

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии переработки мяса с разработкой
конструкции фаршемешалки

Шифр ВКР.35.03.06.185.18.ФММ.00.00.ПЗ

Студент 244 группы _____ Ли И.В.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 15 от «18» июня 2018 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ существующих технологий перемешивания фарша	
1.2 Анализ существующих конструкций	
1.3 Выводы по разделу	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Технологии получения колбасных изделий на предприятии	
2.2. Санитарно-гигиенические требования.....	
2.2.1. Требования к сырью и вспомогательным материалам.....	
2.2.2. Требования к готовой продукции.....	
2.2.3. Требования к производству.....	
2.3. Описание и обоснование выбранной технологии.....	
2.4. Технологические расчеты.....	
2.4.1. Расчет сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции	
2.4.2. Расчет технологического оборудования	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Описание и обоснование выбранной конструкции	
3.2. Конструктивные расчеты.....	
3.2.1. Подбор электродвигателя.....	
3.2.2. Выбор типа муфты	
3.2.3 Расчет параметров цепной передачи	
3.2.4.Расчет долговечности подшипников.....	
3.2.5 Расчёт шнекового транспортера	
3.3. Мероприятия по охране труда.	
3.3.1 Требование безопасности труда к конструкции фаршемешалки	
3.3.2 Разработка инструкции для оператора по безопасности труда.....	
3.4 Правила экологической эксплуатации	
3.5 Физическая культура на производстве.....	
3.6 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	
3.7 Выводы по разделу.....	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Перерабатывающие предприятия играют большую роль в экономике страны.

Дальнейшее увеличение выпуска продукции, повышение качества, расширение и улучшение ее ассортимента в интересах потребителя при максимальной экономической эффективности производства- главная задача мясной промышленности, как перерабатывающей отрасли народного хозяйства.

Однако дальнейшее развитие промышленности не может идти по пути экстенсивного расширения существующей технической базы. Строительство новых, увеличение мощности и реконструкция действующих предприятий, модернизация и обновление оборудования должны вестись с расчетом на возможно более полную интенсификацию технологических процессов, механизацию и автоматизацию процессов. Однако при всем этом определяющей задачей является повышение экономической эффективности общественного производства и, в первую очередь, совершенствование организаций и повышение производительности труда как решающего показателя целесообразности того или иного технического или организационного мероприятия.

Целью ВКР является:

- изучение физической сущности и механизма явлений, сопутствующих процессам переработки убойных животных, птицы и продуктов убоя с целью установления рабочих характеристик оборудования и зависимостей, определяющих законы изменения рабочих процессов;

- изучение конструктивных форм рабочих органов машин и основ построения, типов и конструкций современного технологического оборудования, применяемого и могущего найти применение на предприятиях мясной промышленности;

- рассмотрение вопросов экономической эффективности и безопасной эксплуатации технологического оборудования.

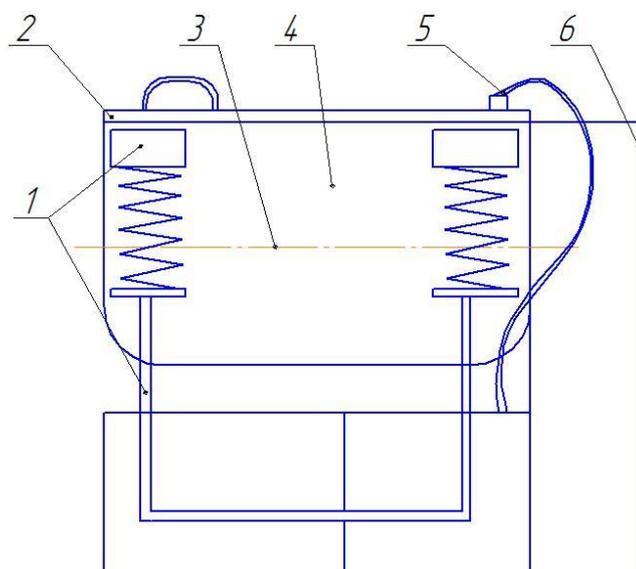
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ существующих технологий перемешивания фарша

При выработке колбасных изделий, пельменей и др. мясопродуктов осуществляется большое количество операций по перемешиванию, формированию продукта и приданию ему определенной формы, его фасовки и упаковки. В настоящее время есть различные способы перемешивания фарша: механический, вибрационно – вакуумный и вакуумный.

Эти операции производятся с помощью различных машин, которые позволяют не только увеличить производительность труда, но и улучшить качество выпускаемой продукции, а также организовать поточно-механизированные линии. Машины для перемешивания широко применяются на мясокомбинатах, птицекомбинатах в колбасных и консервных цехах. К этой группе машин прежде всего следует отнести фаршемешалки.

Рассмотрим технологические особенности вибрационно – вакуумной (рисунок 1.1), закрытой (вакуумной) (рисунок 1.2) и открытой (невакуумной) (рисунок 1.3) фаршемешалок.



