Прибор контроля пневматический интегрирующий. Предел допускаемой погрешности не более 1 %	ПИК-1	1	Московский завод "Тизприбор"

9		Масса		Устройство электронно-тензометрическое весоизмерительное для взвешивания емкостей. Наибольший предел взвешивания 8 тонн. Класс точности 1,0. Основная погрешность взвешивания 1 % от наибольшего предела взвешивания. Прибор включает в себя:	1858 УВТ	1	ПО "Веда" г.Киев
---	--	-------	--	---	-------------	---	---------------------

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	11а		По месту	Первичный измерительный преобразователь		1	
	11б		На щите	Вторичный показывающий и регистрирующий прибор	КСМ-3	1	
10		Влажность		Психрометрический гигрометр для измерения относительной влажности парогазовой смеси в составе:	АПВ-201	1	Горинский опытный завод аналитических приборов
	12а		По месту	Первичный измерительный преобразователь		1	
	12б		На щите	Вторичный показывающий и регистрирующий прибор. Предел измерения 10 – 100%. Относительная абсолютная погрешность не более 5 %.	КСМ-3	1	
11	КМ1, КМ2, КМ3, КМ4	Управление работой Электродвигатели	По месту	Магнитный пускатель	ПМЕ-123.1	4	
	SA1, SA2, SA3, SA4		На щите	Переключатель управления	УПБЗ 13-0322	4	

	SB1 – SB8		На щите	Кнопочный пост	КУ12 3-12 У2	8	
	HL1 – HL7		На щите	Световое табло	ТСМ- 3-У3- 01	7	

4.3 Описание схем регулирования, сигнализации, блокировки

Предусмотрено взвешивание продукта. Для этого под опоры аппарата устанавливаются датчики электронно-тензометрического устройства весоизмерительного (поз. 11а), в зависимости от нагрузки на датчики вырабатывается ЭДС, измеряется потенциометром (поз. 11б), установленном на щите и отградуированном в единицах массы [00 А2].

Давление в волчке измеряется и сигнализируется при помощи манометра ЭКВ-1У (поз. 6) с трубчатой манометрической пружиной и выходным электрическим сигналом, который подается на световое табло (поз. HL1) [16].

В аппарате измеряется температура продукта. Схема контроля работает следующим образом. В качестве датчика используется термопреобразователь сопротивления медный (поз 1а, 3а, 4а, 5а), сопротивление которого меняется в зависимости от температуры. Величину этого сопротивления измеряет логометр (поз. 1б, 3б, 4б, 5б), установленный на щите, его шкала отградуирована в градусах Цельсия.

Температура продукта на выходе из аппарата регулируется измерением подачи греющего пара в аппарат. Схема выполнена следующим образом: температура измеряется пневматическим преобразователем температуры 13ТД73 (поз. 2а), имеющим пневматический унифицированный сигнал 0,02 – 0,1 Мпа. Этот сигнал подается на вторичный пневматический самопишущий прибор со станцией управления (поз. 2б). В этот прибор встроено пневматическое пропорционально-интегральное регулирующее устройство ПРЗ-31-М1 (поз. 2в), которое в зависимости от разности между текущим и заданным значением температуры вырабатывает управляющий сигнал на регулируемую арматуру ПОУ-1 (поз. 2г), при помощи которой и изменяется расход греющего пара в аппарат.

Давление воды в трубопроводе описывается контуром 8, контроль регулирования осуществляется следующим образом: дифманометр ДМ-П4 (поз. 8а) преобразует перепад давлений в унифицированный пневматический сигнал, который поступает на вторичный прибор ПВ10.1П (поз. 8б), показывающий и регистрирующий текущее значение давления в щприцовочном отделении [17].

Давление газов в трубопроводах измеряется и сигнализируется при помощи манометра ЭКМ-1у (поз. 7) с трубчатой манометрической пружиной и выходным электрическим сигналом, который подается на световое табло (поз. HL4).

Предусмотрен учет суммарного расхода пара. Мгновенный расход пара измеряется при помощи камерной диафрагмы ДК0,6 (поз. 10а), создающей перепад давления, который измеряется измерительным преобразователем разности давлений 13ДД11 (поз. 10б) с пневматическим выходным сигналом, пропорциональным мгновенному расходу. Мгновенный расход суммируется прибором контроля пневматическим интегрирующим ПИК-1 (поз. 10в), установленном на щите.

Уровень в аппарате регулируется электронным регулятором-сигнализатором уровня в составе: первичный преобразователь (поз. 9а, 9б), релейный блок (поз. 9в), который при достижении заданного уровня управляет цепью электропитания, открывая или закрывая клапан (поз. 9г) на линии подачи. Управление этим клапаном может также осуществляться и вручную как со щита, так и по месту при помощи переключателя управления (поз. SA3), положение клапана (открыт – закрыт) сигнализируется при помощи светового табло (поз. HL4).

Влажность воздуха в холодильной камере контролируется при помощи автоматического психрометрического гигрометра АПВ-201. Действие прибора основано на измерении разности температур “сухого” и “мокрого” термометров (поз. 12а), вторичный прибор автоматический мост КСМ-3 (поз. 12б) измеряет и регистрирует влажность воздуха [16].

Управление электродвигателями может осуществляться при помощи кнопочных постов (поз SB1 – SB8), как со щита, так и по месту. Для этого предусмотрена установка (поз. SA1 – SA4). При нажатии кнопки контакты магнитного пускателя (поз. KM1 – KM4) замыкается, загорается сигнальная лампа (поз. HL2, HL3, HL 4, HL5), свидетельствующая о работе электродвигателя и электродвигатель начинает работать.

5 Архитектурно-строительная часть

5.1 Характеристика здания

Строительная часть запланирована согласно действующим нормам и требованиям к производственным зданиям. Филиал Воронежского ОПС «Воронежский мясомолочный комбинат» расположен на окраине города Воронежа.

