

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление: Агроинженерия

Профиль: Технологическое оборудование
для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии производства мясных продуктов с
разработкой конструкции коптильни»

Шифр ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ

Студент Б261-04 группы


подпись

Панцырев А.Е.
Ф.И.О.

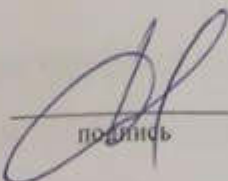
Руководитель д.т.н., профессор
ученое звание


подпись

Шогенов Ю.Х.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №12 от 17.06.2020 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление: Агроинженерия

Профиль: Технологическое оборудование
для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Халиуллин Д.Т./

«27»апреля 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Панцыреву А.Е.

Тема ВКР «Совершенствование технологии производства мясных продуктов
с разработкой конструкции коптильни»

утверждена приказом по вузу от «22»мая 2020 г. №178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 17.06.2020

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ существующих технологий обработки и переработки мяса и
мясных продуктов;

2. Анализ существующего оборудования для копчения мяса и мясных
продуктов;

3. Технологический расчет линии копчения мяса и мясных продуктов;

4. Разработка новой конструкции дымогенератора;

5. Безопасность и экологичность проекта;

6. Технико-экономический анализ.

1. Анализ существующих продуктов.
2. План цеха мясных деликатесов.
3. Предлагаемая технологическая схема копчения мяса.
4. Сборочный чертеж дымогенератора.
5. Сборочный чертеж механизма поджима.
6. Рабочие чертежи нестандартных изделий.

6. Консультанты по ВКР

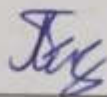
Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 15.05.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

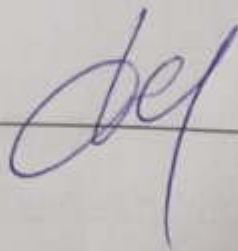
№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечания
1	1 раздел	29.05.20	100%
2	2 раздел	05.06.20	100%
3	3 раздел	15.06.20	100%

Студент



/Панцырев А.Е./

Руководитель ВКР



/Шогенов Ю.Х./

АННОТАЦИЯ

Работа состоит из пояснительной записки на 61 листе машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 18 рисунков, 8 таблицы. Список использованной литературы содержит 17 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе проведен литературно-патентный обзор. Приведены требования к технологиям и техническим средствам копчения мяса и мясных изделий, проведен анализ существующих технологий и оборудования для копчения мяса и мясных изделий.

Во втором разделе разработана новая технология копчения мяса и мясных изделий. Обоснован выбор коптильного оборудования и проведены подбор и расстановка оборудования. Разработана технологическая карта работы предлагаемого дымогенератора.

В третьем разделе приведено описание предлагаемой конструкции коптильни. Проведены технологические и прочностные расчеты новой конструкции дымогенератора и коптильни. Разработаны правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции коптильни, а также упражнения по физической культуре на производстве. Выполнены расчеты сравнительной экономической эффективности новой конструкции дымогенератора.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

The work consists of an explanatory note on 61 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 18 figures, 8 tables. The list of references contains 17 items.

The introduction substantiates the relevance of the project theme.

The first section contains a literature and patent review. The requirements for technologies and technical means of smoking meat and meat products are given, the analysis of existing technologies and equipment for smoking meat and meat products is carried out.

In the second section, a new technology for smoking meat and meat products is developed. The choice of smoking equipment was substantiated and the selection and placement of equipment was carried out. A work schedule of the proposed smoke generator has been developed.

The third section describes the proposed design of the smokehouse. Technological and strength calculations of the new design of the smoke generator and smokehouse were carried out. The rules for the safe and ecological operation of the proposed design of the smokehouse, as well as exercises for physical education in the workplace. The calculations of the comparative economic efficiency of the new design of the smoke generator

The note concludes with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Общие сведения по способам копчения мяса и колбасных изделий ..	
1.2. Технология производства копченых мясных колбас	
1.3 Технология производства мясных копченостей	
1.4 Анализ технических средств для копчения мяса и колбас	
1.5 Цели и задачи проектирования	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Описание предлагаемой технологической схемы копчения мяса	
2.2 Обоснование выбора коптильного оборудования	
2.3 Подбор и расстановка оборудования	
2.4 Технологическая карта работы предлагаемого дымогенератора	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Описание предлагаемой конструкции коптильни	
3.2 Технологические и прочностные расчеты	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции	
3.4 Физическая культура на производстве	
3.5. Сравнительная экономическая эффективность совершенствования дымогенератора	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Мясо – самый популярный и востребованный продукт в рационе питания человека. Пищевая ценность мяса определяется тем, что оно является носителем полноценного животного белка и жира. Некоторые содержащиеся в нем питательные вещества по своей пищевой ценности, сбалансированности, химическому составу и свойствам невозможно заменить потреблением другой пищи [34].

Мясо и мясопродукты в обычных условиях хранятся сравнительно недолго. Чаще всего причинами порчи мяса являются микрофлора и воздействие ферментов, содержащихся в тканях. С целью предохранения от порчи и увеличения срока хранения мясо и мясопродукты консервируют, т.е. создают такие условия, при которых микрофлора не развивается или погибает, деятельность тканевых ферментов прекращается или существенно замедляется. Любой способ хранения должен быть безвредным, не влиять отрицательно на качество и органолептические показатели продукта [8].

Для хранения мяса и мясопродуктов применяют различные способы: низкие и высокие температуры, физико-химические и химические способы консервирования (посол, копчение, сублимационная сушка).

Копчение – наиболее распространенный традиционный способ обработки пищевого сырья продуктами неполного сгорания древесины. Данный способ обработки положительно зарекомендовал себя с древних времен как метод, позволяющий предотвратить порчу продукта и придать продукту специфические вкусовые качества.

С давних времен люди используют копчение, как способ консервации продукта в аккорде с приданием ему особенно ароматного запаха и замечательного вкуса. Как впервые были получены копченое мясо или рыба никому неизвестно, но вместе с тем, это не было случайностью по той простой причине, что процесс этот продолжительный и требует наличия определенных знаний.

В России копчением занимались очень давно, однако в основном для домашних целей и местной реализации. В XIII-XIV вв. новгородцы первыми начали производить копчёное мясо для торговли и обмена товарами. В 20 веке стало преобладать строительство коптильных заводов в крупных городах, где работали на соленом привозном или мороженом полуфабрикате [28].

В настоящее время широкое распространение получило производство различных видов колбас, в том числе копченых, а также других мясокопченостей.

В процессе традиционного копчения продуктов образуется большое количество канцерогенных, полициклических, ароматических углеводородов, мутагенных нитрозаминов и других вредных веществ типа метанола и формальдегида, которые в свою очередь осаждаются на поверхность продукта. Открытие новых видов вредных веществ, образующихся в процессе копчения, стимулировало поиск экологически безопасных способов копчения.

Также идет развитие и совершенствование конструкций дымогенераторов. Дымогенератор естественного тления при этом является наиболее приемлемым как для малого, так и для крупного производства.

Существенным недостатком дымогенераторов естественного тления является большой расход древесины, что отражается на качестве и себестоимости продукции. Один из способов устранения данного недостатка является тление трением.

В дымогенераторах используется одновременно несколько пород древесины, а также необходимо вести регулирование процесса. Этот вопрос требует более детальной экономической и технологической проработке, чему и посвящен данный проект.

Целью нашего проекта является снижение себестоимости продукции вследствие снижения энергозатрат, достигаемое путем модернизации дымогенератора.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения по способам копчения мяса и колбасных изделий

Копченое мясо является питательным продуктом, готовым к употреблению без кулинарной обработки.

Мясо содержит белки и аминокислоты, жизненно важные для человеческого организма. В нем также присутствуют коллаген и эластин – главные компоненты соединительной ткани, сухожилий, связок. Мягкое и нежное мясо особенно богато белками, а жесткое – эластином и коллагеном.

Копчение – один из универсальных способов обработки мясных продуктов. Закоптить можно все части свиных, говяжьих, бараньих туш (окорока, лопатки, корейку, ребра), куриные тушки, колбасу, сало, мясные рулеты.

Коптильный дым слегка подсушивает мясо, убивает бактерии и предотвращает их размножение. Образуется он в результате медленного горения дров или древесных опилок при недостатке кислорода.

Вкус, аромат и цвет конечного продукта зависят от породы дерева, которое было использовано в качестве топлива для коптильни, а также от степени сухости дров или опилок.

Плодовые деревья (вишня, груша, абрикос, яблоня) дают наилучшие результаты копчения. Также широко применяют бук, ольху, ясень, осину, дуб.

Можжевельник придает мясу красноватый оттенок и специфический аромат, а вот прочие хвойные деревья использовать в копчении не рекомендуется [33].

В зависимости от температуры процесса различают холодное, горячее и полугорячее копчение.

Классификация способов копчения представлена на рисунке 1.1 [34].



Рисунок 1.1 – Классификация способов копчения мяса

В зависимости от вида вырабатываемых изделий применяют разные типы копчения:

- «холодное», когда используемая дымовая смесь имеет температуру 18...35°C; «холодное» копчение в основном предназначено для обработки мясного сырья, длительное время выдержанного в посоле и, в частности, при изготовлении сыро-копченых окороков, колбас, кускового мяса, отрубов (с костями и без), шпика; при этом процесс копчения ведут довольно длительный период (до 12...24 часов непрерывно), либо обрабатывают дымом продукт циклично (15...20 минут копчения – 12...24 часа выдержка, копчение – выдержка и т. д.) в течение технологически целесообразного периода времени,

в течение которого достигается как эффект полностью заверщенного копчения, так и биохимическое созревание мяса, сопровождающееся формированием специфических цвета, запаха, вкуса и консистенции, а также уничтожение вредоносной микрофлоры;

- «горячее» копчение ведут при температуре 45...90 °С применительно к предварительно доведенным до кулинарной обработки (варкой или

запеканием) мясопродуктам таким как полукопченые и варенокопченые колбасы, окорока, сваренные сосиски и сардельки, колбаски-гриль. Продолжительность «горячего» копчения обычно составляет от 30 до 60 минут;

- обжарка - обработка полуготовых мясопродуктов горячим воздухом (с температурой от 70 до 110 °С), содержащим дымовые газы [32].

Помимо одноразового горячего или холодного копчения (т. е. обработки изделия непрерывно в течение определенного времени), можно вести процесс циклично с двух-, трех- и более кратным применением копчения, например, при изготовлении сырокопченых мясопродуктов.

При полугорячем копчении диапазон обрабатываемых температур составляет 40...80 °С; белки такой продукции денатурированы частично, ферменты практически полностью инактивированы, а готовность достигается за счет комплекса физических и биохимических изменений в тканях.

В зависимости от вида коптильной среды различают дымовое, бездымное и смешанное копчение.

При дымовом копчении полуфабрикат пропитывается веществами, выделяющимися при неполном сгорании древесины, находящимися в состоянии аэрозоли (дым). Бездымное копчение осуществляется продуктами сухой перегонки древесины в виде растворов (коптильная жидкость). Смешанное копчение представляет собой сочетание дымового и бездымного способов, т. е. последовательная обработка полуфабриката продуктами разложения древесины, находящимися в жидком или газообразном состояниях; условия осаждения продуктов неполного сгорания древесины на поверхности полуфабрикатов и проникновения их вглубь: естественное (без применения специальных приемов) и искусственное (использование токов высокой частоты, инфракрасных лучей, электрокопчение), комбинированное (сочетание естественного и искусственного копчения). Электрокопчение (при температуре не выше 100 °С) основано на осаждении продуктов неполного сгорания древесины в электрическом поле высокого напряжения постоянного

тока. Электрокопчение применяют для получения свиногокопченостей, рыбы горячего и холодного копчения, колбасных изделий и др. [16].

Известны также способы копчения с использованием токов высокой частоты, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей и др. В настоящее время широко применяют дымовое естественное копчение. С экологической и санитарно-гигиенической точек зрения наиболее перспективно бездымное копчение [20].

1.2 Технология производства копченых мясных колбас

Мясоперерабатывающая промышленность выпускает свыше 1000 наименований колбасных изделий.

В зависимости от сырья и способов обработки различают копчено-вареные, полукопченые, сырокопченые и другие изделия. По характеру сырья в готовой продукции различают кровяные колбасы, сосиски и сардельки, зельцы и студни, ливерные колбасы и др.

Основным сырьем в технологии мясных колбас является свинина, говядина, используется и нетрадиционное сырье — баранина, конина, оленина, мяса птицы и др. [31].

Приемку сырья осуществляют по ГОСТ 7631 – 85 для учета количества и проверки качества.

Замороженное мясо на кости предварительно размораживают. На обвалку направляют охлажденное сырье с температурой в толще мышц 0...4 °С или размороженное с температурой не ниже 1 °С. В процессе жиловки говядину, баранину, свинину разрезают на куски массой до 300...600 г, грудинку свиную на куски массой 300...400 г.

Перед измельчением жирное сырье (свинину жирную, грудинку, шпик, жир-сырец) необходимо охладить до 2 ± 2 °С или подморозить до -2 ± 1 °С.

Схема приготовления основных видов копченых колбас приведена на рисунке 1.2 [31].