1 – вибратор; 2 – крышка месильного корыта; 3 – шнек перемешивающий;
4 – корыто месильное; 5 – система вакуумная; 6 – привод фаршемешалки

Рисунок 1.1 – Схема вибрационно – вакуумной фаршемешалки

Предназначена для перемешивания мясосырья с ингредиентами при производстве колбасных изделий на предприятиях мясной промышленности малой мощности. Фаршемешалка предусматривает применение низкочастотной вибрационной обработки с одновременным вакуумированием и перемешиванием при выработке колбас, что исключает необходимость процесса предварительного посола и выдержки сырья.

Использование вибро-вакуумных фаршемешалок по сравнению с традиционными конструкциями позволяет:

1. исключить многочасовую выдержку сырья в посоле;
2. сократить площадь охлаждаемых помещений за счет исключения камер для выдержки сырья в посоле, уменьшить затраты холода;
3. сократить численность работающих за счет сокращения операций, связанных с посолом сырья;
4. значительно ускорить процесс удаления воздуха из перемешивающего продукта, улучшить цвет, вкус, консистенцию колбас без применения добавок (красителей и т.д.);
5. уменьшить появление бульонных и жировых отеков при термообработке;
6. повысить влагосвязывающую способность фарша, уменьшить потерю влаги при термообработке и как результат увеличить выход готового продукта до 4%;
7. применять все виды сырья (охлажденное, размороженное и замороженное мясо) по единой технологической схеме.

Вибрация создает ряд конкурентных преимуществ по сравнению с традиционными схемами и технологическими процессами при посоле и производстве фарша колбасных изделий.

- Применение при посоле сырья (шрот).

Исключается многочасовая выдержка сырья в посоле.

Сокращается площадь охлаждаемых помещений за счет исключения камер для выдержки сырья в посоле, уменьшаются затраты холода.

Сокращается численность работающих за счет сокращения операций связанных с посолом сырья.

Совмещение операций посола и перемешивания сырья с другими ингредиентами при приготовлении фарша.

- Применение вибрации при перемешивании.

Повышается влагосвязывающая способность фарша, уменьшается потеря влаги при термообработке и как результат – увеличивается выход готового продукта до 4...6 %.

Ускоряется процесс удаления воздуха из перемешиваемого продукта, улучшается цвет, вкус, консистенция колбас без применения добавок (красителей и т.д.).

Уменьшается опасность появления бульонных и жировых отеков при термообработке. Не требуется предварительный сухой посол сырья.

- Вакуумная система.

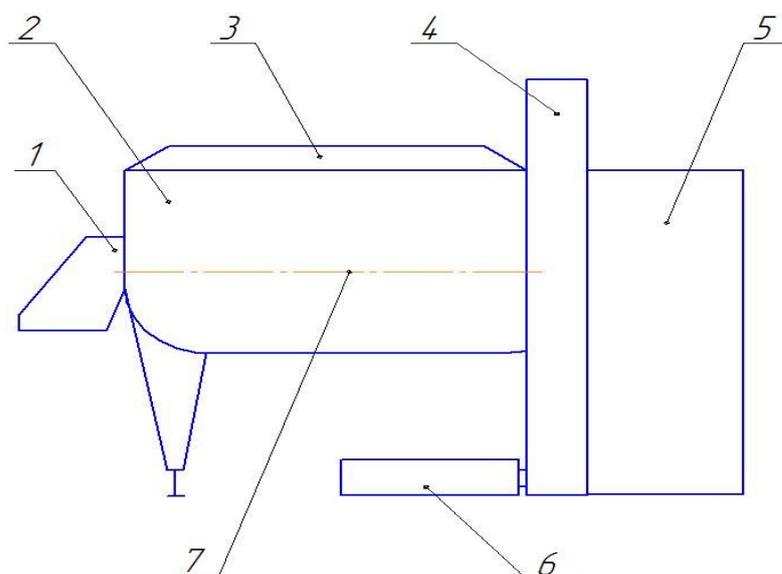
На раме установлена вакуумная аппаратура для подключения к цеховым коммуникациям или отдельно стоящему вакуум-насосу.

- На крышке дежи установлен специальный клапан для регулировки и поддержания оптимальной степени вакуумирования внутреннего объема дежи.

- Вакуумирование способствует удалению воздуха из обрабатываемого продукта, нагрева его при перемешивании, улучшается цвет, вкус и консистенция колбас (более упругая), отсутствие пористости и образования пустот в готовом продукте.

Универсальная вакуумная фаршемешалка (рисунок 1.2) предназначена для перемешивания компонентов колбасного фарша при производстве мясных изделий. Бережное перемешивание сырья в вакууме осуществляется при помощи управляемого направления оборотов перемешивателей.