Проектируемый цех имеет промышленное назначение, по капитальности здания относятся ко второму классу, имеет одноэтажное помещение.

Здание взрывоопасное, категории Б, так как в нем может находиться жидкость с температурой 28 – 61 °С, присутствует пыль более 61 г/м³.

Технологический процесс не требует жесткой архитектурно- строительной схемы. Здание выполняется по типовой схеме [19].

5.2 Теплотехнические характеристики

Климат в регионе размещения цеха умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. Средняя температура воздуха самого холодного месяца (январь) составляет минус 9,8 °С, самого жаркого (июль) 20,6 °С. Средняя скорость ветра для холодных месяцев равна 2,1 м/с, для жарких месяцев – 2,4 м/с. Глубина промерзания грунта составляет 1,8 м. Продолжительность отопительного периода составляет 199 суток.

5.3 Основные строительные конструкции

Проектируемый цех имеет размер 48 × 54 м, с сеткой колонн 6 × 12 м, с кирпичными стенами и балочными перекрытиями размерами 12000×1800×340 мм. Высота 4,8 м. Колонны имеют сечение в виде квадрата размером 400 × 400 мм, выполнены из железобетона. Фундамент под колонны железобетонный, стаканного типа: башмак имеет размеры 1000 × 1000 × 850 мм, подошва 1700 × 1700 × 350 мм.

Под стены устанавливаются фундаментные балки размеров 4950 × 400 × 400 мм. Верхняя грань фундаментной балки должна быть на 50 мм ниже уровня пола цеха, который в свою очередь делают на 150 мм выше отметки земной поверхности. Стены возведены из кирпича толщиной 500 мм. Перегородки внутри цеха выполнены в один кирпич М-75, толщиной 250 мм.

Для перекрытия шагов использованы плиточные покрытия из железобетона марки 300-400 размером 5970 × 2980 × 70 мм.

5.4 Отделка помещений

Внутренние стены здания оштукатурены, побелены и облицованы керамической плиткой. Остекление выполнено из отдельных оконных проемов 3020 × 1815 мм, двери деревянные одностворчатые и двустворчатые шириной 1200 и 2400 мм и высотой 2400 мм. Кровля здания плоская с внутренним водостоком, включает в себя бронирующий слой, три слоя рубероида, цементную стяжку (М100, толщина 100 мм), пароизоляцию (один слой мягкой кровли), утеплитель (толщина 300 мм), цементную стяжку (М100, толщина 100 мм), железобетонные плиты.

5.5 Генеральный план

Общая площадь филиала Воронежского ОПС “Воронежский мясомолочный комбинат” составляет 45750 м² в том числе застроенная – 6063 м². Здания и сооружения располагаются на генеральном плане с учетом характера выделяемых ими вредных веществ и господствующего направления ветра.

Ввод железнодорожных путей не запроектирован, основной автомобильный въезд по всей длине зданий и сооружений обеспечивает подачу сырья, отгрузку готовой продукции, проезд автомобилей. Площадь асфальтированных дорог составляет 7270 м². Коэффициент застройки 30 %.

6 Электроснабжение

6.1 Общая характеристика электроснабжения

Проектируемый цех по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд будет располагаться на окраине города Воронежа.

Обеспечение электроэнергией производится от трансформаторной подстанции “Воронежэнерго” через кабельную высоковольтную линию длиной 5 км, напряжением 10 кВ.

Для внутривозвратской электрической сети принята система трехфазного тока напряжением 380/220 В с заземлением.

6.2 Определение категории помещений

Исходя из относительной влажности помещений определяем их категории, что представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Категории помещений

Наименование помещений	Относительная влажность в помещении, %	Категория помещения
1	2	3
Машинное отделение	60 – 75	Влажное
Камера хранения замороженного мяса	60 – 75	Влажное
Склад готовой продукции	60 – 75	Влажное
Склад вспомогательных материалов	60 – 75	Влажное
Склад тары и упаковочных материалов	60 – 75	Влажное
Склад хранения муки	60	Сухое нормальное
Компрессорная	60 – 75	Влажное
Душевые	100	Особо сырое

6.3 Расчет электрической силовой нагрузки

Надежная и экономичная работа технологического оборудования возможна только при правильном выборе типа, мощности, скорости вращения, соответствующего конструктивного исполнения электродвигателя согласно режиму его работы и предполагаемой нагрузке.

Мощность выбранного двигателя должна соответствовать выражению (6.1).

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{м}}, \quad (6.1)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$P_{\text{м}}$ – потребная мощность, кВт.

Основные технические данные рассматриваемых типов приводов приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Основные технические данные применяемых типов приводов

Рабочая машина		Приводной электродвигатель					Количество двигателей $N_{\text{дв}}$, шт	Установленная мощность двигателя $P_{\text{у}}$
Наименование	Потребляемая мощность	Тип	Номинальная мощность $P_{\text{ном}}$, кВт	Частота вращения $n_{\text{н}}$, мин ⁻¹	Коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{н}}$	КПД $\eta_{\text{н}}$, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пила дисковая	1,5	АИР 90L6	1,5	1000	0,72	76	1	1,5
Мясорезательная машина	0,6	АИР71 В4	0,75	1500	0,73	73	1	0,75
Волчок	2,2	АИР 100L6	2,2	1000	0,74	81	2	4,4
Фаршемешалка	3,0	АИР 100S4	3,0	1500	0,83	82	2	6,0
Формовочный аппарат	1,1	АИР80 А4	1,1	1500	0,81	75	1	1,1
Упаковочная машина	0,5	АИР71 В6	0,55	1000	0,7	65	4	2,2
Скороморозильный аппарат	2,5	АИР 100S4	3,0	1500	0,83	82	2	6

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Блинный аппарат	10	АИРХІ 32М4	11	1500	0,87	87,5	2	22
Жарочный шкаф	1,0	АИР80 В6	1,1	1000	0,74	74	1	1,1
Машина для очистки овощей	2,2	АИР 100L6	2,2	1000	0,74	81	1	2,2
Транспортеры со стальной лентой	3,7	АИР 100S2	4	3000	0,88	87	2	8
Всего:							19	55,25