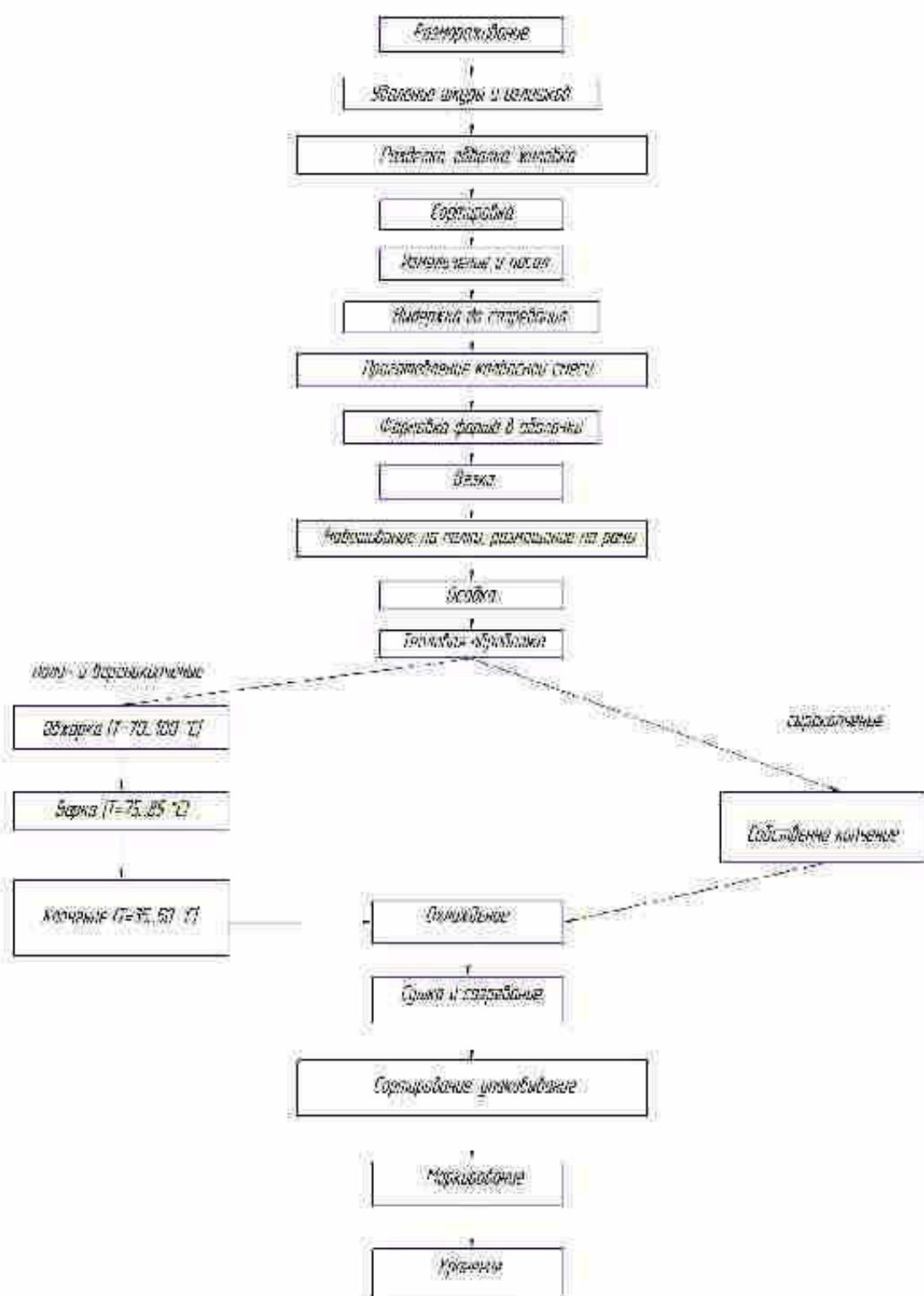


Рисунок 1.2 – Технологическая схема производства копченых колбас

Для выработки колбасных изделий используют сырье от здоровых животных, подвергнутое ветеринарно-санитарной экспертизе.

При разделке полутуши сначала расчлениют на отдельные отрубы для облегчения последующей операции обвалки (отделение мяса от костей). Говяжьи полутуши предварительно делят на семь частей, свиные полутуши расчлениют на три части. Обвалку производят на конвейере или стационарных столах, дифференциально, т.е. каждый рабочий специализируется на обработке определенной части. Одновременно проводят жиловку – отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, мелких косточек, кровоподтеков. В процессе жиловки мясо нарезают на куски массой до 1 кг; шпик, грудинку, щековину – на полосы. При этом выделяют жир-сырец [31].

Жилованную говядину сортируют на 3 сорта: высший, 1-й и 2-й сорта. Разборку по сортам свинину ведут в зависимости от содержания в ней жира на нежирную, полужирную и жирную.

Технология посола колбасного мяса включает его предварительное измельчение на волчке, смешивание с посолочными веществами и выдержку в посоле. В зависимости от вида и сорта колбас мясо измельчают до разной степени на куски (до 25 мм) и до тонкоизмельченного состояния. В мешалку или куттер вводят 3-4% поваренной соли и перемешивают смесь 2-3 мин.

По фаршепроводу смесь подают в отделение для созревания, где ее выдерживают в различных емкостях при температуре 2...4 °С. Созревание соленого фарша заключается в распределении посолочных ингредиентов, взаимодействии соли с белками мышечной ткани, изменении реологических свойств. Продолжительность выдержки фарша в посоле зависит от степени его измельчения и вида колбасных изделий и составляет от 6 до 48 часов, а при производстве сырокопченых колбас – до 5 суток.

При производстве полукопченых и копченых колбас соленое мясо подается на фаршемешалку, где проводится приготовление структурно неоднородного фарша (со шпиком). Большое значение имеет порядок загрузки: вначале загружают созревшие говядину и нежирную свинину. Затем, если нужно, добавляют холодную воду. Через 6...8 минут

перемешивая вводят специи и нитрит натрия в виде раствора. После этого загружают жирную свинину, а за 2-3 минуты до окончания – шпик. При равномерном распределении частей фарша он должен быть однородным и достаточно клейким [31].

Следующая технологическая операция – это формование готового фарша в оболочки. Шприцевание - это наполнение готовым фаршем натуральных или искусственных оболочек. В результате шприцовки колбасы приобретают присущую им форму цилиндрических батонов или колец. Диаметр оболочек может быть различным и зависит от вида изготавливаемой колбасы. Оболочка обеспечивает не только форму колбасных изделий, но также предохраняет их от загрязнения и усушки. Оболочки должны обладать прочностью при наполнении фаршем, стойкостью при тепловой обработке и способностью к усадке и расширению. Этим требованиям лучше соответствуют натуральные оболочки, т. е. кишки животных. Из искусственных оболочек в колбасном производстве применяют кутизиновые, вязкозные, целлофановые, бумажные. Все эти оболочки соответствуют необходимым требованиям. Они калиброваны и большая часть их имеет маркировку, т. е. название колбасного изделия.

Наполняют оболочку фаршем с помощью машины - шприца. Внутри шприца находится поршень или шнек, который при необходимости приводится в движение. На шприце имеется трубка - цевка, через которую при движении поршня или шнека выходит фарш и наполняет оболочку, одним концом натянутую на цевку. Поршень или шнек приводится в движение нажатием на педаль. В настоящее время для шприцовки применяют шприцы-автоматы, которые наполняют оболочку фаршем и на концы батона накладывают металлические клипсы, одновременно разъединяя батоны. Такие шприцы функционируют под контролем рабочего [30].

Необходимой операцией перед термической обработкой является осадка колбас – выдержка их на рамах при температуре около 0 °С и влажности 85%. При производстве полу- и варено-копченых колбас осадка идет соответственно 4...6 и 24...48 часов, сырокопченых – от 5 до 7 суток.

Тепловая обработка колбас состоит из обжарки, варки и копчения, режимы которых регламентируются в зависимости от вида колбасных изделий. Для проведения данных операций в колбасных цехах предусмотрено специальное оборудование: камеры обжарки, варки, копчения [31].

После осадки батоны направляют в обжарочные камеры, где их обрабатывают дымом из опилок смолистых пород древесины в течение 40-60 минут при температуре 75...80 °С. Температура фарша к концу обжарки не должна превышать 40...45 °С. В процессе обжарки оболочка батонов уплотняется, подсушивается, приобретает специфический запах. Дым действует бактерицидно, инактивируя вегетативные формы микроорганизмов оболочки и фарша [17].

Варку осуществляют либо в ваннах с водой, либо в паровых камерах при температуре 75...80 °С. Продолжительность варки находится в прямой зависимости от диаметра батона. Сосиски варят 10...15 минут, батоны большого диаметра - около 2 часов. О готовности колбасного изделия судят по температуре в толще батона, она должна быть 70...72 °С. Перевар батонов нежелателен, так как при этом происходит разрыв оболочки, а фарш становится сухим и рыхлым. Поэтому к концу варки проводят замер температуры в контрольных батонах.

Копчению, т.е. обработке продуктами неполного сгорания древесины, подвергают все виды колбас копченой группы. Цель копчения заключается в приобретении специфических копченых свойств за счет насыщения органическими компонентами дыма, обезвоживания, биохимических изменений и структурообразования.

Полу-, варено-копченые колбасы коптят при температурах дыма 35...50 °С в течении 6...24 часов. Сырокопченые колбасы коптят при 18...22 °С в течении 2...5 суток.

Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения товарного вида колбасные изделия после тепловой обработки охлаждают. Для этого их помещают в камеры охлаждения с температурой воздуха 4 °С и влажностью около 95% на 4...8 часов. К концу охлаждения температура внутри батона должна быть 8...15 °С [31].

Заключительной стадией производства копченых колбас является их сушка, предназначенная для уменьшения влагосодержания изделий. Сушка идет при температуре 10...12 °С в специальных помещениях или камерах. Полукопченые колбасы сушат около 2 суток до содержания воды 40...50%, варено-копченые – 5...10 суток до 30...40%, сырокопченые – 25...30 суток.

При сушке происходит созревание колбас, образование однородной монолитной структуры, увеличении концентрации сухих питательных веществ, повышение устойчивости к действию гнилостной микрофлоры.

Качество копченых колбас определяют в соответствии с требованиями нормативной документации органолептически (по внешнему виду, виду фарша в разрезе батона, консистенции, запаху и вкусу) и химическими методами (по массовой доле воды, поваренной соли, крахмала и нитритов). Подозрительные по качеству колбасные изделия направляют на микробиологический контроль.

Готовая продукция должна соответствовать: ГОСТ 16290-86 «Колбасы варено-копченые»; ГОСТ Р 53588-2009 «Колбасы полукопченые»; ГОСТ 16131-86 «Колбасы сырокопченые».

Стандартную по качеству колбасу упаковывают с порционированием или без него и маркируют. Для местной реализации разрешается использовать металлические или деревянные ящики [31].

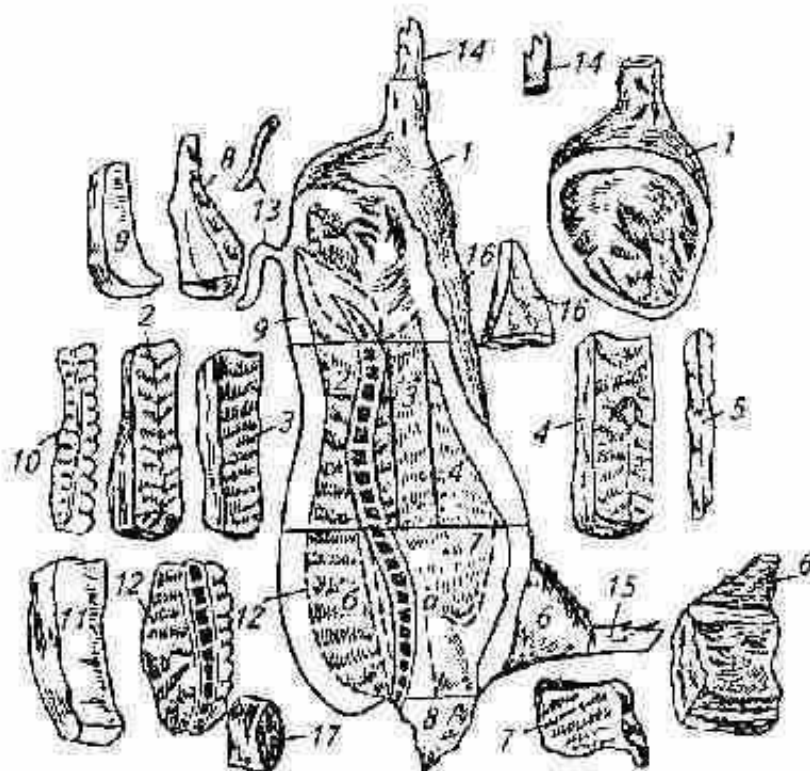
Продолжительность хранения различных видов колбас составляет от 10 суток до 4 месяцев в зависимости от вида.

1.3 Технология производства мясных копченостей

Мясокопченостями называют отдельные части свиных, говяжьих и бараньих туш, подвернутые посолу и термической обработке. Большинство мясокопченостей полностью готовы к употреблению в пищу. В наиболее широком ассортименте выпускают свиные копчености, обладающие более высокими вкусовыми качествами [8].

Технология производства мясокопченых продуктов сходна по перечню операций с колбасным производством, за исключением операции измельчения исходного сырья.

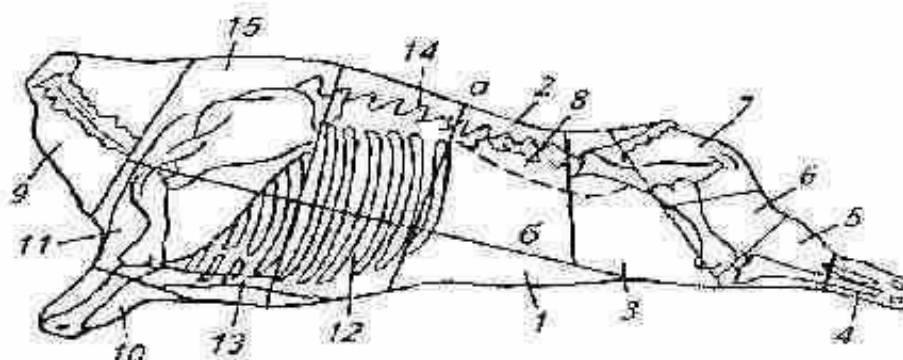
Разделку свиных полутуш производят по определенной схеме: на окорока, корейку, грудинку и щековину и придают им определенные формы.