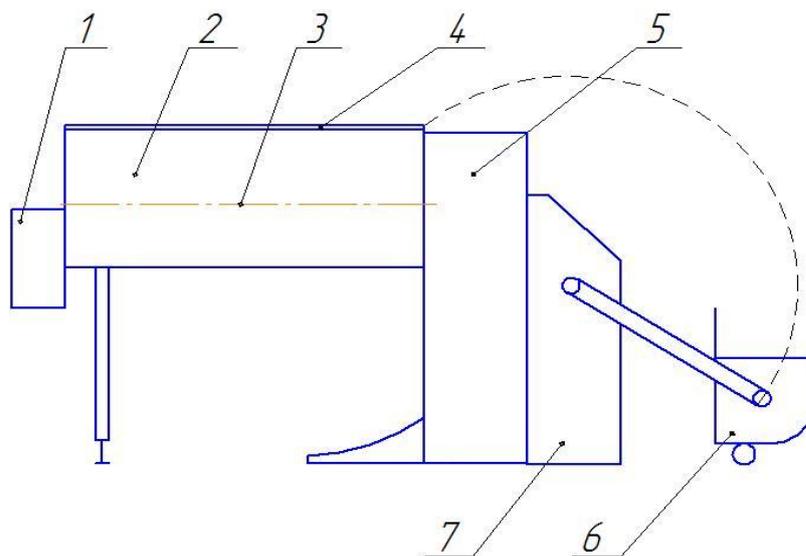
Перемешиванием мяса в вакууме раскрывается структура мяса и улучшается его вязкость. Структура мясных изделий на срезе однородная, без воздушных пузырьков.



1 – устройство выгрузное; 2 – корыто месильное ; 3 – крышка месильного корыта; 4 – устройство подъемное; 5 – привод перемешивающих шнеков; 6 – установ подъемный; 7 – шнеки перемешивающие

Рисунок 1.2 - Схема универсальной вакуумной фаршемешалки

Фаршемешалка открытого типа (рисунок 1.3) предназначена для перемешивания компонентов колбасного фарша в линиях производства вареных и полукопченых колбас. Мешалка может применяться на предприятиях малой и средней мощности по переработке мяса для производства колбасных изделий.



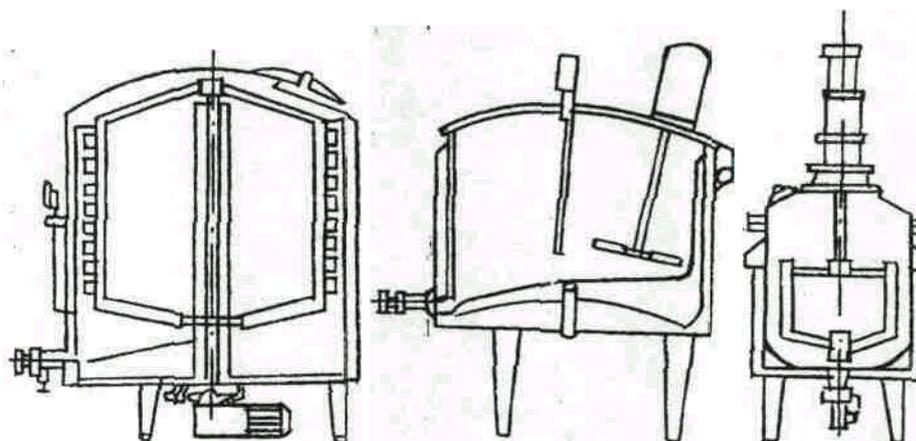
1 – устройство выгрузное; 2 – корыто месильное; 3 – шнеки перемешивающие; 4 – крышка сетчатая; 5 – механизм привода; 6 – тележка с фаршем; 7 – механизм загрузочный

Рисунок 1.3 – Схема открытой фаршемешалки

В данной фаршемешалке процесс перемешивания фарша осуществляется двумя шнеками на открытом воздухе.

1.2 Анализ существующих конструкций

Мешалки-измельчители фирмы Stephan оснащены вакуумной системой, шнековыми лопастями со скребками и др. Конструкции типовых фаршемешалок приведены на рисунке 1.4.

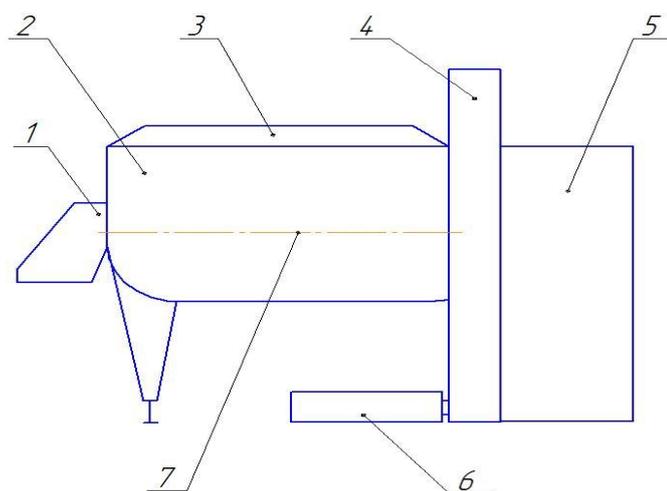


а - пропеллерная; б - выносная; в - якорная

Рисунок 1.4 – Типы фаршемешалок

Рассмотрим несколько конструкций различных машин для перемешивания фарша.

Универсальная вакуумная фаршемешалка UM 500 V с объемом дежи 500 литров (рисунок 1.5) предназначена для перемешивания компонентов колбасного фарша при производстве мясных изделий. Бережное перемешивание сырья в вакууме осуществляется при помощи управляемого направления оборотов перемешивателей.



1 – устройство выгрузное; 2 – корыто месильное ; 3 – крышка месильного корыта; 4 – устройство подъёмное; 5 – привод перемешивающих шнеков; 6 – установ подъёмный; 7 – шнеки перемешивающие.