По данным таблицы 6.2 находим суммарную установленную мощность электродвигателей по формуле (6.2).

$$\sum P_y = P_{\text{ном}_1} \times N_{\text{дв}_1} + P_{\text{ном}_2} \times N_{\text{дв}_2} + \dots + P_{\text{ном}_n} \times N_{\text{дв}_n} \quad , \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \sum P_y &= 1,5 \times 1 + 0,75 \times 1 + 2,2 \times 2 + 3 \times 2 + 1,1 \times 1 + 0,55 \times 4 + 3 \times 2 + 11 \times 2 + \\ &1,1 \times 1 + 2,2 \times 1 + 4 \times 2 = 56,65 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Определяем расчетную максимальную потребную активную и реактивную мощности силовой нагрузки по формулам (6.3, 6.4).

$$\sum P_{\text{max}} = K_c \times \sum P_y \quad , \quad (6.3)$$

где K_c – коэффициент спроса силовой нагрузки ($K_c = 0,5$).

$$\sum P_{\text{max}} = 56,65 \times 0,5 = 28,33 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_{\text{max}} = P_{\text{max}} \times \text{tg} \varphi_{\text{cp}} \quad , \quad (6.4)$$

где $\text{tg} \varphi_{\text{cp}}$ – средневзвешенный тангенс сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности за год.

Средневзвешенный коэффициент мощности за год цеха находим по формуле (6.5).

$$\cos \varphi_{\text{cp}} = \frac{\sum N_{\text{дв}} \times \cos \varphi_{\text{дв}}}{\sum N_{\text{дв}}} \quad , \quad (6.5)$$

$$\cos \varphi_{\text{cp}} = \frac{14,84}{19} = 0,78$$

Этому $\cos \varphi_{\text{cp}}$ соответствует средневзвешенный тангенс угла сдвига фаз, формула (6.6).

$$\text{tg} \varphi_{\text{cp}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi} \quad , \quad (6.6)$$

$$\text{tg} \varphi_{\text{cp}} = \frac{\sqrt{1 - 0,78^2}}{\cos 0,78} = 0,802$$

Тогда:

$$\sum Q_{\text{max}} = 28,33 \times 0,802 = 22,7 \text{ кВт}$$

Полную расчетную максимальную потребную мощность силовой нагрузки находим по формуле (6.7).

$$S_p = c \times \sqrt{(\sum P_{\text{max}})^2 + (\sum Q_{\text{max}})^2} \quad , \quad (6.7)$$

где c – коэффициент смещения максимумов, $c = 0,85 - 0,95$

$$S_p = 0,9 \times \sqrt{28,33^2 + 22,77^2} = 36,3 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

6.4 Расчет осветительной нагрузки

Исходя из условий работы цеха для каждого помещения выбираем освещенность, тип светильника, удельную мощность и установленную мощность на освещение.

Данные сводим в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Установленная мощность на освещение помещений предприятия

Наименование помещений	Площадь S, м ²	Высота помещения Н _р , м	Освещенность E, лк	Тип светильника	Удельная мощность P, Вт/м ²	Установленная мощность P _{0у} = PS, Вт
1	2	3	4	5	6	7
Машинное отделение	750	4,8	100	ОД	7,6	5700
Камера хранения замороженного мяса	336	4,8	10	УПМ	2,4	806,4
Склад готовой продукции	288	4,8	10	УПМ	2,4	691,2
Склад вспомогательных материалов	212	4,8	10	УПМ	2,4	508,8
Склад тары и упаковочных материалов	72	4,8	10	УПМ	3,5	252
Склад хранения муки	72	4,8	20	У	6,4	460,8
Компрессорная	72	4,8	50	УЗ	16,3	1173,6
Душевые	36	4,8	50	УПМ	14,0	504
Итого:						10096,8

Установленная мощность на освещение территории цеха составляет 10 % от установленной мощности на освещение самого предприятия:

$$P_{0ту} = 0,1 \times 10,096 = 1,01 \text{ кВт}$$

Расчетная максимальная мощность, потребляемая всеми осветительными установками предприятия с учетом коэффициента спроса $K_{со}$ определяем по формуле (6.8).

$$P_{0max} = K_{1со} \times P_{0у} + K_{2со} \times P_{0ту} \quad , \quad (6.8)$$

где $K_{со}$ – коэффициент спроса.

$$P_{0max} = 0,85 \times 10,096 + 1 \times 1,01 = 9,59 \text{ кВт}$$

Аварийная мощность на освещение территории цеха рассчитывается как 10 % от осветительной нагрузки, что составит:

$$P_{0ун} = 0,1 \times 10,096 = 1,01 \text{ кВт}$$

6.5 Расчет потребной мощности трансформатора

Полная расчетная мощность на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции, питающей силовую и осветительную нагрузки определяется по формуле (6.9).

$$S_{\text{тр}} = c \times \sqrt{(\sum P_{\text{max}} + \sum P_{0\text{max}})^2 + (\sum Q_{\text{max}})^2} \quad , \quad (6.9)$$

$$S_{\text{тр}} = 0,9 \times \sqrt{(28,33 + 9,59)^2 + 22,7^2} = 39,78 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

При выборе мощности и количества устанавливаемых на подстанции трансформаторов следует исходить из учета как экологической целесообразности режима работы, так и соответствующего обеспечения резервирования питания электроприемников при отключении одного из трансформаторов [20].

На основании расчета, а также учитывая характер работы оборудования и категорию надежности электроснабжения цеха, выбираем трансформатор типа ТМ-40/10 мощностью 40 кВ·А. Принципиальная схема электроснабжения предприятия показана на рисунке 6.1.