1-задний окорок, 2-корейка, 3, 4-грудинка, 5-сосковая часть, 6-лопатка, 7-ребра, 8-щековина, 9, 11-шпик, 10-позвонки, 12-шейка, 13-хвост, 14, 15-ноги, 16-пашина, 17-прирезь мяса с остатком лопаточной кости, а-места надрубов при отделении ребер, б-линии отделения шейки с позвонками и шпика

Рисунок 1.3 – Схема разделки полутуши для посола и копчения.

Разделку говядины производят по определенной схеме, представленной на рисунке 1.4.



1-пашина, 2-филейная часть, 3-оковалок, 4-голяшка, 5-подбедерок, 6-огузок, 7-кострец, 8-вырезка, 9-шейная часть, 10-голяшка, 11-лопатка, 12-грудинка, 13-чельшко, 14-спинная часть, 15-плечевая часть

Рисунок 1.4 – Схема разделки говяжьей полутуши

Посол мяса осуществляется в охлаждаемых помещениях. В результате посола изделия приобретают специфический ветчинный аромат.

Существуют три вида посола: сухой — натирание мяса посолочной смесью, мокрый — погружение продукта в рассол или шприцевание им и смешанный — натирание мяса посолочной смесью, выдерживание в таком виде некоторое время и последующая заливка рассолом [28].

Независимо от вида посола важно следить за тем, чтобы мясо равномерно просолилось.

В состав посолочной смеси входят поваренная соль, нитрит натрия, сахар, а также различные пряности — лавровый лист, перец душистый, гвоздика и т.д. для посола применяют пищевую столовую соль, нельзя применять соль, загрязненную посторонними примесями.

В промышленных условиях посол осуществляется при температуре 2...4 °С в основном мокрым и смешанным способами с предварительным шприцеванием или без него. Сухой помол применяют при производстве таких

продуктов, как свинина прессованная, буженина и других продуктов на мелких предприятиях.

Вымачивание необходимо для удаления избытка соли из поверхностных слоев мяса и получения равномерной картины его просаливания. Далее изделие следует тщательно промыть для удаления поверхностной слизи, а также подсушить.

В зависимости от способа термической обработки мясные продукты подразделяют на сырокопченые, вареные, копчено-вареные, запеченные или жареные.

Сырокопченые продукты коптят до 5 суток в камере дымом с температурой 18...22 °С, образующимся при неполном сгорании древесины. После копчения изделия сушат при температуре 12...15 °С и относительной влажности воздуха 70...75% в течение 5...7 суток. В процессе копчения и сушки изделия значительно обезвоживаются, приобретают плотную и упругую консистенцию, уплотненную поверхностную корочку. У этих продуктов мышечная ткань от розово-красного до вишнево-красного цвета, вкус ветчинный солоноватый, выраженный запах копчения, появляющийся в результате взаимодействия веществ дыма (фенолов, альдегидов, кетонов и др.) с составными частями продукта.

Сырокопченые продукты хранятся более длительное время, так как содержат меньше воды и несколько больше соли, и, кроме того, значительное количество веществ дыма подавляюще или губительно действует на микроорганизмы.

Наиболее перспективным является метод мокрого копчения с использованием коптильной жидкости, которую готовят из коптильного препарата, полученного путем сухой перегонки древесины.

Изделия или опрыскивают коптильной жидкостью в течение нескольких секунд, или погружают в коптильную жидкость на 1 мин, а затем подвергают длительной сушке. Преимущество этого способа копчения состоит в том, что сокращаются сроки копчения, кроме того, готовые

продукты не содержат канцерогенных и других вредно действующих на организм человека веществ.

Известны два способа копчения - холодный и горячий.

Холодное копчение. Время копчения 3...7 суток при температуре 18...22 °С для сырокопчёных изделий.

Горячее копчение. Время копчения 12...48 часов при температуре 35...45 °С для варено-копчёных изделий.

Коптят продукты в коптильных камерах и автокоптилках. Перед загрузкой продукты предварительно подогревают. Температура в камере в начале копчения поддерживается на 10...12 градусов выше основного режима для подсушивания продукта с поверхности. Окончание копчения можно установить по органолептическим показателям. Продукт должен иметь характерный коричневый цвет, вкус и запах. Если продукт - сырокопчёный, его после копчения охлаждают и сушат 3...15 суток при 12 °С и влажности 75%.

1.4 Анализ технических средств для копчения мяса и колбас

Оборудование для копчения мяса и рыбы непрерывного и периодического действия можно разделить на три основные группы: автокоптилки и коптильные установки, универсальные и специализированные термокамеры, термоагрегаты и дымогенераторы (рисунок 1.5) [17].

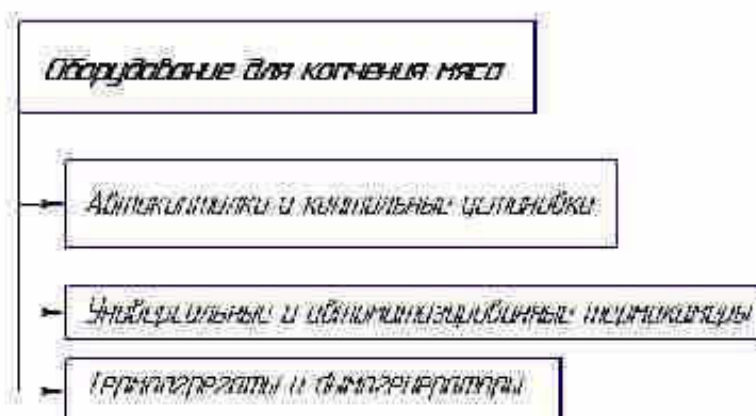


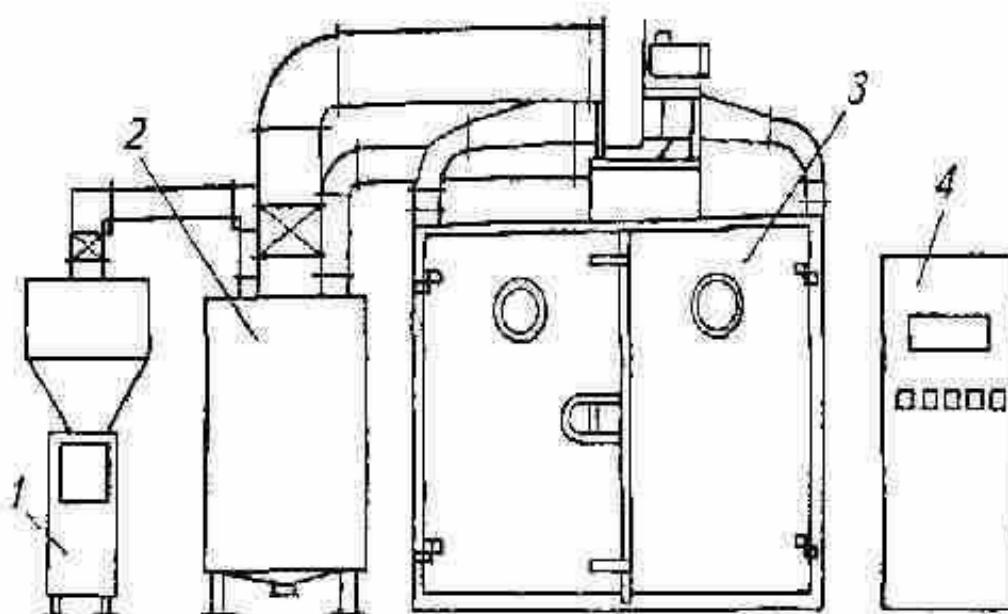
Рисунок 1.5 – Классификация оборудования для копчения мяса

Универсальные и автоматизированные термокамеры предназначены для последовательной обработки одного вида продукции, а также для обработки нескольких видов продукции.

Термокамеры и копильные установки в зависимости от конструктивных особенностей различают камерного, туннельного и башенного типов.

Копчение в установках камерного типа (рисунок 1.6) выполняют в специальных небольших камерах периодического действия, где в одном объеме проводят все стадии обработки (подсушку, собственно копчение, проваривание и т. д.).

В современных копильных установках дым вырабатывается специальным дымогенератором, откуда под действием принудительной тяги он подается в камеру с продуктом, после чего выбрасывается или подвергается рециркуляции для более полного использования. В данных установках автоматически регулируются основные параметры, осуществляются их микропроцессорное управление, комплексная очистка дыма и автоматическая санитарная обработка [28].



1-дымогенератор, 2-смесительная камера, 3-копильная камера, 4-щит управления

Рисунок 1.6 – Копильная установка камерного типа

Камерные коптильные установки можно легко перестроить с дымового на бездымное копчение. Данный тип установок наиболее распространен в нашей стране и за рубежом, так как удобен в обслуживании и позволяет получить продукцию высокого качества. При этом в качестве теплоносителей используют воздух или пар, что делает их универсальными для различных тепловых операций (вяление, сушка, проваривание, копчение).

Достоинствами копчения в установках камерного типа являются высокое качество продукции, простота и удобство обслуживания. К недостаткам можно отнести ручной труд при загрузке камер и проблемы с равномерным распределением копильной среды при модульном наращивании объема камеры [28].

Копчение в установках туннельного типа (рисунок 1.7) осуществляют по непрерывному принципу, до недавнего времени оно широко практиковалось в нашей стране.

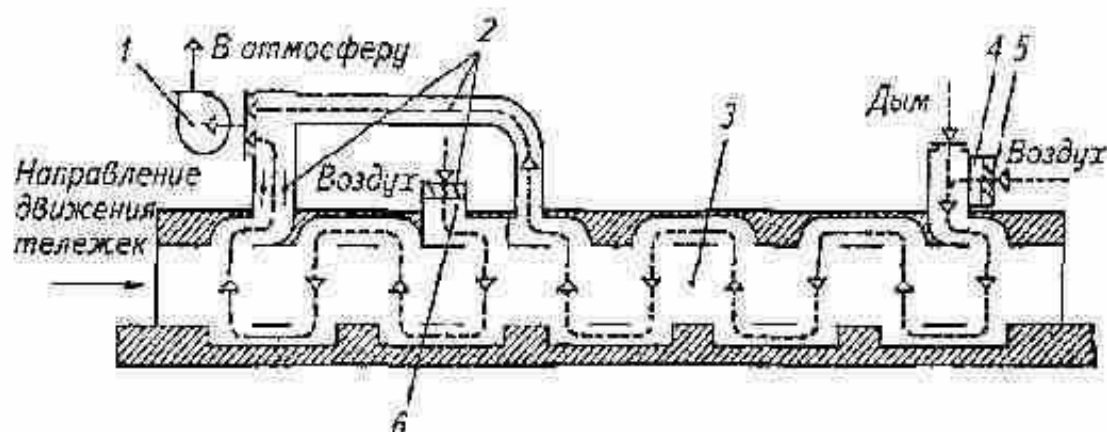


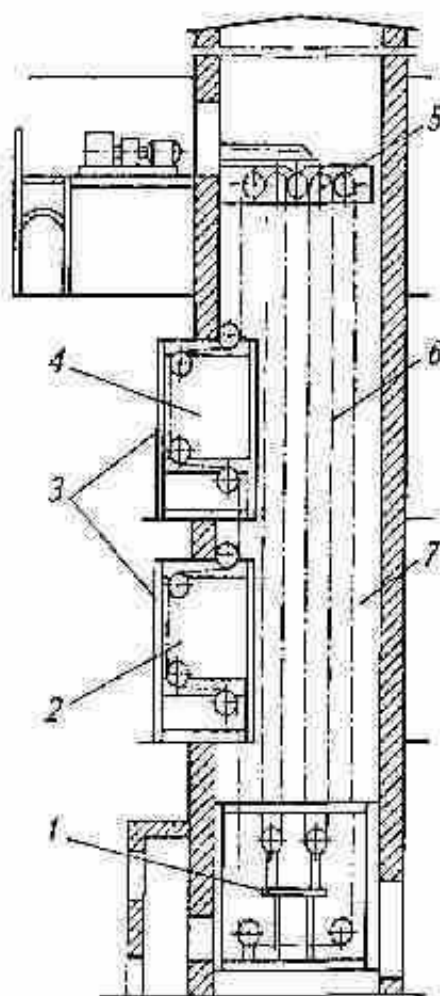
Рисунок 1.7 – Схема туннельной коптильной установки

При туннельном копчении операции пространственно разделены, что позволяет достигать непрерывности и высокой производительности процесса.

Применение туннельных коптильных установок на мясоперерабатывающих предприятиях позволило впервые практически исключить ручной труд в копчении.

Недостатками копчения в установках туннельного типа являются неравномерность по качеству продукции из-за больших пространственных размеров, невозможность быстро изменять ассортимент готовой продукции, трудности в применении современных технологий бездымного копчения.

Копчение в установках башенного типа (рисунок 1.8) является разновидностью туннельного при вертикальном расположении рабочего пространства.



1-натяжная станция, 2-загрузочный вывод, 3-двери, 4-разгрузочный вывод,

5-приводная станция, 6-конвейер, 7-корпус печи

Рисунок 1.8 – Схема башенной копильной установки

Достоинствами копчения в башенных установках являются рациональное использование копильной среды при ее естественном движении вверх, равномерность продукции по качеству, высокие

производительность и уровень механизации. Недостатки – громоздкость оборудования сложность его санитарной обработки [28].