Рисунок 1.5 - Схема универсальной вакуумной фаршемешалки UM 500V

Перемешиванием мяса в вакууме раскрывается структура мяса и улучшается его вязкость. Структура мясных изделий на срезе однородная, без воздушных пузырьков.

Универсальная вакуумная фаршемешалка UM500V

Объём / (дм³) 500

Макс. загрузка / (кг) 300

Обороты перемешивателей / (об/мин) 42

Общая мощность / (кВт) 7,1

Длина / (мм) 1 945

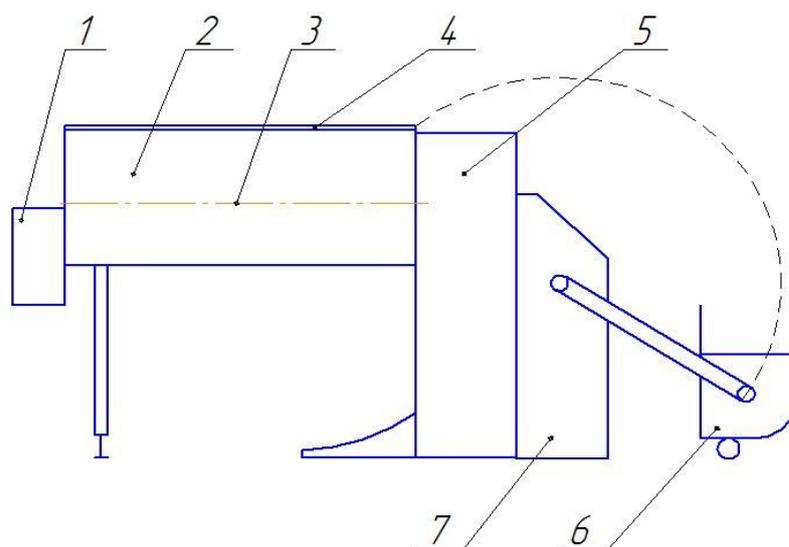
Ширина / (мм) 1 050

Высота / (мм) 1 600

Вес / (кг) 980

Напряжение управления / (В) 24 V А

Фаршемешалка Л5-ФМ2-У-150



1 – устройство выгрузное; 2 – корыто месильное; 3 – шнеки перемешивающие; 4 – крышка сетчатая; 5 – механизм привода; 6 – тележка с фаршем; 7 – механизм загрузочный

Рисунок 1.6 – Схема открытой фаршемешалки Л5-ФМ2-У150

Крышки представляют собой сварную конструкцию решетчатого типа из нержавеющей стали.

Технические характеристики

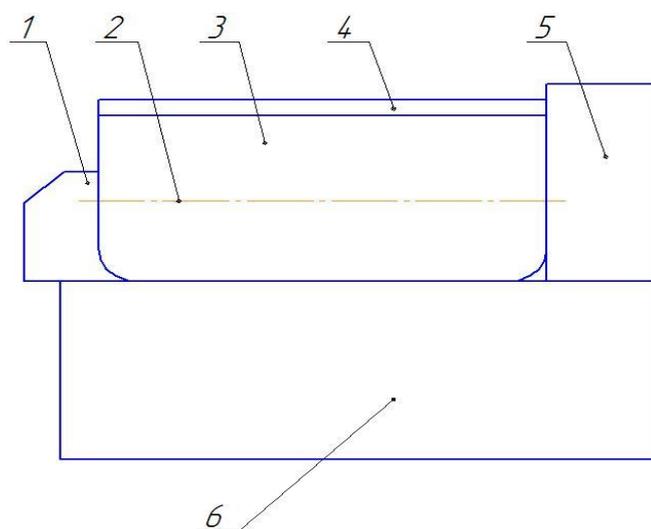
Производительность техническая (не менее) 1100 кг/ч

Установленная мощность (не более) 4.5 кВт

Вместимость емкости 150 литров

Габаритные размеры(с мех. загрузки), мм 2940 x 965 x 1330

Фаршемешалка ЛПК1000Ф с объёмом дежи 150 литров (рисунок 1.7) предназначена для перемешивания компонентов колбасного фарша в линиях производства вареных и полукопченых колбас. Мешалка может применяться на предприятиях малой и средней мощности по переработке мяса для производства колбасных изделий. В качестве перемешивателей используются валы с лопастями.



1 – механизм выгрузки; 2 – шнек перемешивающий; 3 – корыто месильное;
4 – крышка сетчатая; 5 – механизм привода шнека; 6 – станина

Рисунок 1.7 – Схема открытой фаршемешалки ЛПК 1000Ф

Фаршемешалка ЛПК1000Ф состоит из следующих основных частей: станины, корыта месильного, привода лопастей, крышки и электрооборудования.