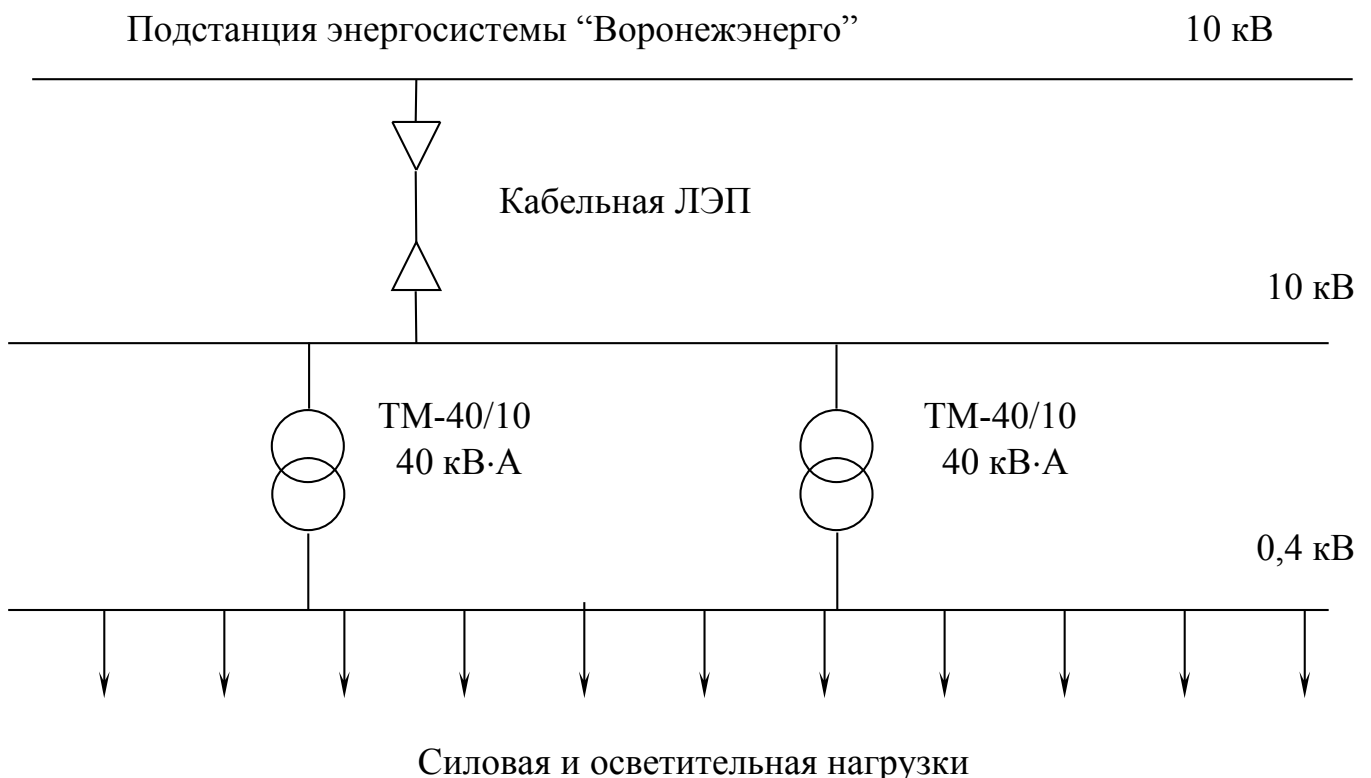


Рисунок 6.1 – Принципиальная схема электроснабжения предприятия

6.6 Расчет мощности компенсирующего устройства

Средневзвешенный коэффициент мощности цеха до компенсации $\cos \varphi_1 = 0,78$. Требуется повысить коэффициент мощности после компенсации до $\cos \varphi_2 = 0,92$.

Необходимая компенсирующая реактивная мощность конденсаторной установки для этого определяется по формуле (6.10).

$$Q_{\text{к.у.}} = \frac{W}{T} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad , \quad (6.10)$$

где W – годовой расход электроэнергии по всему цеху, кВт·ч;

T – годовое число часов использования максимума активной нагрузки ($T = 3500$ ч);

$\operatorname{tg} \varphi_1$ – соответствующий средневзвешенному $\cos \varphi_1$ до компенсации на вводе потребителя;

$\operatorname{tg} \varphi_2$ – после компенсации до заданного значения, $\cos \varphi_2 = 0,92 - 0,94$.

$$Q_{\text{к.у.}} = \frac{121999}{3500} (0,802 - 0,426)$$

Выбираем косинусный конденсатор типа КМ-0,66-13-343 мощностью 13 квар [21].

6.7 Определение годового расхода электроэнергии и ее стоимости

Годовой расход электроэнергии для силовой и осветительной нагрузок рассчитываем по формулам (6.11 и 6.12).

$$W_c = P_{\text{max}} \times T_c \quad , \quad (6.11)$$

где T_c – годовое число часов использования максимума активной мощности ($T_c = 3500$ ч);

$$W_c = 28,33 \times 3500 = 99155 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$W_o = K_{\text{co}} \times P_{\text{oy}} \times T_o + P_{\text{оту}} \times T'_o \quad , \quad (6.12)$$

где T_o – годовое число использования механизма активной нагрузки ($T_o = 2250$) для производственных зданий с естественной освещенностью;
 T'_o – годовое число использования механизма активной нагрузки ($T'_o = 3500$) для наружного освещения.

$$W_o = 0,85 \times 10,096 \times 2250 + 1,01 \times 3500 = 2284 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Годовой расход электрической энергии по всему предприятию будет равен:

$$W = 99155 + 2284 + 121999 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расчет стоимости электроэнергии в год ведем по одноставочному тарифу.

$$c = 1,3 \times 121999 = 158598,7 \text{ р}$$

6.8 Расчет технико-экономических показателей

Фактическая стоимость 1 кВт·ч потребляемой энергии рассчитывается по формуле (6.13).