1.5 Цели и задачи проектирования

По рассмотренным технологиям и техническим средствам копчения мясных продуктов целесообразно использовать как технологию холодного, так и горячего копчения мяса, и производства различных видов колбас. Реализация этого приведет к увеличению ассортимента готовой продукции.

Для данных целей приемлема коптильная установка камерного типа, так как ее применение наиболее целесообразно при небольших объемах производства.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание предлагаемой технологической схемы копчения мяса

С целью уменьшения энергетических затрат в технологии копчения предлагается модернизировать дымогенератор копильной установки.

Технология производства мяскопченых продуктов сходна по перечню операций с колбасным производством, за исключением операции измельчения исходного сырья.

Предлагаемая технологическая схема производства мяскопченостей представлена на рисунке 2.1.

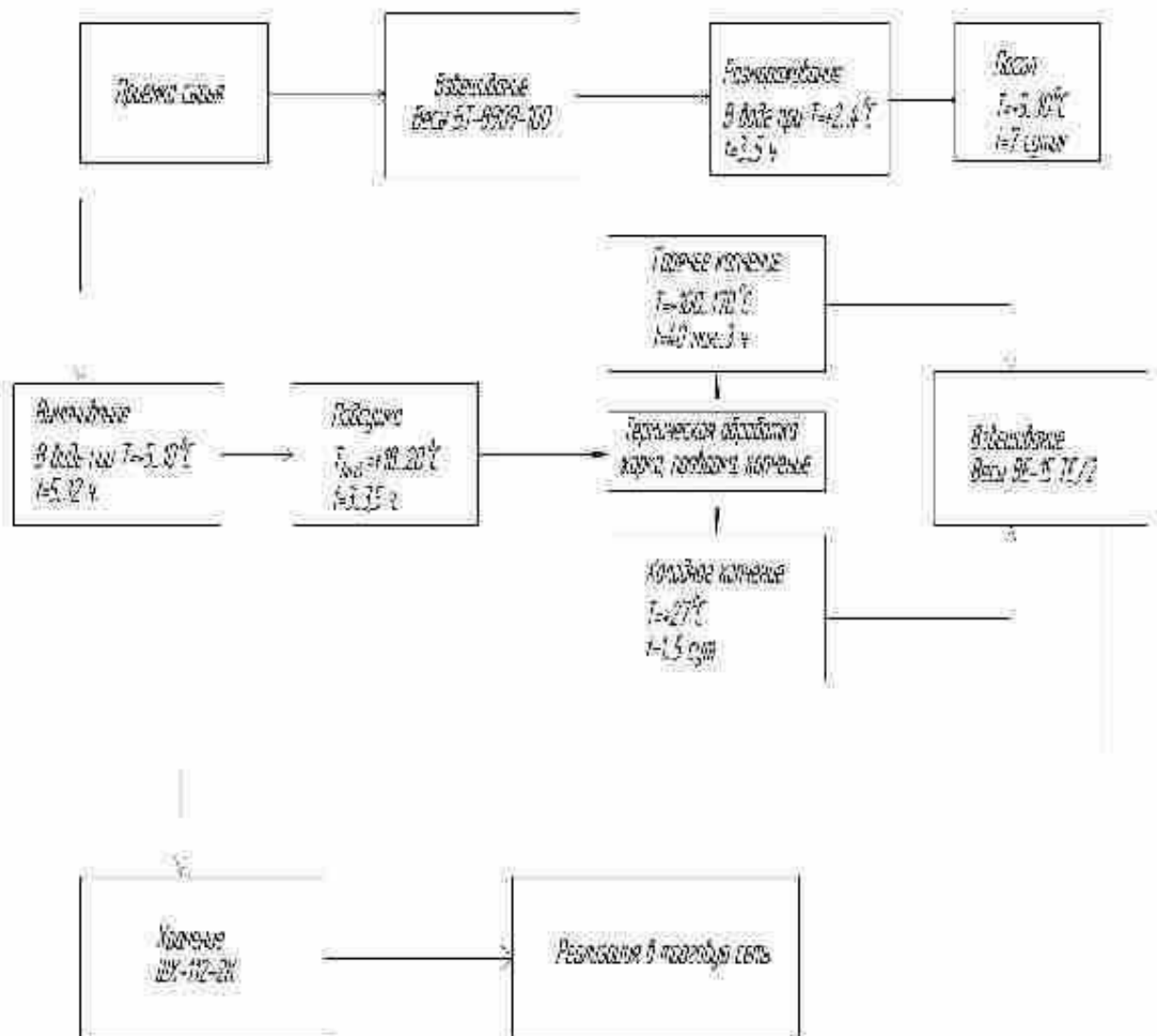


Рисунок 2.1 – Предлагаемая технологическая схема производства мясных копченостей

Приемка сырья. Для изготовления мясных изделий может быть использовано только мясо от здоровых животных. При приемке сырья на мясоперерабатывающем предприятии необходимо проводить органолептическую оценку и биохимическую экспертизу. По стандарту на холодное копчение направляют соленое мясо высшего, I и II сортов, а также охлажденное мясо и мясо - сырец не ниже I сорта. Для производства мяса горячего копчения является охлажденная и мороженая говядина и свинина не ниже I сорта.

Взвешивание сырья производится при помощи весов марки ВТ-8908-100, данные взвешивания заносятся в журнал приемки сырья.

Размораживание сырья производится в ваннах в воде при температуре 2...4 °С в течение не более 6 часов для туш среднего и малого размера и не более 2 часов для четвертин.

Посол мяса состоит в том, что части мясных туш, уложенные в ванны высотой 70...90 см, заливают посолочным раствором и выдерживают в течении 5...10 суток. Изделия получаются сочными, но часть питательных веществ теряется в растворе. Концентрация рассола не должны быть ниже 12%, иначе возможна порча продукта. Посол производят раствором поваренной соли при температуре рассола 5...10 °С.

Вымачивание необходимо для удаления избытка соли из поверхностных слоев мяса и получения равномерной картины его просаливания. Соленый продукт помещают в емкость, наполненную водой с температурой 5...10 °С. Отношение веса мяса к весу воды 1:1. Продолжительность вымачивания – 5...12 часов.

Подсушка производится при температуре воздуха 18...20 °С и его относительной влажности 60...65%, без попадания прямых солнечных лучей. Продолжительность операции составляет 3...3,5 часа.

Горячее копчение. Мясо навешивают на рейки и помещают в коптильную установку, где ведется процесс копчения при температуре 100...170 °С и длительности копчения от 40 минут до 3 часов.

Холодное копчение. Продукт поступает в копильное отделение, где проходит процесс холодного копчения при температуре дымо-воздушной смеси 27 °С и длительности копчения 1...5 суток.

Взвешивание готовой продукции производится на весах ВЕ-15 ТЕ/2.

Хранение продукции осуществляется не более суток в холодильном шкафу типа ШХ-1.12-2К при температуре 0...4 °С, после чего она поступает на реализацию.

Технологическая карта производства мяскокопченостей представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технологическая карта производства мяскокопченостей

Перечень технологических операций	Время работы за год	Объем работы, т/год	Марка машины и оборудования	Количество машин и оборудования	Мощность, кВт	Время работы, час/смену	Расход электроэнергии, кВт·ч/год	Примечание
Приемка сырья	251	640,0	160,6	Лабораторная	1	-	4	-
Взвешивание	251	640,0	160,6	Весы ВТ-8939-02	1	-	2	-
Размораживание	251	640,0	160,6	Емкость для размораживания	2	-	8	-
Посола	251	618,0	155,0	Емкость для посола	10	-	8	-
Вымачивание	251	593,0	148,8	Емкость для вымачивания	-	-	3	-
Посушка	251	587,0	147,3	Стендаж	1	-	4	-
Призарка и копчение	251	557,6	140,0	Копильная установка (предлавающий дымовая камера)	1	0,18	5	0,9 225,9
Взвешивание	251	474,0	119,0	Весы ВЕ-15ТЕ/2	1	-	2	-
Хранение	251	474,0	119,0	Холодильный шкаф ШХ-1.12-2К	1	0,027	4	0,108 27,1

Приемку сырья осуществляют по ГОСТ 7631 – 85 для учета количества и проверки качества.

Мороженое мясо размораживают в воде погружением или орошением при температуре не более 15 °С в течение 2...6 ч. Потери в массе при размораживании составляют 3,5%.

Размороженное или охлажденное мясо необходимо вымыть водой температурой не более 15 °С для удаления загрязнений.

Перед направлением на разделку или посол мясо сортируют по размерам и качеству, отделяя нестандартные образцы. Это позволяет выпускать однородную по качеству продукцию. Направлять на посол необходимо куски мяса одинаковых размеров.

Разделанное мясо необходимо вымыть для удаления остатков загрязнений.

Для повышения вкусовых качеств готовой продукции мясо солят до содержания соли в мышечных тканях 1,8...2,0%. Посол производят мокрым способом в насыщенном растворе поваренной соли (плотность 1,18...1,20 г/см³) при соотношении мяса и раствора 1:2 от 10 мин до 6 ч в зависимости от вида, размера кусков и способа их разделки. Потери массы при посоле составляют 2...4%.

Посоленное мясо необходимо ополоснуть пресной водой и разместить на носителях. Для этого куски обвязывают во избежание падения при наколке на шомпола и рейки или раскладывают на сетки-носители коптильных тележек. Обвязывают крупные куски шпагатом со шпункой или без нее, мелкие куски можно накалывать без обвязки. Тележки для копчения с размещенным на носителях соленным полуфабрикатом загружают в коптильные установки.

Традиционно мясо горячего копчения получают в такой последовательности операций: подсушка, проварка, собственно копчение.

Подсушку осуществляют теплым воздухом температурой 60...80 °C и влажностью 40...60% до момента подсыхания кожи в течение 20...30 мин. Ее назначение – удалить поверхностную влагу для лучшего осаждения компонентов дыма и желаемого цветообразования. При размещении мяса на шомполах и прутках в процессе подсушки она прочнее удерживается на носителях и не падает на пол. Потери массы при подсушке составляют до 5% массы соленого полуфабриката.

Проварка мяса осуществляется горячим дымом, воздухом или паром при температуре 100...170 °C от 40 мин до 3 ч. Назначение проварки –

полная кулинарная готовность мяса: мышечные ткани легко отделяются от костей, кровь полностью свернулась, белки денатурировали, а ферменты инактивировались. При повышении жирности мяса понижают температуру проварки, в противном случае образуется неисправимый брак – «лопанец».

Собственно, копчение – это заключительная стадия копчения, когда обработка идет технологическим дымом температурой 100...120 °С от 30 мин до 3 ч. Назначение данной стадии – насытить проваренные мышечные ткани рыбы коптильными компонентами для придания аромата и вкуса копчености. Одновременно осуществляется эффективное окрашивание поверхности мяса в золотистые тона, чему способствуют высокие температуры процесса. По окончании процесса температура внутренних слоев мышечной ткани мяса должна быть не менее 80 °С.

Потери в массе при проварке и копчении составляют до 15%.

Для охлаждения применяют специальные охлаждающие камеры.

2.2 Обоснование выбора коптильного оборудования

Для реализации проектного решения необходимо подобрать коптильную камеру. Для выбора оборудования произведем сравнительный анализ наиболее распространенных, универсальных термокамер малой производительности по удельным показателям.

2.2.1 Термодымовая камера КОН-5

КОН-5 профессиональная коптильная термодымовая камера (рисунок 2.2). Имеет надежную отработанную конструкцию, простое управление и невысокую стоимость. Идеально подойдет для малопромышленных предприятий. Также подойдет для тех, кто только начинает профессионально заниматься копчением. Благодаря своим отличным рабочим характеристикам позволяет получить продукцию самого высокого качества. Камера работает в пяти основных режимах: подсушка, обжарка, варка, горячее копчение, холодное копчение. Отличительные особенности: дымогенератор и дымоохладитель объединены в общий узел

(моноблок) и соединены с камерой копильни с помощью трубопроводов. В конструкции моноблока встроена система очистки дыма. В камере предусмотрена автоматическая мойка внутреннего объема, дымогенератора и трубопроводов. Для высококачественного холодного копчения мяса и деликатесных продуктов в камеру может быть встроен холодильный агрегат исключающий оседание влаги на продукте. Копчение в камере производится с использованием щепы различных древесных пород, таких как ольха, бук, дуб, яблоня, вишня, груша и их смесей с фракцией от 1 до 12 мм [22].