Технические характеристики

Производительность техническая (не менее) 420 кг/ч

Установленная мощность (не более) 4 кВт

Вместимость емкости 150 литров

Количество валов с лопастями 2

Частота вращения валов, об/мин

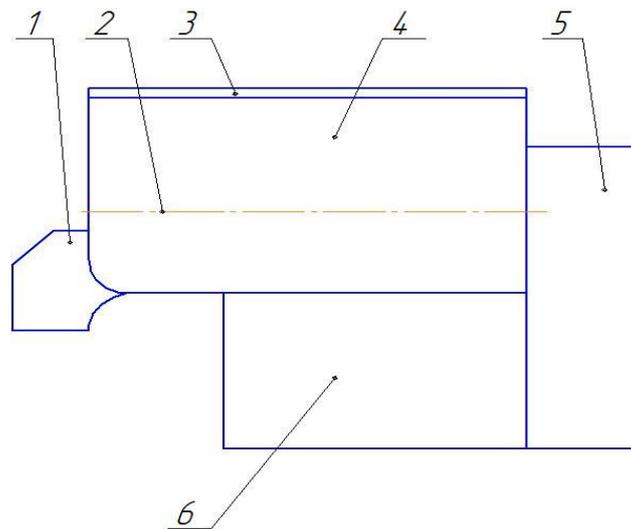
48 - тихоходный вал

76 - быстроходный вал

Габаритные размеры, мм 1350 x 800 x 1400

Масса (не более) - 500 кг

Фаршемешалка марки МШ-1(рисунок 1.8) предназначена для перемешивания компонентов колбасного фарша в линиях по приготовлению колбас, сосисок, сарделек и т.д.



1 – устройство выгрузное; 2 – шнек перемешивающий; 3 – крышка; 4 – корыто месильное; 5 – механизм привода шнека; 6 – станина

Рисунок 1.8 – Схема фаршемешалки МШ-1

По принципу действия мешалка – двухшнековая, реверсионная, с торцевой разгрузкой. Направление вращения шнеков к центральной оси ёмкости.

Ёмкость имеет правильную омегаобразную форму сечения и служит для размещения в ней двух шнеков, и непосредственно для приёма и перемешивания фарша. На открытом торце ёмкости имеются два разгрузочных окна. Окна закрываются крышками, герметизируются резиновой прокладкой по периметру крышки и фиксируются рычагом-ручкой при его повороте в вертикальной плоскости.

Шнеки выполнены навивкой из стальной полосы и представляют собой спирали из четырёх витков.

Электропривод включает в себя: приводной электродвигатель, клиноремённую передачу, червячный редуктор, цепную роликовую передачу и служит для передачи крутящего момента к шнекам.

Технические характеристики:

Производительность техническая, кг/час 600

Установленная мощность, кВт 3,0

Частота вращения шнеков, об/мин 40
Геометрическая вместимость, л 150
Максимальная загрузка, не более, кг 80
Габаритные размеры, мм 1100x700x1300
Масса, кг 250

Якорная фаршемешалка относится к числу существующих вертикальных перемешивающих устройств. Процесс перемешивания мясного фарша с ингредиентами происходит в месильной чаше 2, а сам процесс перемешивания осуществляет якорь 1. Как и во всех перемешивающих устройствах чаша выполнена округлой, с целью удобной очистки её после операции перемешивания. Якорную фаршемешалку можно так же использовать как вакуумную.

В состав вибрационно – вакуумной фаршемешалки Лидер – 150 входят следующие основные части: перемешивающее устройство, привод, вибратор, вакуумная система, электрооборудование. Для загрузки мясосырья и компонентов в дежу фаршемешалки необходимо крышку переместить в положение "ОТКРЫТО", загрузка сырья в дежу производится вручную или подъемником. После окончания загрузки мясосырья и компонентов в дежу фаршемешалки крышку необходимо переместить в положение "ЗАКРЫТО" и зафиксировать при помощи замков.

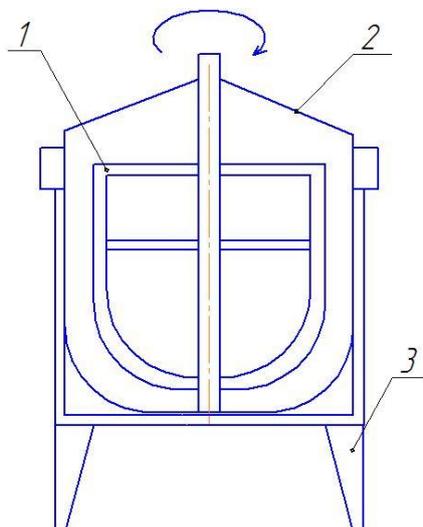
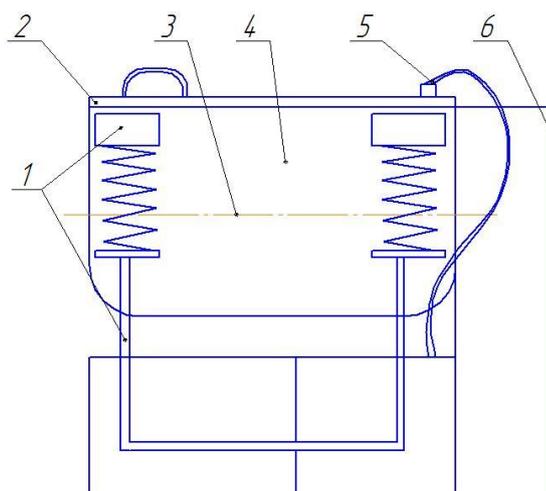


Рисунок 1.9 – Схема якорной фаршемешалки.



1 – вибратор; 2 – крышка месильного корыта; 3 – шнек перемешивающий; 4 – корыто месильное; 5 – система вакуумная; 6 – привод фаршемешалки.