$$C_o = \frac{c}{W} \quad , \quad (6.13)$$

$$C_o = \frac{158598,7}{121999} = 1,3 \text{ р}$$

Удельный расход электроэнергии на 1т выпущенной продукции по предприятию по формуле (6.14).

$$\omega_o = \frac{W}{A} \quad , \quad (6.14)$$

где A – масса выпущенной продукции за год, т.

$$\omega_o = \frac{121999}{1109,6} = 110 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Фактическая стоимость электроэнергии на 1т выпущенной продукции по предприятию по формуле (6.15).

$$C_{\Pi} = C_o \times \omega_o \quad , \quad (6.15)$$

$$C_{\Pi} = 1,3 \times 110 = 143 \text{ р}$$

Мероприятия по экономии электроэнергии представлены в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Мероприятия по экономии электроэнергии

Название мероприятия	Снижение расхода электроэнергии, %	Расход электроэнергии, кВт·ч
1	2	3
Работа трансформаторов по заданному графику	0,5	610
Совершенствование технологических процессов	1,5	1830
Обеспечение полной нагрузки технологического оборудования	1,0	1220
Снижение холостых пробегов оборудования	1,0	1220
Итого:	4,0	4880

При выполнении указанных мероприятий удельный расход электроэнергии и ее фактическая стоимость на выпуск 1т продукции рассчитываем по формулам (6.16) и (6.15).

$$\omega_o = \frac{W - W_o}{A} \quad , \quad (6.16)$$

где ω_o – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т;
 W – общий годовой расход электроэнергии, кВт·ч;
 W_o – расход электроэнергии от экономии, кВт·ч;
 A – масса выпущенной продукции за год, т.

$$\omega_o = \frac{121999 - 4880}{1109,6} = 105,6 \text{ кВт}$$

$$C_{\Pi} = 1,3 \times 105,6 = 137,28 \text{ р}$$

7 Санитарно-техническая часть

Санитарно-технические системы обеспечивают нормальные условия технологических процессов и высокое качество пищевых продуктов.

Санитарная техника определяет средства эффективной защиты организма человека от вредных влияний среды. В санитарно-техническое оборудование входит комплекс устройств, которые обеспечивают наилучшие санитарно-технические условия труда: системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодное и горячее водоснабжение, канализация и очистка сточных вод.

Исходные данные: температура наружного воздуха – 26 °С для города Воронежа, производительность цеха 4 т в смену, численность рабочих – 21 человек в смену.

7.1 Вентиляция

Задача вентиляции заключается в удалении из помещения загрязнённого воздуха и замене его свежим и чистым.

Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле (7.1).

$$V_{\text{в}} = V_{\text{зд}} \times n / 3600 \quad , \quad (7.1)$$

где $V_{\text{зд}}$ – объем вентилируемого помещения;

n – кратность воздухообмена.

$$V_{\text{в}_1} = 3216 \times 4 / 3600 = 3,6 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$V_{\text{в}_2} = 1382,4 \times 3 / 3600 = 1,2 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$V_{\text{в}_3} = 1056 \times 2 / 3600 = 0,59 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Так как объем вентиляционного воздуха в складских помещениях и накопителе сырья не велик, объединим вентиляционные системы этих помещений в

одну, получим:

$$V_{B_2} = 1,2 + 0,59 = 1,75 \text{ м}^3 / \text{с}$$

В холодное время года поступающий воздух нагревается в калориферах, обогреваемых водой [22].

Подбор калориферов и вентиляторов ведут в следующем порядке.

Необходимое живое сечение в калорифере для прохода определяют по формуле (7.2).

$$f = \frac{V_B \times \rho}{V_M} \quad , \quad (7.2)$$

где $\rho = 1,22 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха при температуре притока;

$V_M = 7 \dots 10 \text{ кг/с}$ – массовая скорость воздуха.

$$f_1 = \frac{3,6 \times 1,22}{8} = 0,549 \text{ м}^2$$

$$f_2 = \frac{1,79 \times 1,22}{8} = 0,272 \text{ м}^2$$

По живому сечению для прохода воздуха выбирается калорифер, техническая характеристика которого приведена в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Технические характеристики калориферов

Номер и модель	Поверхность нагрева F_k , м^2	Живое сечение для прохода воздуха f_d , м^2	Живое сечение для прохода теплоносителя $f_{тр}$, м^2
КФС-10	47,8	0,558	0,0107
КФС-6	25,3	0,295	0,0076

Расход тепла на подогрев воздуха:

$$Q = V_B \times C_v \times (t_B - t_H) \quad , \quad (7.3)$$

где C_v – удельная объемная теплопроводность воздуха, $C_v = 1,206 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$;

$t_H = -26 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура наружного воздуха;

$t_B = t_H - 2 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура вентилируемого воздуха, подаваемого в помещение;

$t_H = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура в помещении.

$$Q_1 = 3,6 \times 1,206 \times ((18 - 2) - (-26)) = 182,3 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 1,79 \times 1,206 \times ((16 - 2) - (-26)) = 86,3 \text{ кВт}$$

Теплота, уносимая вентиляционным воздухом рассчитывается по формуле (7.4).

$$Q_B = V_B \times C_V \times \Delta t_B \quad , \quad (7.4)$$

где $\Delta t_B = t_{yx} - t_B$ – разница температур поступающего и уходящего воздуха, рассчитывается по формуле (7.5).

$$\Delta t_B = (t_{\Pi} + \Psi \times (H - 2) - t_{\Pi} - 2) = \Psi \times (H - 2) + 2 \quad , \quad (7.5)$$

$$\Delta t_B = (3 - 2) + 2 = 3 \quad ,$$

где $\Psi = 1$ – для промышленных цехов [23].

$$\Delta Q_{B_1} = 3,6 \times 1,206 \times 4,8 = 20,8 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{B_2} = 1,79 \times 1,206 \times 4,8 = 10,36 \text{ кВт}$$