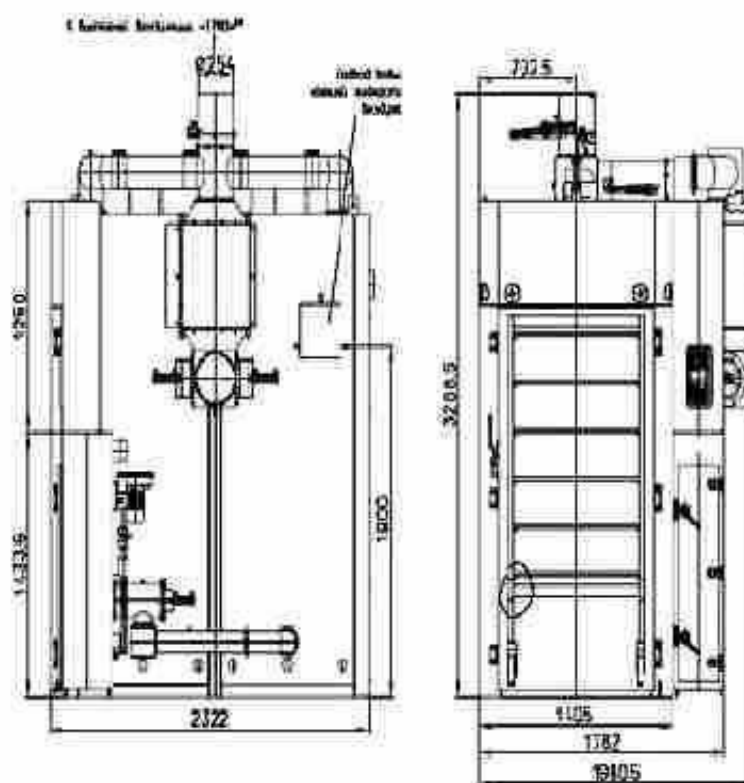


Рисунок 2.2 – Схема камеры типа КЧН

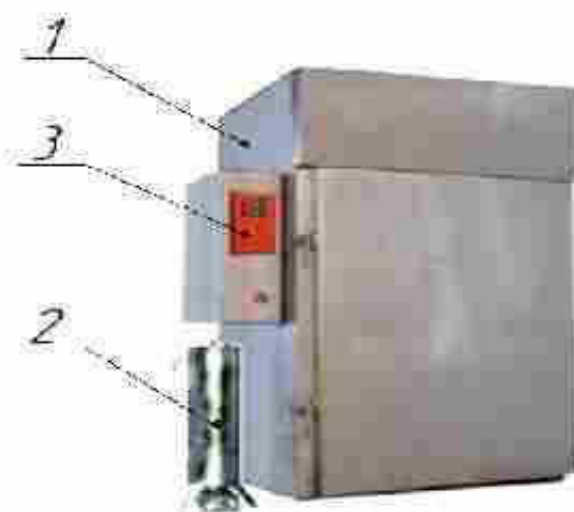
Техническая характеристика термодымовой камеры КЧН-10 представлена в таблице 2.2.

2.2.2 Термокамера УТК-2

Данная копильная камера предназначена для производства колбасных изделий, мясных деликатесов, рыбы и птицы холодного и горячего копчения.

Уменьшение потерь при тепловой обработке (сушке, копчении, обжарке, варке) достигается в условиях традиционных технологий с использованием современного термического оборудования. Термокамера УТК-2 обеспечивают выполнение всех необходимых операций в

минимальное время. Наиболее важными параметрами технологических процессов, уменьшающих тепловые потери в копильной камере, являются: регулирование перепадов температур и сокращение времени сушки [27].



1-корпус, 2-дымогенератор, 3-блок управления

Рисунок 2.3 - Термокамера УТК-2

Техническая характеристика термокамеры УТК-2 представлена в таблице 2.2.

2.2.3 Термокамера КТД-300

С успехом может использоваться для приготовления колбас, сушки фруктов, овощей и лекарственного сырья. Технологические процессы - варка, сушка, обжарка, копчение осуществляются при заранее заданных параметрах температуры, влажности, длительности циклов проводимых операций.

Камера состоит (рисунок 2.4) из корпуса, моноблока и пульта управления. Термодымовой блок с корпусом камеры соединяется при помощи кронштейнов и болтов. Основание, стенки корпуса и дверь - полые. Пространство между наружной и внутренней обшивками, заполнено термоизолирующим материалом, снижающим нагрев наружных поверхностей при работе камеры. В конструкции камеры предусмотрен откидной трап для удобства вкатывания тележки с продукцией, подлежащей обработке [27].

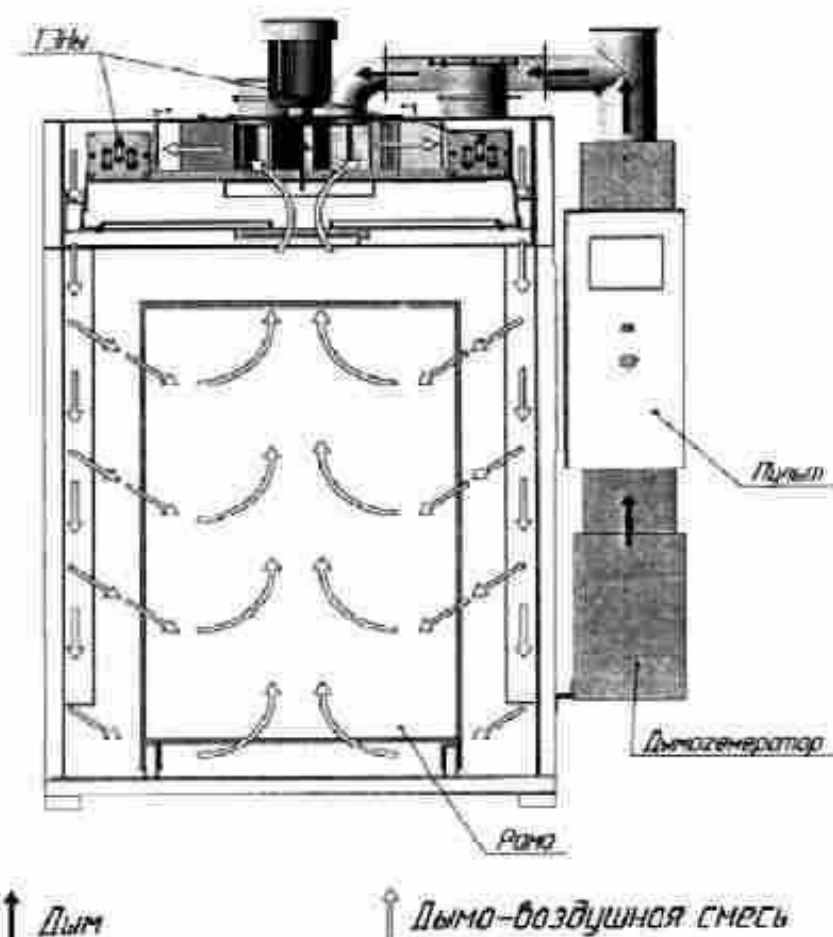


Рисунок 2.4 – Схема термокамеры КТД-300

Техническая характеристика термокамеры КТД-300 представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика универсальных термокамер

ПОКАЗАТЕЛИ	КОН-5	УТК-2	КТД-300
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, Т/Ч	0,053	0,077	0,1
ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ, ММ	1400×1350×255	1680×1360×270	1520×1760×246
МАССА, КГ	550	1000	1000
ЗАГРУЗКА, КГ	160	230	300
МОЩНОСТЬ, КВТ	20,5	26,2	20,2

Производительность термокамер рассчитана для режима горячего копчения (время копчения – 3 часа) учитывая паспортную загрузку камер.

Произведем расчет удельных показателей, сравниваемых универсальных термокамер малой производительности.

Техническую производительность каждого аппарата W_T (т/ч) определяют по формуле:

$$W_T = W_{\Pi} \cdot \tau, \quad (2.1)$$

где W_{Π} - паспортная производительность, т/ч

τ – коэффициент использования рабочего времени, (0,7...0,8).

$$W_{T_1} = W_{\Pi} \cdot \tau = 0,053 \cdot 0,8 = 0,042 \text{ т/ч}$$

$$W_{T_2} = W_{\Pi} \cdot \tau = 0,077 \cdot 0,8 = 0,062 \text{ т/ч}$$

$$W_{T_3} = W_{\Pi} \cdot \tau = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08 \text{ т/ч}$$

Удельную материалоемкость каждого аппарата $M_{уд}$ (кг·ч/т) определяют по формуле:

$$M_{уд} = M / W_T, \quad (2.2)$$

где M – масса аппарата, кг

$$M_{уд_1} = M / W_{T_1} = \frac{550 \text{ кг}}{0,042 \text{ т/ч}} = 13095,24 \text{ кг} \cdot \text{ч/т}$$

$$M_{уд_2} = M / W_{T_2} = \frac{1000 \text{ кг}}{0,062 \text{ т/ч}} = 16129,03 \text{ кг} \cdot \text{ч/т}$$

$$M_{уд_3} = M / W_{T_3} = \frac{1000 \text{ кг}}{0,08 \text{ т/ч}} = 12500 \text{ кг} \cdot \text{ч/т}$$

Удельную энергоёмкость каждого аппарата $N_{уд}$ (кВт·ч/т) определяют по формуле:

$$N_{уд} = N / W_T, \quad (2.3)$$

где N – установленная мощность, кВт

$$N_{уд_1} = N / W_{T_1} = \frac{20,5 \text{ кВт}}{0,042 \text{ т/ч}} = 488,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

$$N_{уд_2} = N / W_{T_2} = \frac{26,2 \text{ кВт}}{0,062 \text{ т/ч}} = 422,58 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

$$N_{удс} = N/W_T = \frac{20,2 \text{ кВт}}{0,08 \text{ т/ч}} = 252,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

Габаритность каждого аппарата F ($\text{м}^3 \cdot \text{ч/т}$) определяют по формуле:

$$F = L \cdot B \cdot H/W_T, \quad (2.4)$$

Где L, B, H – соответственно длина, ширина и высота аппарата, м

$$F_1 = L \cdot B \cdot H/W_T = \frac{4,82 \text{ м}^3}{0,042 \text{ т/ч}} = 114,76 \text{ м}^3 \cdot \text{ч/т}$$

$$F_2 = L \cdot B \cdot H/W_T = \frac{6,17 \text{ м}^3}{0,062 \text{ т/ч}} = 99,52 \text{ м}^3 \cdot \text{ч/т}$$

$$F_3 = L \cdot B \cdot H/W_T = \frac{6,58 \text{ м}^3}{0,08 \text{ т/ч}} = 82,25 \text{ м}^3 \cdot \text{ч/т}$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Удельные показатели сравниваемого оборудования

Показатели	КОН-5	УТК-2	КТД-300
Техническая производительность, т/ч	0,042	0,062	0,08
Удельная материалоемкость, кг · ч/т	13095,24	16129,03	12500
Удельная энергоемкость, кВт · ч/т	488,1	422,58	252,2
Габаритность, $\text{м}^3 \cdot \text{ч/т}$	114,76	99,52	82,25

Рассмотрев распространенные типы копильных камер и, сравнив их по удельным показателям, пришли к выводу, что наиболее приемлемой является термокамера КТД-300, так как среди сравниваемого оборудования она имеет наибольший показатель технической производительности при наименьших показателях материалоемкости, энергоемкости и габаритности.

2.3 Подбор и расстановка оборудования

В связи с тем, что основной технологической операцией всей линии является копчение, расчет необходимого оборудования необходимо вести по производительности копильной установки.

Для цеха выбираем копильную установку КТД-300 производительностью 0,1 т/ч.

Выбираем режим работы в одну смену по 8 часов из расчета рабочего периода – 365 дней в году. Тогда суточная производительность определяется по формуле:

$$W_{\text{сут}} = W_{\text{п}} \times t \times n \times \tau, \quad (2.5)$$

где $W_{\text{п}}$ – паспортная производительность копильной установки, т/ч;

t – время одной смены ($t = 8$ час);

n – количество смен, $n = 1$;

τ – коэффициент использования рабочего времени смены, $\tau = 0,8$

$$W_{\text{сут}} = 0,1 \times 8 \times 1 \times 0,8 = 0,64 \text{ т/сут.}$$

Определение количества посолочных емкостей. Согласно производительности копильной установки (в режиме горячего копчения), необходимо ежедневно производить посол 640 кг сырья. Посол планируется производить в стационарных емкостях, объем каждой из которых должен равняться 1 м³. С учетом заполнения емкостей по 350 кг сырья и продолжительности посола в течении 4 дней, выбираем 10 емкостей.

Приемка мяса осуществляется в замороженном виде, по причине чего требуется еще две емкости для его размораживания. Итак, для размораживания, посола и вымачивания мяса необходимо 12 емкостей.

Расчет размеров стеллажей и выбор холодильного шкафа. Стеллаж для подсушки поверхности продукта перед копчением должен иметь площадь поверхности полок, обеспечивающую размещение 640 килограммов продукта, чего будет достаточно для бесперебойной работы цеха, т.к. продолжительность подсушки составляет 3...3,5 часов. Площадь помещения

для подсушки продукта позволяет разместить стеллаж общей длиной 2680 мм при ширине полки 700 мм, причем ширина проходов согласно правилам охраны труда, составляет не менее 0,8 м.

Вместимость стеллажа Π_c , (кг) может быть рассчитана по формуле:

$$\Pi_c = a \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot n \cdot k, \quad (2.6)$$

где a – длина стеллажа, м, равна 2,68 м;

b – ширина полки стеллажа, м (принимаем 0,7 м);

h – высота слоя продукта, м (равна 0,045 м);

ρ – плотность продукта, кг/м³ (равна 700 кг/м³);

n – число полок, шт.;

k – коэффициент заполнения полки, равен 0,5...0,7 (определен экспериментально).