Рисунок 1.10 – Схема вибрационно – вакуумной фаршемешалки

Лидер – 150 .

Техническая характеристика:

- | | | |
|---------------------------------|----------|-------------------|
| 1. Производительность, кг/ч: | не менее | 450 |
| 2. Установленная мощность, кВт: | | 5,1 |
| 3. Габаритные размеры, мм: | | 1250 x 915 x 1400 |
| 4. Занимаемая площадь, м. кв.: | | 1,13 |
| 5. Масса, кг: | | 550 |

Конструкция фаршемешалки позволяет осуществлять, работу в трех режимах: перемешивание под вакуумом; виброобработка под вакуумом; перемешивание с одновременной виброобработкой под вакуумом.

Выбор режимов и их последовательность определяются оператором в зависимости от технологического процесса обработки мясосырья. Перед выгрузкой осуществляется разгерметизация внутреннего объема дежи.

Выгрузка осуществляется нажатием на кнопку "ПУСК", при этом предварительно открывается выгрузочный люк, а крышка дежи устанавливается в положение "ОТКРЫТО".

1.3 Выводы по разделу

Проведя анализ существующих конструкций и существующих технологий перемешивания фарша можно сказать, что существующие устройства для перемешивания фарша имеют ряд недостатков, а именно недостаточная равномерность перемешивания, нарушение технологии перемешивания и сложность конструкций существующих аналогов.

Поэтому нашей задачей является разработать устройство, для перемешивания фарша исключив указанные недостатки.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технологии получения колбасных изделий на предприятии

Процесс изготовления колбас представлены в виде схем на рисунках 2.1 и 2.2. Технологические схемы, в зависимости от особенностей производства отдельных видов колбасных изделий и применения различных рецептов применения мясопродуктов, могут иметь некоторые различия.

Разделка. Цель разделки – расчленение полутуш на отдельные отрубы для облегчения последующей операции обвалки. При разделке говядины различают комбинированную и колбасную разделку. Для колбасного производства говяжьей полутуши делят на семь частей. Однако целесообразнее проведение комбинированной разделки, при которой наиболее ценные части (грудинка, тазобедренный, спинной и поясничный отрубы) направляют на реализацию или на выработку полуфабрикатов и фасованного мяса.

Обвалка. Обвалкой называется процесс отделения мышечной ткани от костей. Обвалка должна быть тщательной: разрешается оставлять лишь незначительную красноту на поверхности костей сложного профиля (позвонков).

Жиловка. При жиловке происходит отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, хрящей, мелких косточек, кровоподтеков и загрязнений. Соединительная ткань обладает более низкой пищевой ценностью и к тому же при тепловой обработке колбасных батонов полностью не разваривается, что ухудшает их качество.

Посол мяса. Для достижения необходимых технологических свойств готового продукта (вкуса, аромата, цвета, консистенции) и предохранения их от микробиологической порции, осуществляют посол мяса. Обязательной и доминирующей составляющей является пищевая соль. Соль должна удовлетворять следующим требованиям: цвет белый