По действительному живому сечению калорифера – диаметру прохода воздуха f_d уточняется массовая скорость формула (7.6).

$$V_m = \frac{V_B \times \rho}{f_d} \quad , \quad (7.6)$$

$$V_m = \frac{3,6 \times 1,22}{0,558} = 7,87 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

$$V_m = \frac{1,79 \times 1,22}{0,295} = 7,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Теплопередача одного калорифера определяется по формуле (7.8).

$$Q_K = F_K \times K \times (t_{\text{ср.т}} - t_{\text{ср.в}}) \times 10^{-3} \quad , \quad (7.8)$$

где F_K – поверхность калорифера, м^2 ;

K – коэффициент теплопередачи калорифера, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$;

$t_{\text{ср.т}}$ – средняя температура теплоносителя (пара);

$t_{\text{ср.в}}$ – средняя температура воздуха.

$$t_{\text{ср.т}} = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{ср.в}}^1 = \frac{18 - 26}{2} = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{ср.в}}^2 = \frac{16 - 26}{2} = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{к}_1} = 47,8 \times 21,4 \times (130 + 4) \times 10^{-3} = 137,1 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{к}_2} = 25,3 \times 21,4 \times (130 + 5) \times 10^{-3} = 73,1 \text{ кВт}$$

Число калориферов определяется по формуле (7.9).

$$n = \frac{Q \times 1,2}{Q_{\text{к}}} \text{ ,} \quad (7.9)$$

$$n_1 = \frac{182,3 \times 1,2}{137,1} = 1,6 \approx 2 \text{ ,}$$

$$n_2 = \frac{86,3 \times 1,2}{73,1} = 1,4 \approx 2 \text{ ,}$$

Принимаем четыре калорифера.

Сопротивление калориферов определяем по формуле (7.10).

$$P_{\text{к}} = P \times n \text{ ,} \quad (7.10)$$

где P – сопротивление одного калорифера, Па;

n – количество рядов калориферов.

$$P_{\text{к}} = 78 \times 4 = 312 \text{ Па}$$

Сопротивление вентиляционной сети определяем по формуле (7.11).

$$P_{\text{с}} = P_{\text{к}} + P_{\text{в}} \text{ ,} \quad (7.11)$$

где $P_{\text{в}}$ – сопротивление воздуховодов, принимаем равным 15 Па.

$$P_c = 312 + 15 = 327 \text{ Па}$$

Потребная мощность электродвигателя для приточных и вытяжных вентиляторов определяется по формуле (7.12).

$$N = \frac{V_v \times P_c \times K_c}{\eta_v \times \eta_{\text{пер.}}} \quad , \quad (7.12)$$

где V_v – расход вентилируемого воздуха, м³/с;
 P_c – сопротивление вентиляционной сети, Па;
 K_c – Коэффициент учитывающий состояние воздуха (для чистого воздуха $K_c = 1$);
 η_v – КПД вентилятора, $\eta = 0,85$;
 $\eta_{\text{пер.}}$ – КПД промежуточной передачи (0,9...1,0).

$$N = \frac{5,39 \times 327 \times 1}{0,85 \times 1} = 2,1 \text{ кВт}$$

Установленная мощность электродвигателя N_y рассчитывается по формуле (7.13).

$$N_y = K_3 \times N \quad , \quad (7.13)$$

где K_3 – коэффициент запаса мощности, $K_3 = 1,5$.

$$N_y = 1,5 \times 2,1 = 3,15 \text{ кВт}$$

Принимаем вентилятор Ц4-70№6, электродвигатель АО51-4, мощностью 4,5 кВт, частотой вращения 1420 об/мин [24].

7.2 Отопление

Целью расчета является определение расхода тепла и топлива, а также общей поверхности нагрева и количества нагревательных отопительных приборов.

Так как к пищевым предприятиям предъявляются повышенные санитарно-технические требования, то в основном рекомендуют воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией и водяное отопление.

Расход теплоты на отопление рассчитываем по формуле (7.14).

$$Q_{от} = Q_{пт} + Q''_в - Q'_в - Q_{об} \quad , \quad (7.14)$$

где $Q_{пт}$ – потери теплоты зданием в окружающую среду через охлаждение (стены и т.д.), Вт;
 $Q''_в$ – теплота, выносимая выбрасываемым (уходящим) вентиляционным воздухом, Вт;
 $Q'_в$ – теплота, выносимая вентиляционным воздухом, Вт;
 $Q_{об}$ – теплота, выделяющаяся в здании при работе технологического оборудования и транспортных устройств, Вт;
 $Q''_в - Q'_в = \Delta Q_в$ – принимаем по данным расчета вентиляции [25].

Потери теплоты зданием определяем по формуле (7.15).

$$Q_{пт} = q_{от} \times V_{зд} \times (t_{п} - t_{н}) \quad , \quad (7.15)$$

где $q_{от}$ – удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м³·°C);
 $t_{п}, t_{н}$ – температуры соответственно в помещении и наружного воздуха, °C

$$Q_{пт_1} = 0,4 \times 3216 \times (18 - (-26)) \times 10^{-3} = 56,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{пт_2} = 0,4 \times 2438,4 \times (16 - (-26)) \times 10^{-3} = 41 \text{ кВт}$$

Количество теплоты выделяющейся в здании при работе технологического оборудования и транспортных устройств определяем по формуле (7.16).

$$Q_{об} = Q_T + Q_э \quad , \quad (7.16)$$

где Q_T , $Q_э$ – количество теплоты соответственно, теряемое в помещении работающим теплопотребляющим оборудованием и выделяемое электродвигателями приводимого ими оборудования, Вт

Q_T определяем по формуле (7.17).

$$Q_T = M_n \times r \times \eta \quad , \quad (7.17)$$

где M_n – расход пара, кг/с;
 r – удельная теплота конденсации пара, $r = 2252$ кДж/кг;
 η – коэффициент, учитывающий потери тепла через теплоизоляцию аппарата, ориентировочно $\eta \approx 0,03 \dots 0,05$

$Q_{T_1} = Q_{T_2} = 0$, так как установленное в цехе накопителе сырья и складских помещениях оборудование при работе тепло не выделяет и пар не расходует.