Нам известны вместимость стеллажа – 640 кг (суточная производительность копильной установки), размеры полки, плотность продукта, высота слоя продукта и коэффициент заполнения полки, поэтому из формулы 2.6 определяем число полок стеллажа, округляя результат в большую сторону до целого числа:

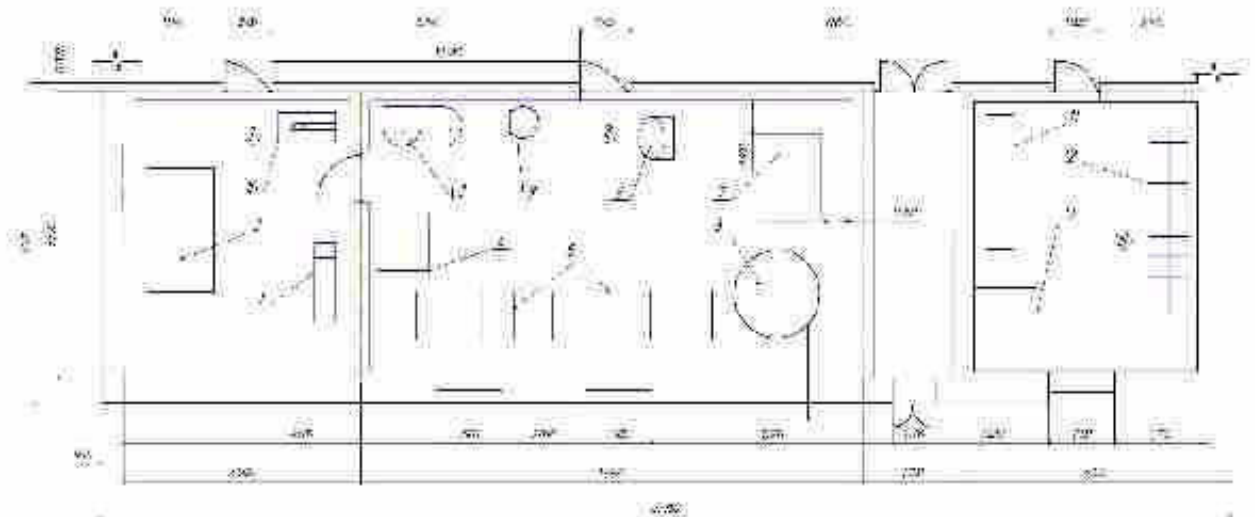
$$n = 640 / (2,68 \cdot 0,7 \cdot 0,045 \cdot 700 \cdot 0,65) = 17 \text{ (штук)}$$

Стеллаж для выдержки продукта после копчения должен иметь площадь поверхности полок, обеспечивающую размещение 1280 килограммов продукта, чего будет достаточно для бесперебойной работы цеха, т.к. продолжительность выдержки составляет не более двух суток. Площадь помещения для выдержки продукта позволяет разместить стеллаж общей длиной 7850 мм при ширине полки 650 мм, причем ширина проходов согласно правилам охраны труда, составляет не менее 0,8 м.

Нам известны вместимость стеллажа – 1280 кг (производительность копильной установки за двое суток), размеры полки, плотность продукта, высота слоя продукта и коэффициент заполнения полки, поэтому из формулы 2.6 определяем число полок стеллажа, округляя результат в большую сторону до целого числа:

$$n = 1280 / (7,85 \cdot 0,65 \cdot 0,045 \cdot 700 \cdot 0,65) = 13 (\text{штук})$$

На рисунке 2.6 представлен план здания цеха с расстановкой необходимого оборудования. Общая площадь копильного цеха составляет 250 м².



Производственные помещения I - холодильное отделение, II - отделение приемки и подготовки сырья, III - бытовое отделение.

Оборудование: 1 - стеллаж, 2 - холодильная камера, 3 - емкость для размораживания мяса, 4 - стол для разделки, 5 - чай посолочный, 6 - установка для приготовления рассолов, 7 - дымогенератор, 8 - копильная камера, 9 - весы, 10 - весы напольные, 11 - лавочки, 12 - шкаф, 13 - стол.

Рисунок 2.6 – План цеха мясных деликатесов

Доставку готовой продукции к точкам реализации планируется осуществлять ежедневно, поэтому холодильный шкаф нужен в основном для охлаждения продукции (ее суточного объема) до температуры 1...4 °С и хранения ее несколько суток. Холодильный шкаф ШХ-1.12-2К с полезным объемом рабочей камеры 1,12 т удовлетворяет данным требованиям.

Расстановка оборудования производилась согласно требованиям охраны труда, по которым ширина проходов не должна быть менее 0,8 м, а путей постоянного перемещения персонала – 1м.

2.4 Технологическая карта работы предлагаемого дымогенератора

Сначала производим взвешивание сырья, определяя объем и массу необходимого для одного рабочего цикла сырья согласно вместимости коптильной камеры. В данной операции задействован один человек в течении 30 минут. Параллельно с этим происходит осмотр и подготовка дымогенератора к работе – данную операцию выполняет оператор коптильной установки в течении одного часа. Он же обеспечивает настройку режимов работы, задание необходимых параметров копчения и их выход на рабочий режим работы (в случае неисправности – устраняет неполадки).

Рабочий цикл для режима горячего копчения составляет в среднем 5 часов – за процессом следит оператор установки. Технологическая карта работы предлагаемого аппарата представлена в таблице 2.4.

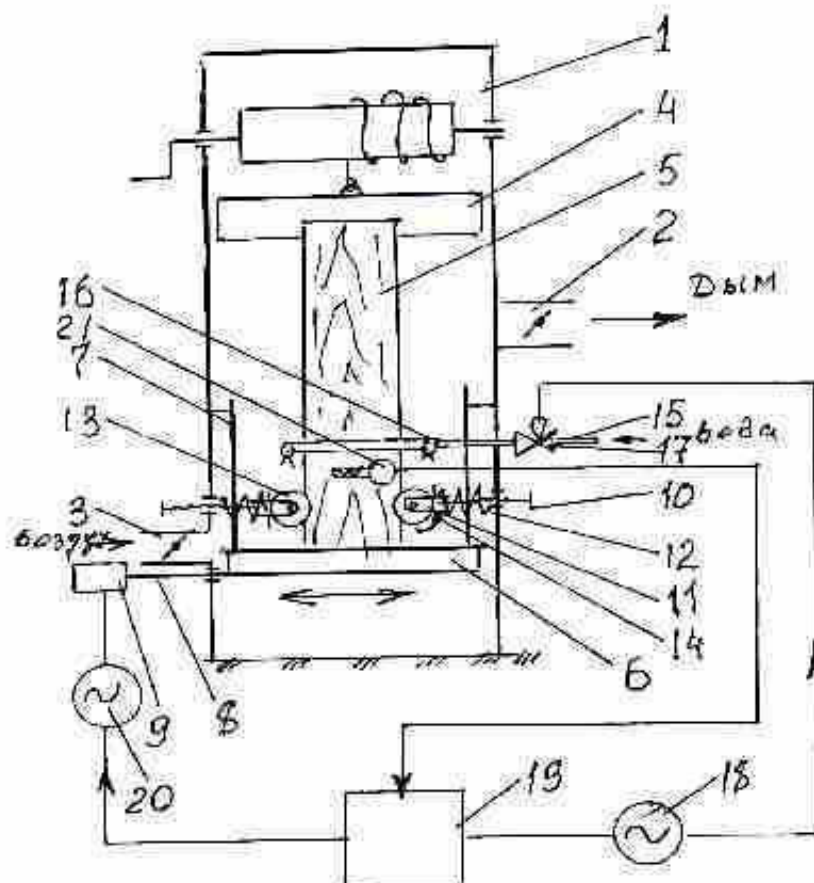
Таблица 2.4 – Технологическая карта работы предлагаемого аппарата (для режима горячего копчения)

№ П/П	ВИД ОПЕРАЦИИ	ВРЕМЯ, ЧАС							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	ВЗВЕШИВАНИЕ СЫРЬЯ И УСТАНОВКА ЕГО В КОПТИЛЬНУЮ КАМЕРУ	X							
2	ОСМОТР И ПОДГОТОВКА ДЫМОГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ (УСТАНОВКА МАТЕРИАЛА)	X							
3	НАСТРОЙКА РЕЖИМОВ РАБОТЫ		X						
4	ВКЛЮЧЕНИЕ И ПРОВЕРКА РАБОТЫ ДЫМОГЕНЕРАТОРА		X						
5	ВЫХОД ПАРАМЕТРОВ НА РАБОЧИЙ РЕЖИМ ПРОЦЕССА			X					
6	РАБОЧИЙ ЦИКЛ (КОПЧЕНИЕ)			X	X	X	X	X	X
7	ВЫКЛЮЧЕНИЕ								X
8	ОЧИСТКА, РАЗБОРКА И МОЙКА РАБОЧИХ ИНСТРУМЕНТОВ И РАБОЧЕГО МЕСТА								X

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание предлагаемой конструкции копильни

Устройство для генерации дыма (рисунок 3.1) состоит из корпуса 1 с патрубками 2 и 3 дыма и воздуха соответственно, прижимного приспособления 4, источника дыма 5 (например, бруска из древесины лиственных пород), имеющего возможность взаимодействия с пластиной 6 на упругих тягах 7, соединенной посредством штанги 8 с вибратором 9.



1 – корпус; 2, 3 – патрубки; 4 – прижимное приспособление; 5 – источник дыма; 6 – пластина; 7 – тяги; 8 – штанга; 9 – вибратор; 10 – винтовая пара; 11 – трубка; 12 – пружина; 13 – ролик; 14 – тормозной элемент; 15 – трубопровод; 16 – форсунки; 17 – кран; 18 – исполнительный механизм; 19 – блок управления; 20 – источник питания; 21 – датчик температуры

Рисунок 3.1 – Принципиальная схема предлагаемого аппарата

ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Птунинский			06.2
Проект.	Шугенов Ю.Х.			06.2
Н. контр.	Шугенов Ю.Х.			06.2
Утв.	Халимзянов			06.2
Автоподписка		Литер.	Лист	Листов
		У	1	18
КазГАУ каф.МОА Б261-04 группа				

На противоположных стенках корпуса 1 закреплены винтовые пары 10 имеющие возможность взаимодействия через трубки 11 (телескопические элементы) с пружинами 12, ролики 13 с рифлями и ребордами, с источником дыма 5. По крайней мере, один из роликов 13 установлен с возможностью взаимодействия с неподвижно закрепленным на трубке 11 термочувствительным тормозным элементом 14 (например, биметаллическая пластина). На участке перемещения источника дыма 5 в корпусе закреплен трубопровод 15 с форсунками 16 и краном 17. Причем последний, через исполнительный механизм 18, подключен к одному из выходов блока управления 19, другой выход которого, через исполнительный механизм 20, подключен к вибратору 9, а к входу вышеуказанного блока подключен датчик температуры дыма 21 установленный в корпусе 1.

Алгоритм работы разрабатываемого устройства представлен на рисунке 3.2.

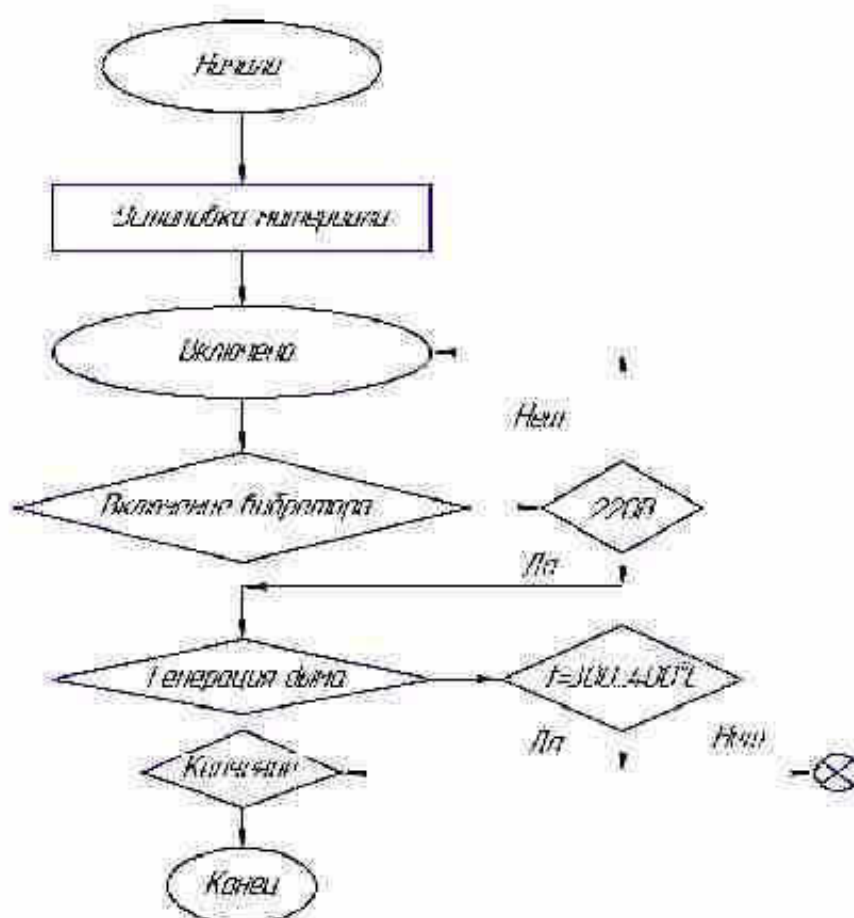


Рисунок 3.2 – Алгоритм работы предлагаемого аппарата

Устройство для генерации дыма работает следующим образом (рисунок 3.1). После установки в корпус 1 материала 5 (например, бруска из древесины лиственных пород) винтами 10 вводят ролики 13 в соприкосновение с материалом, при этом пружины 12 сжимаются и трубки 11 смещаются к стенкам корпуса 1 (принцип работы телескопического элемента). Ролики 13 с ребордами предотвращают как продольное, так и поперечное перемещение нижней части материала в зоне взаимодействия с пластиной 6 подвешенной на упругих тягах 7. Прижимное приспособление 4 своим пазом фиксирует верхнюю часть источника тления 5, создавая своим весом определенное усилие прижатия его к пластине 6. При включении блока управления 19 он через исполнительный механизм 20 включает вибратор 9, который через штангу 8 колеблет в горизонтальной плоскости пластину 6 на тягах 7, доводя частоту до максимально заданной величины. В результате трения источника дыма 5 о подвижную пластину 6 температура его в месте контакта повышается до температуры тления (более 300°C) и происходит генерация дыма. При определенной влажности древесины тепловая энергия расходуется как на тление, так и на испарение влаги имеющейся в древесине, причем диапазон температур тления составляет от 300 до 400°C . При истирании древесины она за счет собственного веса и веса прижимного приспособления 4 опускается, чему, вращаясь, не препятствуют ролики 13.