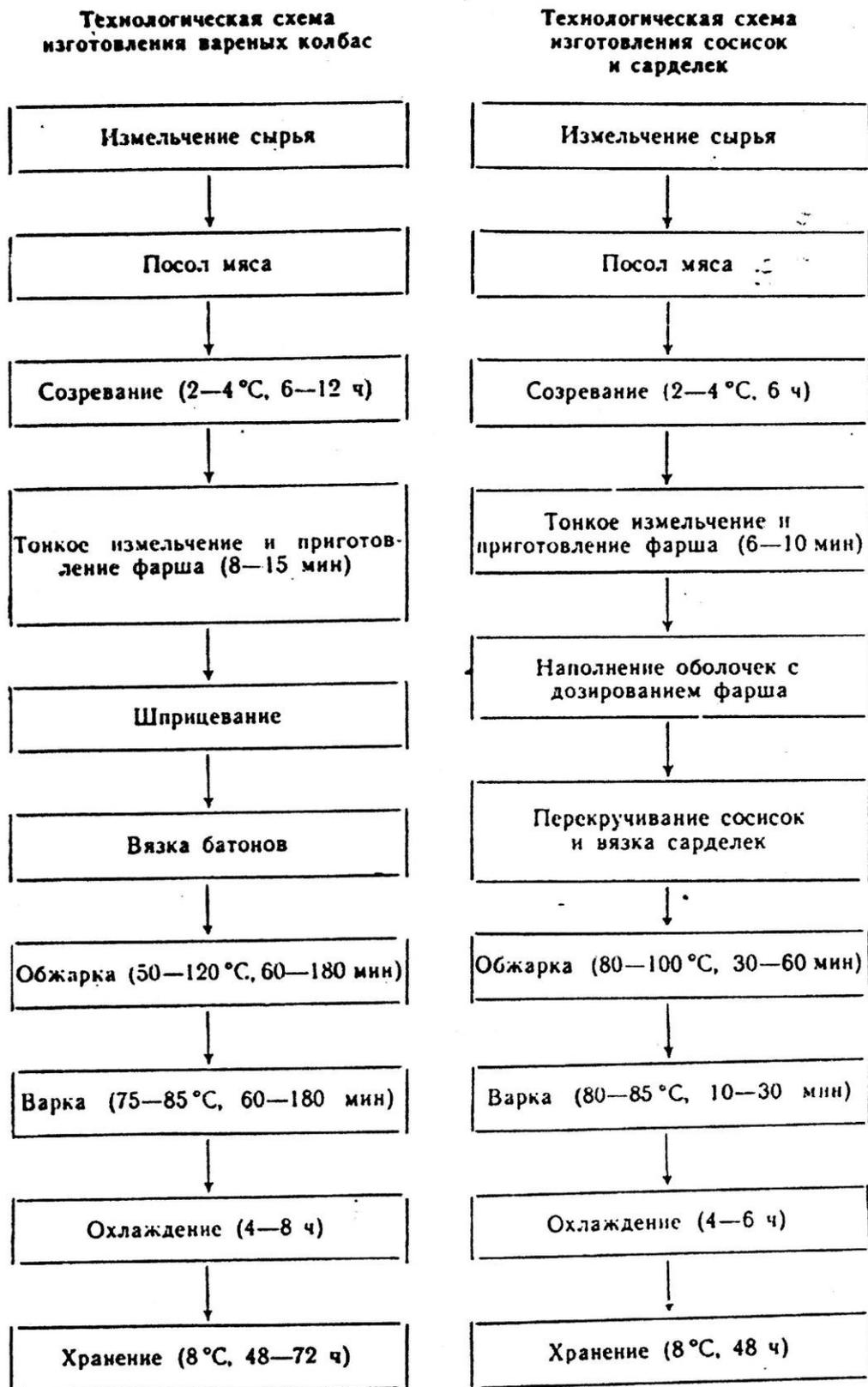


Рисунок 2.1 – Схема производства бесструктурных колбас

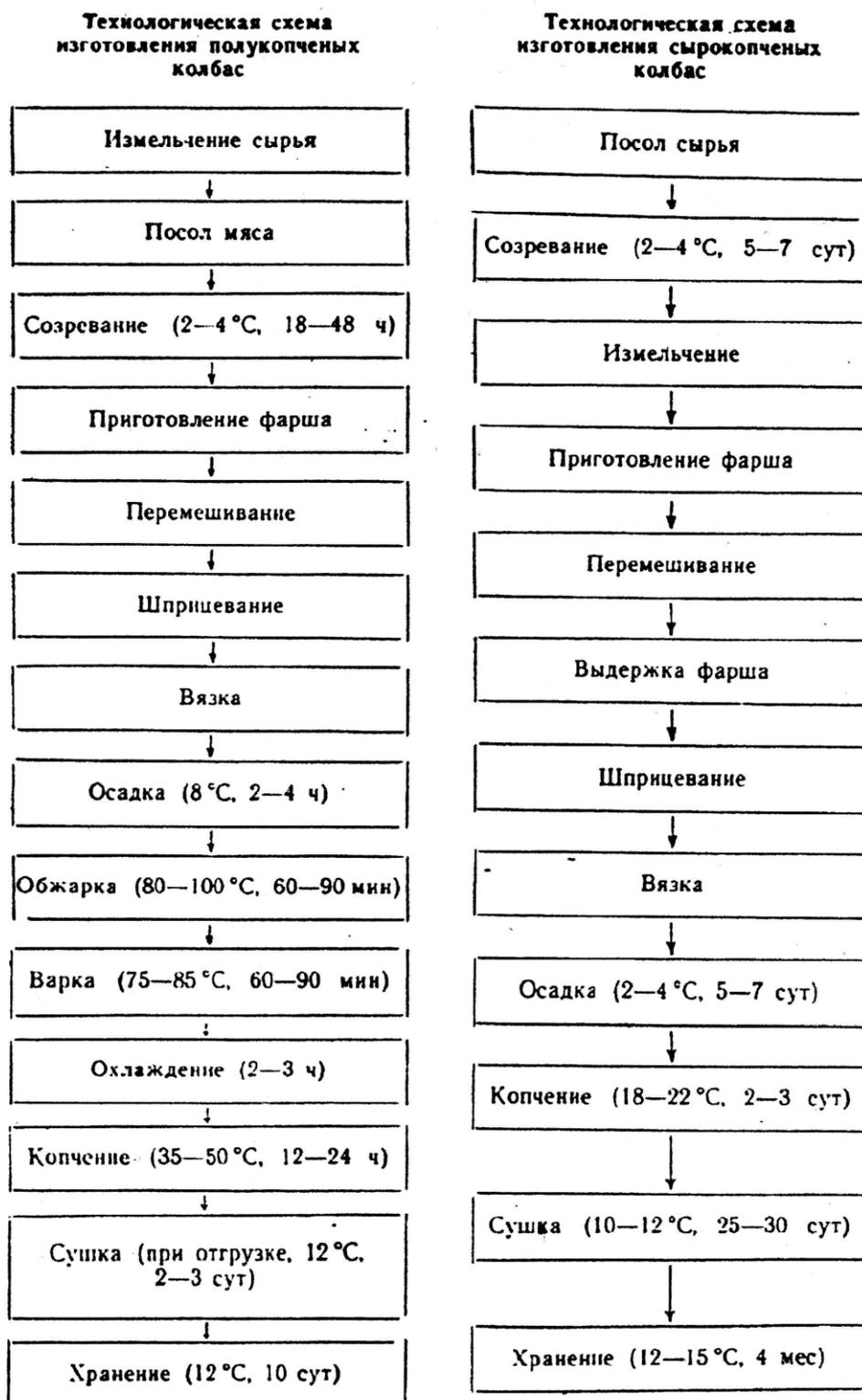


Рисунок 2.2 – Схема производства структурных колбас

(допускается с желтоватым или розоватым оттенком), без запаха, без механических примесей (загрязнений), содержание NaCl 96,5-99,0%, влажность 0,5-3,0%. Для посола наиболее пригодна каменная (артемовская) и выварочная соль (славянская, пермская).

2.2. Санитарно-гигиенические требования

Производство консервов, колбасных изделий и полуфабрикатов гарантированного качества возможно только в цехах с повышенным санитарным режимом. Принимаемое для производства сырье должно быть доброкачественное, без признаков порчи, чистое, то есть в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации на указанные продукты. К переработке допускают сырье, прошедшее ветеринарно-санитарную экспертизу, на свежесть, загрязнение и патологические изменения. Для создания неблагоприятных условий для размножения микроорганизмов в помещениях для обвалки и гниловки мяса, температура должна быть не выше 12°C.

В помещениях для производства стерилизованных консервов, колбасных изделий, полуфабрикатов, постоянно поддерживают чистоту и необходимый температурно-влажностный режим. Для предупреждения заветривания и конденсации влаги на сырье при из изготовлении и хранении для колбасной продукции создают оптимальный микроклимат с помощью кондиционеров, охладительных устройств, вентиляторов.

Вареные колбасы без подлежащего обеззараживанию мяса допускается вырабатывать в основных цехах в период, когда не вырабатываются изделия из кондиционного мяса.

С целью создания оптимальных санитарно-гигиенических условий в цехах предусматривают помещения или устройства для мойки, стерилизации, сушки оборотной тары, мойки инвентаря, комбинированные умывальники со стерилизатором для инвентаря, кладовые для соли, специй, вспомогательных материалов, шкафы для хранения уборочного инвентаря, моющих и дезинфицирующих средств. Помещения оборудуют машинами и оборудованием для приготовления, мойки и стерилизации оборотной тары, а также для централизованного приготовления дезинфицирующих и моющих растворов с подачей их по трубопроводам к местам дезинфекции и мойки во все