Количество теплоты выделяемое электродвигателями определяем по формуле (7.18).

$$Q_3 = \sum N \times K_1 \times K_2 \times (1/\eta_1 - 1 + K_3) \quad , \quad (7.18)$$

где $\sum N$ – суммарная мощность электродвигателей установленных в здании, кВт;

$K_1 = 0,8$ – коэффициент, учитывающий загрузку электродвигателей;

$K_2 = 0,8$ – коэффициент, учитывающий одновременность работы электродвигателей;

$\eta_1 = 0,9$ – КПД электродвигателей при полной нагрузке;

$K_3 = 0,5$ – коэффициент, учитывающий какая часть общего фактического расхода энергии переходить непосредственно в теплоту.

$$Q_{3_1} = 56,65 \times 0,8 \times 0,8 \times \left(\frac{1}{0,9} - 1 + 0,5\right) = 22,2 \text{ кВт}$$

$Q_{3_2} = 0$, так как в накопителе сырья и складских помещениях электрооборудование отсутствует.

$$Q_{об_1} = 0 + 22,2 = 22,2 \text{ кВт}$$

$$Q_{об_2} = 0 \text{ кВт}$$

$$Q_{от_1} = 56,6 - 22,2 + 182,3 = 216,7 \text{ кВт}$$

$$Q_{от_2} = 41 - 0 + 86,3 = 127,3 \text{ кВт}$$

Годовой расход теплоты на отопление рассчитываем по формуле (7.19).

$$Q_{от(год)} = Q_{от} \times T \times 86400 \quad , \quad (7.19)$$

где T – длительность отопительного периода;

86400 – количество секунд в сутках.

$$Q_{от(год)} = (216,7 + 127,3) \times 199 \times 86400 = 5,9 \times 10^9 \text{ кДж}$$

Расход топлива за отопительный сезон (годовой) рассчитываем по формуле (7.20)

$$B_T = \frac{Q_{от(год)}}{Q_H^p \times \eta_K \times \eta_T} \quad , \quad (7.20)$$

где $Q_H^p = 85,6 \times 10^3$ кДж/кг – низшая теплота сгорания топлива;
 $\eta_k = 0,85$ – КПД котельной установки (в долях единицы);
 $\eta_T = 0,95$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты теплотрассой.

$$V_T = \frac{5,9 \times 10^9}{35,6 \times 10^3 \times 0,85 \times 0,95} = 205288 \text{ м}^3$$

Принимаем топливо – газ ставропольский.

Расход топлива в единицу времени составляет:

$$B = \frac{Q_{от}}{Q_H^p \times \eta_k \times \eta_T} = \frac{216,7 + 127,3}{35,6 \times 10^3 \times 0,85 \times 0,95} = 0,012 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Необходимая суммарная площадь поверхности нагревательных отопительных приборов рассчитываем по формуле (7.21).

$$F_{от} = \frac{Q_{от} \times 10^3}{K \times \Delta t_{cp}} \quad , \quad (7.21)$$

где $K = 9,76$ Вт/(м² · °С) – коэффициент теплопередачи нагревательного отопительного прибора, принятого к установке (радиаторы М-140);
 Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителя в отопительном приборе и воздухе.

$$\Delta t_{\sigma} = t'_T - t_{п}$$

$$\Delta t_{M} = t''_T - t_{п}$$

где t'_T и t''_T – температура теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора.

$$\Delta t_{\sigma} = 90 - 18 = 72 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{M} = 70 - 18 = 52 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{cp1} = \frac{72 + 52}{2} = 62 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{cp2} = \frac{74 + 54}{2} = 64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F_{от1} = \frac{216,7 \times 10^3}{9,76 \times 62} = 358 \text{ м}^2$$

$$F_{от2} = \frac{127,3 \times 10^3}{9,76 \times 64} = 204 \text{ м}^2$$

Количество секций радиаторов определяется по формуле (7.22).

$$z = \frac{F_{от}}{f_1} \text{ ,} \quad (7.22)$$

где f_1 – площадь поверхности нагрева одной секции радиатора.

$$z_1 = \frac{358}{0,254} = 1409 \text{ шт}$$

$$z_2 = \frac{204}{0,254} = 804 \text{ шт}$$

7.3 Водоснабжение

Водоснабжение проектируемого цеха осуществляется из городского водопровода. Вода используется для хозяйственно-бытовых производственных и противопожарных нужд.

Общий расход воды предприятием определяем по формуле (7.23).

$$Q = Q_{хб} + Q_T + Q_{пож} \text{ ,} \quad (7.23)$$

где $Q_{хб}$ – расход воды на хозяйственно-бытовые нужды;

Q_T – расход воды на технологические нужды;

$Q_{пож}$ – расход воды на противопожарные нужды.

В цехе работает 21 человек, из них 13 женщин и 8 мужчин.

Найдем количество установленных санитарно-технических приборов по формуле (7.24).

$$N_i = \frac{n_{\text{нр}}}{n_{\text{ио}}} , \quad (7.24)$$

где $n_{\text{ио}}$ – количество водопотребителей, обслуживаемых одним прибором;
 $n_{\text{нр}}$ – количество людей, занятых в наиболее многочисленной смене.

$$N_{\text{ун}} = \frac{13}{12} + \frac{8}{18} = 3 \text{ шт}$$

$$N_{\text{ум}} = \frac{13}{48} + \frac{8}{72} = 2 \text{ шт}$$

$$N_{\text{душ}} = \frac{21}{5} = 5 \text{ шт}$$

Найдем максимальный часовой расход воды.