Термочувствительный тормозной элемент 14 настраивают с зазором на минимальную температуру в диапазоне тления, а при превышении ее тормозной элемент контактирует с роликом 13, препятствуя его вращению, и в виду наличия рифлей на ролике 13, уменьшает силу прижатия древесины к пластине 6. При повышении температуры дыма, до величины достаточной для воспламенения древесины 5, в зоне контакта с пластиной 6 возникает пламя с высокой температурой. Датчик температуры 21 подает сигнал на вход блока управления 19, который в зависимости от величины поступившего сигнала вырабатывает сигналы управляющего воздействия и

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лис 3
Изм	Лис	№ док-им	Подпи	Лист		

подает их на исполнительные механизмы 18 и 20 крана 17 подачи воды и вибратора 9. В зависимости от величины и знака сигнала, поступившего на исполнительный механизм 20 последний изменяет частоту колебаний (при повышении температуры дыма частота уменьшается). Исполнительный механизм 18 открывает на малое время кран 17, и вода по трубе 15 поступает под давлением к форсункам 16, распыляется последними как на древесину, так и на пластину 6. Через заданный промежуток времени (в случае повышения температуры или она находится на том же уровне) открытие крана 17 проводится повторно и на более длительное время. В зависимости от программы, введенной в блок управления 19, возможна и полная остановка вибратора 9. При понижении температуры ниже температуры тления работа происходит в обратном порядке.

Мы разработали новый рабочий орган в виде пластины с виброэлектромагнитным приводом.

Новое устройство для генерации дыма, содержит корпус с патрубками дыма и воздуха, прижимной механизм источника дыма, элемент трения соединенный с приводом. Элемент охлаждения поверхности трения отличается от прототипа тем, что оно дополнительно содержит блок управления с датчиком температуры и исполнительными механизмами привода элемента трения и крана подачи воды. Элемент трения выполнен в виде подвешенной на упругих тягах пластины, который имеет возможность перемещения в горизонтальной плоскости и соединен с вибрационным приводом. В корпусе над пластиной установлен механизм регулирования положения источника дыма, который выполнен в виде закрепленных на телескопических подпружиненных винтовых парах рифленых роликов с ребордами. Один из них снабжен тормозным устройством из термочувствительного материала.

3.2 Технологические и прочностные расчеты

3.2.1 Технологический расчет

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лис
Изм	Лис	№ док-им	Подпи	Лат		4

Учитывая, что методики расчета дымогенератора тления не имеет расчетов, то приводим расчет по дымообразованию от опилок [16].

Рассчитаем расход топлива, отнесенный к 1 кг генерируемых опилок, кг:

$$\beta = \frac{q}{(Q - I) \times n}, \quad (3.1)$$

где q – тепло, образующееся от сгорания опилок за 1 час работы дымогенератора, кДж/ч ($q = 2100$ кДж/ч);

Q – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (для древесины $Q = 10 \dots 14,7 \times 10^3$ кДж/кг);

I – количество теплоты, уносимой продуктами полного сгорания 1 кг топлива, кДж/кг ($I = 4,0 \times 10^3$ кДж/кг);

$n = 0,75$ – коэффициент полезного использования теплоты.

$$\beta = \frac{2100}{((11 - 4) \times 10^3) \times 0,75} = 0,4 \text{ кг}$$

Полный расход M_t (кг/ч) дымообразующего топлива рассчитываем по формуле:

$$M_t = M_t^0 \times (1 + \beta), \quad (3.2)$$

где M_t^0 – расход дымообразующего топлива, кг/ч ($M_t^0 = 10$).

$$M_t = 10 \times (1 + 0,4) = 14 \text{ кг/ч}$$

Площадь колосниковой решетки F (м²) определяют по формуле:

$$F = \frac{M_t}{g}, \quad (3.3)$$

где g – удельная загрузка опилок, кг/(м²·ч) ($g = 6 \dots 12$ кг/(м²·ч)).

$$F = 14/6 = 2,33 \text{ м}^2$$

Масса дымовоздушной смеси L_d (кг), получаемой от перегонки 1 кг топлива и покидающей дымогенератор определяется по формуле:

$$L_d = W_d + L_0 \times (0,001 \times d) + \beta, \quad (3.4)$$

где W_d – масса дымовых веществ, получаемых после сухой перегонки 1 кг топлива, кг ($W_d \sim 0,51$);

L_0 – расход свежего воздуха на сгорание β кг топлива, приведенный к 1 кг топлива, кг/кг;

d – влагосодержание продуктов полного сгорания 1 кг топлива, приведенное к 1 кг сухого воздуха, г/кг.

Влагосодержание продуктов полного сгорания 1 кг топлива рассчитаем по формуле:

$$d = \frac{d_0 + 10 \times (9 \times H - W)}{a \times L_0 + 1}, \quad (3.5)$$

где d_0 – влагосодержание сухого воздуха, г/кг ($d_0 = 10$ г/кг);

H, W – соответственно содержание в топливе водорода и воды, % ($H = 4\%, W = 35\%$);

a – коэффициент избытка воздуха ($a = 1,1$);

L_0 – теоретическое количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг ($L_0 = 4,02$).

$$d = \frac{10 + 10 \times (9 \times 4 - 35)}{1,1 \times 4,02 + 1} = 3,68 \text{ г/кг}$$

Определяем L'_0 по формуле:

$$L'_0 = \beta \times a \times L_0, \quad (3.6)$$

$$L'_0 = 0,4 \times 1,1 \times 4,02 = 1,76 \text{ кг}$$

Определив все неизвестные можно найти L_d :

$$L_d = 0,51 + 1,76 \times (1 + 0,001 \times 3,68) + 0,4 = 2,67 \text{ кг};$$

Объем смеси, покидающей дымогенератор, отнесенный к 1 кг топлива ($\text{м}^3/\text{кг}$), можно найти по формуле:

$$V_d = \rho_v \times L_0, \quad (3.7)$$

где ρ_v – удельный объем влажного воздуха, м³/кг ($\rho_v = 0,58$ м³/кг)

$$V_d = 0,58 \times 4,02 = 2,33 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Объем смеси V'_d ($\text{м}^3/\text{кг}$) с учетом продуктов полного сгорания топлива, отнесенный к 1 кг всего топлива рассчитаем по формуле:

$$V'_d = V_d \times (1 + \beta)^{-1} \quad (3.8)$$

$$V'_d = 2,33 \times (1 + 0,4)^{-1} = 1,66 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Производительность вентилятора $M_{\text{вент}}$ (кг/ч), отсасывающего смесь из дымогенератора, определяется по формуле:

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$M_{\text{вст}} = V_{\text{д}} \times M_{\text{с}} \quad (3.9)$$

$$M_{\text{вст}} = 1,66 \times 14 = 23,2 \text{ кг/ч}$$

3.2.2 Расчет подвеса троса

При расчете и выборе троса задаемся начальными параметрами $S_k = 50 \text{ Н}$, $k=5$, где S_k – максимальное натяжение каната, Н; k – коэффициент запаса прочности ($k=5$ – для легкого режима работы).

Канаты подбираются по ГОСТ, в котором указывается диаметр каната и разрывное усилие S_p , в зависимости от маркировочной группы (предела прочности материала на растяжение), с учетом необходимого запаса прочности [1]:

$$S_p \geq S_k \cdot k, \quad (3.10)$$

где k – коэффициент запаса прочности, равный для легкого режима работы – 5; для среднего – 5,5; для тяжелого – 6.

Для заданного нами режима $k=5$.

Подставив в формулу значение S_k , получим:

$$S_p \geq 50 \cdot 5 = 250 \text{ Н}$$

Учитывая требуемое минимальное значение S_p , выбираем ближайший больший типоразмер стандартного каната по ГОСТ 2688: Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6 х 19 (1+6+6/6)+1 о.с. (органический сердечник), маркировочная группа (предел прочности материала каната на растяжение) 160 Н/мм², имеющий минимальное разрывное усилие 9560 Н, диаметр каната $d_k = 4,2 \text{ мм}$.

Исходя из вышеизложенного, делаем вывод, что необходимая прочность обеспечена.

3.2.3 Расчет шпоночного соединения

Выбираем соединение вала и шкива при помощи призматической шпонки, представленной на рисунке 3.3.

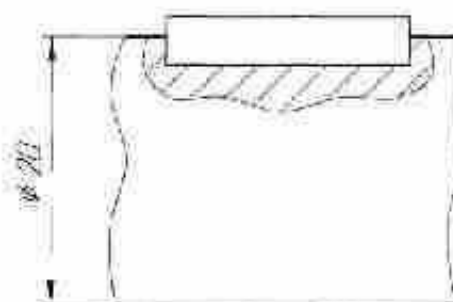


Рисунок 3.3 – Схема соединения вала и шкива

Так как привод является ручным, то рабочий момент на валу рассчитывается по формуле [1]:

$$T = M_p = \varphi m Fl, \text{ Н/м} \quad (3.11)$$

где T – крутящий момент на валу, Н·м;

M_p – рабочий момент ручного привода, Н·м;

φ – коэффициент, учитывающий неравномерность приложения силы ($\varphi=1$ – при одном работающем);

m – число рабочих ($m = 1$);

F – сила рабочего на рычаге, Н ($F = 100\text{Н}$);

l – длина рукоятки, м ($l=0,09$ м) [1].

$$M_p = 100 \cdot 0,09 = 9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рассчитываем напряжение смятия по формуле [9]:

$$\sigma_{см} = 4 \times T / (h \times l_p \times d) < [\sigma_{см}], \quad (3.12)$$

где $\sigma_{см}$ – напряжение смятия, МПа;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжения смятия, МПа;

h – высота шпонки, м;

l_p – длина шпонки, м;

d – диаметр вала двигателя, м.

$$\sigma_{см} = 4 \times 9 / (0,018 \times 0,06 \times 0,02) = 1,7 \text{ МПа} < [80] \text{ МПа} [9].$$

Рассчитываем напряжение сдвига:

$$\tau = 2 \times T / (b \times l_p \times d) < [\tau], \quad (3.13)$$

где τ – напряжение сдвига, МПа;

$[\tau]$ – допускаемое напряжение сдвига, МПа;

b – ширина шпонки, м.

$$\tau = 2 \times 9 / (0,018 \times 0,06 \times 0,02) = 0,83 \text{ МПа} < [50] \text{ МПа} [22].$$

Данные значения напряжений сдвига и смятия удовлетворяют требованиям выбранной шпонки.

3.2.4 Расчет пружины электромагнитного вибратора в системе проектирования пружин «Компас 3D-2016»

Произведем расчет цилиндрической пружины сжатия класса 2 разряда 3 на прочность. Исходные данные исходя из конструктивных размеров и действующих сил представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета

Наружный диаметр пружины, мм	Диаметр витков пружины, мм	Число витков, шт.	Рабочий ход, мм
120	9	6	334

Результаты проектного расчета представлены на рисунке 3.3.

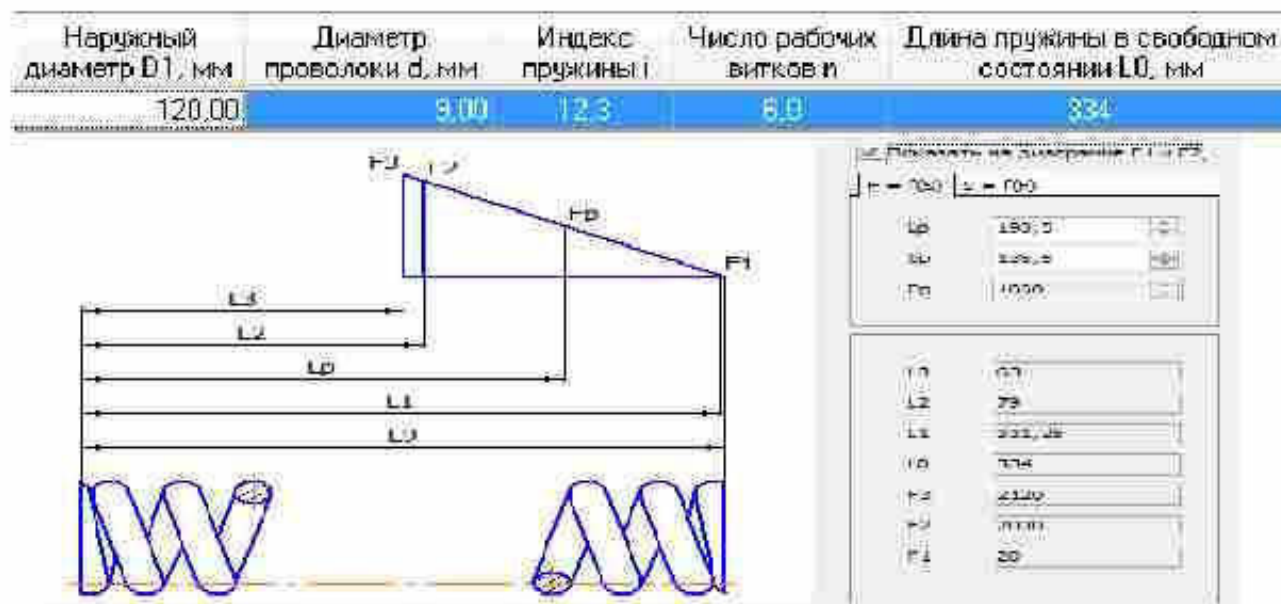


Рисунок 3.3 – Результаты проектного расчета

Результаты проверочного расчета представлены на рисунке 3.4.