Вероятности действий санитарно-технических приборов принимаем равными: для душа $P_{\text{ч}} = 0,16$; для умывальника $P_{\text{ч}} = 0,125$; для унитаза $P_{\text{ч}} = 0,1$. Вероятность действия всех санитарно-технических приборов определяем по формуле (7.25).

$$P = \frac{\sum(N_i \times P_i)}{\sum N_i} , \quad (7.25)$$

$$P^x = \frac{5 \times 0,16 + 2 \times 0,125 + 3 \times 0,1}{5 + 2 + 3} = 0,135$$

$$P^{\Gamma} = \frac{5 \times 0,16 + 2 \times 0,125}{5 + 2} = 0,15$$

Часовой расход воды приборами находим по формуле (7.26).

$$q_{0\text{ч}} = \frac{\sum(N_i \times P_{i\text{ч}} \times q_{0i\text{ч}})}{\sum(N_i \times P_{i\text{ч}})} , \quad (7.26)$$

Часовой расход холодной воды:

$$q_{0\text{ч}}^x = \frac{5 \times 0,16 \times 270 + 2 \times 0,125 \times 40 + 3 \times 0,1 \times 83}{5 \times 0,16 + 2 \times 0,125 + 3 \times 0,1} = 185,9 \text{ дм}^3$$

Часовой расход горячей воды:

$$q_{0ч}^Г = \frac{5 \times 0,16 \times 230 + 2 \times 0,125 \times 20}{5 \times 0,16 + 2 \times 0,125} = 180,0 \text{ дм}^3$$

Общий часовой расход:

$$q_{0ч}^{обш} = \frac{5 \times 0,16 \times 500 + 2 \times 0,125 \times 60 + 3 \times 0,1 \times 83}{5 \times 0,16 + 2 \times 0,125 + 3 \times 0,1} = 325,9 \text{ дм}^3$$

Максимальный часовой расход воды определяем по формуле (7.27).

$$q_{чм} = 0,005 \times q_{0ч} \times \alpha \quad , \quad (7.27)$$

При $P = 0,135$ и $\sum N = 10$ $\alpha = 0,76$

$$q_{чм}^x = 0,005 \times 185,9 \times 0,76 = 0,71 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

При $P = 0,15$ и $\sum N = 7$ $\alpha = 0,84$

$$q_{чм}^Г = 0,005 \times 180,0 \times 0,84 = 0,76 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$q_{чм}^{обш} = 0,005 \times 325,9 \times 0,78 = 1,27 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расход воды на технологические нужды определяем по формуле (7.28).

$$Q_T = Q_{п} + Q_{об} \quad , \quad (7.28)$$

По укрупненным показателям расход воды на производство $Q_{п}=72 \text{ дм}^3/\text{смен}$ или $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расход воды на мытье оборудования $Q_{об} = 68 \text{ дм}^3/\text{смен}$ или $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$Q_T = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Рассчитываем расход воды на противопожарные нужды. По СНиП 2.04.01-85 для категории Пв и объема здания $5654,4 \text{ м}^3$ принимаем две струи по $2,5 \text{ дм}^3/\text{с}$ на пожаротушение [26].

8 Теплоснабжение и холодоснабжение

Потребное количество воды, пара и установленную мощность электродвигателей для цеха по производству полуфабрикатов и замороженных готовых мясных блюд рассчитываем по укрупненным нормам на 4 т перерабатываемого сырья (таблица 8.1)

Таблица 8.1 – Расход вода, пара и электроэнергии

Наименование	Расход
Воды на мойку, м ³ в смену	
машинную	4,5
ручную	4,0
всего	8,5
Пара, т/ч	0,6
Установленная мощность электродвигателей, кВт	13,4

Необходимый расход цеха горячей воды и пара полностью обеспечивается котельной мясомолочного комбината.

При необходимости быстрой заморозки 1т полуфабрикатов и 3 т готовых мясных блюд в смену выбираем скороморозильный аппарат для мороженого ОСБ [27].

Проектный расход холода на холодильную обработку мороженого рассчитываем по формуле (8.1)

$$Q = A \times (i_{\text{пост}} - i_{\text{вх}}), \quad (8.1)$$

где A – часовая производительность аппарата, кг/час;

$i_{\text{пост}}$ – энтальпия продукта, поступающего на заморозку,

$i_{\text{вх}}$ – энтальпия продукта, выпускаемого из аппарата.

$$Q = 300 \times (161,5 - 37,78) = 70116 \text{ кДж/час} = 19,4 \text{ кВт}$$

Определяем необходимый расход холода на заморозку мясных полуфабрикатов и готовых мясных блюд по формуле (8.1)

$$Q = 300 \times (264,5 - 4,6) = 77970 \text{ кДж/час} = 21,6 \text{ кВт}$$

Расход холода на заморозку мясной продукции больше, чем соответствующий расход для мороженого.

$$Q = 21,6 - 19,4 = 2,2 \text{ кВт}$$

Это составляет 11,3 % от проектируемой мощности установки. Поэтому, чтобы не производить реконструкцию аппарата с заменой холодильного агрегата соответственно уменьшаем загрузку его продуктом. При этом уменьшается производительность, на [28]:

$$300 \times 0,113 = 33,9 \text{ кг/ч}$$

И она составит:

$$A = 300 - 33,9 = 266,1 \text{ кг/ч} = 2128,8 \text{ кг/смену}$$

Для заморозки 4 т полуфабрикатов и замороженных готовых блюд нам понадобится два аппарата [29].

Характеристики скороморозильного аппарата ОСБ представлены в таблице 8.2

Таблица 8.2 – Характеристики скороморозильного аппарата ОСБ

Характеристика	Значение
Производительность в пересчете на мясо	266,1 кг/ч
Система охлаждения	непосредственная
Температура поступающего продукта	10 °С
Температура выпускаемого продукта	- 18 °С
Температура воздуха в аппарате	- 25°С
Габаритные размеры	3700×2700×3200 мм
Масса	6190 кг

Полные характеристики скороморозильного аппарата соответствуют необходимым требованиям.