Параметры пружины:	
Материал пружины:	60C2A
Класс пружины:	2
Разряд пружины:	3
Наружный диаметр пружины, мм:	120
Диаметр проволоки, мм:	9
Ход пружины, мм:	252,25
Сила пружины при предварительной деформации, Н:	20
Сила пружины при рабочей деформации, Н:	2000
Сила пружины при максимальной деформации, Н:	2120
Длина пружины при рабочей деформации, мм:	79
Число рабочих витков:	6



Проектный расчет

Проверочный расчет

Альтернативные расчеты

Построение

Рисунок 3.4 – Проверочный расчет пружины на прочность

Исходя из данных проектного и проверочного расчета, принимаем материал пружины 60C2A с конструктивными размерами, представленными на рисунке 4.9. данная пружина удовлетворяет условиям прочности.

3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции

3.3.1 Правила безопасной эксплуатации предлагаемой конструкции

Инструкция по охране труда является нормативным документом, устанавливающим требования безопасности при выполнении работ в производственных помещениях, на территориях предприятия. Инструкции для работников разрабатываются руководителями цехов, главными специалистами отрасли, отделов и других соответствующих их подразделений предприятия, и утверждаются руководителем предприятия, после проведения предварительных консультаций.

На процессы термической обработки колбасных изделий допускаются лица, имеющие профессиональную подготовку, прошедшие предварительную подготовку, прошедшие предварительные (при

поступлении на работу), периодические и профилактические обследования и прививки в порядке, установленном Минздравом РФ, а также вводный и первичный инструктажи на рабочем месте [24].

Допуск к самостоятельной работе в качестве аппаратчика термической обработки колбас осуществляется начальником (мастером) цеха после освоения работающими безопасных приемов и методов труда под руководством опытного наставника в течение не менее 2-14 смен. Допуск к самостоятельной работе фиксируют датой и подписью в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

К работам, при выполнении которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, допускаются лица, получившие первую группу по электробезопасности.

Необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка. Курить, принимать пищу следует в специально отведенных комнатах. Не допускается присутствие на рабочем месте посторонних лиц, распитие спиртных напитков, работа в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Работающий должен выполнять только ту работу, которая ему поручена, не перепоручать свою работу другим лицам.

При переводе на другую работу требовать от непосредственного руководителя соответствующего обучения безопасным приемам и методам работы. Аппаратчик термической обработки колбас должен быть обеспечен спецодеждой, СИЗ согласно типовых норм бесплатной выдачи спецодежды и спецобуви:

- ботинки кожаные;
- нарукавники водонепроницаемые;
- фартук хлопчатобумажный;
- фартук рабочий металлический;
- перчатки трикотажные;
- перчатка кольчужная;
- каска защитная.

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лис
Изм	Лис	№ док-им	Подпи	Лит		11

К обслуживанию установки допускаются лица, знающие конструкцию и принцип работы камеры, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Установка должна быть надежно заземлена в соответствии с «Правилами устройства электроустановок». Запрещается оставлять работающую установку без присмотра.

При появлении неисправности в работе установки, немедленно ее выключить.

Техническое обслуживание установки производится при обесточенном щите управления.

3.3.2 Правила экологической эксплуатации предлагаемой конструкции

Охрана окружающей природной среды – это система международных, государственных, региональных, политических, санитарно - гигиенических и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и воспроизводство природных ресурсов, на защиту природной среды от загрязнений. В соответствии с законодательно-нормативными документами комплекс защитных мер состоит из следующих мероприятий:

- разработка и применение в промышленности малоотходных и безотходных технологических процессов, машин и оборудования;
- разработка, выпуск и применение сернистого газоочистного и пылеулавливающего оборудования для защиты воздушного бассейна;
- оснащение действующих промышленных предприятий эффективными системами очистки сточных вод;
- развитие природоохранного просвещения.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является вытяжная труба из копильных камер. В основе топлива используются древесные опилки. Предельно допустимая концентрация атмосферных загрязнений достигается выбором необходимой высоты вытяжной трубы. При проектировании нами был снижен расход опилок, вследствие чего количество вредных выбросов будет меньше.

3.4 Физическая культура на производстве

Каждому человеку нужно выполнять физическую культуру, оно помогает поддерживать здоровье и увеличивает физические качества. Благодаря выполнению физической культуры, происходит физическая разгрузка организма. Она нужна каждому в период переутомления и длительной физической и умственной работе. Физическая культура способствует стимулированию и побуждению рабочего к производственной работе, восстанавливает рабочие силы.

По статистике доказано, что здоровый и физически подготовленный человек меньше подвергается профессиональным травмам на производстве. У него высокая устойчивость против заболеваний. Поэтому производством выделяется время для отдыха и проводятся спортивные занятия и производственная гимнастика.

Производственная гимнастика – это совокупность упражнений, направленное на физическое развитие организма. Гимнастика помогает улучшить двигательные способности и состояние здоровья организма. Основной задачей гимнастики является повышение устойчивости организма человека к воздействию неблагоприятных условий труда.

Производственная гимнастика:

- способствует укреплению здоровья, улучшению физического развития рабочих, сохранению и совершенствованию физических качеств и способностей;
- повышает производительность труда, снижает утомляемость, поддерживает работоспособность;
- помогает привлечь рабочих к занятиям другими формами физической культуры и спорта.

Необходимо выполнять физические упражнения несколько раз в день. В начале рабочего дня выполняется вводная гимнастика, она представляет собой комплекс несложных упражнений, для подготовки организма перед работой. Затем до или после обеденного перерыва проводится еще

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпис	Лист		13

несколько физических упражнений. Эти физические упражнения снимают усталость и способствуют работоспособности рабочего.

Существуют 2 формы производственной гимнастики: вводная гимнастика и динамические паузы.

Вводная гимнастика включает в себя следующие упражнения:

- 1) ходьба;
- 2) упражнения, направленные на поддержку глубокого дыхания; 53
- 3) упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища;
- 4) упражнения на растягивание мышц ног (приседания, шпагаты, бег на месте, прыжки).

Динамические паузы состоят из следующих упражнений:

- 1) маховые упражнения для разных мышечных групп;
- 2) приседания, бег, переходящий на ходьбу, прыжки;
- 3) упражнения на координацию движений.

Также на производстве организуются спортивные мероприятия, которые направлены на поддержание здоровья рабочих.

3.5 Сравнительная экономическая эффективность совершенствования дымогенератора

Сравнительная экономическая эффективность совершенствования дымогенератора рассчитываем путем сравнения затрат до и после модернизации (в ходе модернизации сокращаются энергозатраты). При этом затраты на заработную плату оператора и копильщика не изменятся, а вот затраты на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание уменьшатся, так как балансовая стоимость оборудования увеличится на величину K_d и при этом уменьшится на величину C_m – стоимость материалов и комплектующих, замененных в результате модернизации.

3.4.1 Расчет эксплуатационных затрат до и после совершенствования дымогенератора

$$Z_{\Sigma} = Z_{\Sigma\Pi} + Z_P + Z_A + Z_{\Sigma H}, \quad (3.14)$$

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Дат		14

где $Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату, руб. (не изменятся);

Z_p – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;

Z_d – затраты на амортизацию, руб.;

$Z_{ЭЭ}$ – затраты на электроэнергию, руб.

3.4.2 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$Z_{ЭЭ} = K_d \cdot C_{ЭЭ} \cdot Q_n, \quad (3.15)$$

где K_d – количество рабочих дней в году, (251 дн.);

$C_{ЭЭ}$ – стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч (4,5);

Q_n – количество электрической энергии, потребляемой оборудованием в день, кВт·ч.

$$Q_n = \sum (N_i \cdot t_i \cdot n) \quad (3.16)$$

где N_i – мощность единицы оборудования, кВт;

t_i – время работы оборудования, час.;

n_i – количество оборудования, шт.

Результаты расчета суточного расхода электроэнергии представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет суточного расхода электроэнергии

Наименование потребителя	Количество потребителей, шт	Потребляемая мощность, кВт	Время работы час.	Количество потребляемой эл. Энергии кВт*ч
До модернизации				
Дымогенератор	1	3,2	5	16
После модернизации				
Дымогенератор	1	0,18	5	0,9

Затраты на электроэнергию определяем по формуле 3.15:

$$Z_{ЭЭ(Б)} = 251 \times 4,5 \times 16 = 18072 \text{ руб.}$$

$$Э_{ЭН(ПР)} = 251 * 4.5 * 0,9 = 1016,55 \text{ руб.}$$

3.4.3 Расчет затрат на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание

Затраты на амортизацию рассчитываем по формуле:

$$Э_A = Б * Н_A / 100, \quad (3.17)$$

где Б – балансовая стоимость оборудования, руб.;

H_A – норма амортизационных отчислений, %.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитывают по формуле:

$$Э_P = Б * H_P / 100, \quad (3.18)$$

где H_P – норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание, %.

Балансовая стоимость дымогенератора определяется по формуле:

$$Б = C_{ОБ} + C_{ДОСТ} + C_{МОНТ} + C_{ПН}, \quad (3.19)$$

Стоимость оборудования по базовой технологии

$$C_{ОБ} = 46000 \text{ руб.}$$

Стоимость доставки принимает 5% $C_{ОБ}$

$$C_{ДОСТ} = 0.05 * 46000 = 2300 \text{ руб.}$$

Стоимость монтажа и пуско-наладки оборудования принимаем равным 10% $C_{ОБ}$:

$$C_{МОНТ} + C_{ПН} = 0.1 * 46000 = 4600 \text{ руб.} \quad (3.20)$$

Находим капитальные затраты на приобретение оборудования:

$$Б_{(Б)} = 46000 + 2300 + 4600 = 52900 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость дымогенератора после модернизации определяется по формуле:

$$Б_{(ПР)} = Б_{(Б)} + K_D - C_M, \quad (3.21)$$

где C_M – стоимость комплектующих и материалов, замененных в результате модернизации, руб..

$$Б_{(ПР)} = 52900 + 17735,08 - 20000 = 50635 \text{ руб.}$$

Данные расчета заносим в таблицу 3.3

					ВКР 35.03.06.026.20.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 3.3 – Расчет затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Наименование	Балансовая стоимость, руб.	Норматив отчислений		Затраты	
		На амортизацию, %	На ремонт и ТО, %	На амортизацию, руб.	На ремонт и ТО, руб.
		До модернизации			
Дымогенератор	52900	14,2	11,8	7511,8	6242,2
		После модернизации			
Дымогенератор	50635	14,2	11,8	7190,2	5974,9

3.4.4 Расчет годовой экономии

Годовая экономия рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{(Б)} - \mathcal{E}_{(Пр)}, \quad (3.22)$$

где $\mathcal{E}_{(Б)}$ – эксплуатационные затраты до совершенствования установки, руб.;

$\mathcal{E}_{(Пр)}$ – эксплуатационные затраты после совершенствования установки, руб..

$$\mathcal{E}_{(Б)} = 6242,2 + 7511,8 + 18072 = 31826 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{(Пр)} = 5974,9 + 7190,2 + 1016,55 = 14181,7 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 31826 - 14181,65 = 17644,4 \text{ руб.}$$

3.4.5 Расчет коэффициента экономической эффективности капиталовложений

Рассчитываем коэффициент экономической эффективности по формуле:

$$K_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} / K_{Д}, \quad (3.23)$$

где $\mathcal{E}$ – годовая экономия, руб.;

$K_{Д}$ – дополнительные капиталовложения, руб.

$$K_{\mathcal{E}} = 17644,4 / 17735,1 = 0,99$$

3.4.6 Расчет срока окупаемости капиталовложений

Срок окупаемости рассчитываем по формуле:

$$T_{\Theta} = K_{Д} / \mathcal{E} \quad (3.24)$$

$$T_3 = \frac{17735,08}{17644,35} = 1,005 \approx 1 \text{ год}$$

3.4.7 Техничко-экономическое обоснование

Предлагаемое проектное решение целесообразно, т.к. при дополнительных капиталовложениях 17735,1 рублей, эксплуатационные затраты сократятся на 17644,4 рублей, что объясняет высокий коэффициент экономической эффективности, равный 0,99 при нормативном 0,2...0,25. Срок окупаемости составит около года. Полученные данные сводим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Процесс копчения	
	Базовый	Проектируемый
Балансовая стоимость дымогенератора, руб	52900	50635
Дополнительные капиталовложения, руб	-	17735,1
Объем производства продукции копчения (по сырью), т/сут (т/год)	0,64 (160,6)	0,64 (160,6)
Годовые эксплуатационные затраты, руб	31825,0	14181,7
Затраты на электроэнергию, руб	18072,0	1016,6
Затраты на амортизацию, руб	7511,8	7190,2
Затраты на ремонт, руб	6242,2	5974,9
Годовая экономия, руб	-	17644,4
Срок окупаемости, год	-	1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработана новая перспективная технология копчения мяса и мясных продуктов и новое техническое средства для выработки дыма.

Для увеличения рентабельности предприятий по производству копченых продуктов нами предложена модернизированная конструкция дымогенератора, произведены конструктивные и технологические расчеты, разработаны планы мероприятий по безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

Несомненным достоинством является внедрение предлагаемой конструкции дымогенератора в поточную линию обработки мяса и мясных продуктов с возможностью контроля технологических параметров и коррекции алгоритмов работы системы без остановки оборудования, что крайне важно в условиях непрерывного технологического процесса.

В ходе проектирования проведены расчеты технико-экономических показателей проекта, которые показывают, эффективность применения предложенных технических и технологических решений.