производственные помещения мясоперерабатывающего цеха. В помещениях цехов колбасного производства температуру поддерживают в пределах 10-12°C, в накопителях и посолочных участках 0-4°C, в осадочных -2...-6°C при относительной влажности 85%, в сушилках - 12°C при относительной влажности 75-78%. Наиболее эффективный метод поддержания микроклимата – применение кондиционеров.

Дезинфекцию проводят только после удаления сырья и готовой продукции из цеха. Для дезинфекции применяют растворы хлорамина, дихлоризоцианурат натрия и др. Остатки дезинфицирующих средств удаляют промыванием холодной питьевой водой.

2.3. Описание и обоснование выбранной технологии

В настоящее время есть различные способы перемешивания фарша : механический, вибрационно-вакуумный, вакуумный. Мы будем рассматривать механический способ перемешивания. Этот способ является наиболее экономичным, не требующий высоких затрат и простым в использовании, что не мало важно для мясоперерабатывающих цехов.

Существующие вертикальные фаршемешалки более металлоёмкие, чем горизонтальные лопастные. Последние обладают более высоким КПД, бесшумностью работы, универсальностью действия, меньшим числом изнашивающихся деталей.

2.4. Технологические расчеты

2.4.1. Расчет сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции

Рецептура производства полукопченой колбасы Полтавская высшего сорта на 100 кг сырья.

Сырье:

- мясо говяжье соленое I сорта – 30 кг;
- мясо свиное соленое полужирное – 30 кг;
- грудинка свиная, нарезанная полосками длиной 25-30 мм. и шириной 5-6

мм

40 кг.

Специи на 100 кг сырья:

- сахар 135 гр.

- перец душистый 90 гр.

- чеснок 100 гр.

Технологические расчеты даны на примере приготовления полукопченной колбасы. Мощности колбасного цеха позволяют перерабатывать в среднем 1200 кг готовой продукции в смену

Общее количество основного сырья

$$A = \frac{B}{Z} \cdot 100, \quad (2.1)$$

где А – общее количество основного сырья для данного вида изделий, требуемое в смену, кг;

В – количество готовых изделий, вырабатываемых в смену, кг;

Z – выход готовых изделий к массе сырья, %

$$A = \frac{1200 \cdot 100}{82} = 1363,6 \text{ кг.}$$

Количество основного сырья по видам:

$$D = \frac{A \cdot P}{100}, \quad (2.2.)$$

где D – потребное количество одного из видов основного сырья в смену, кг

P – норма расхода сырья согласно рецептуре на 100 кг количества основного сырья, кг.

$$D_{\text{гов. сол. Ис}} = \frac{1363,6 \cdot 30}{100} = 409 \text{ кг}$$

$$D_{\text{свин. полу.}} = \frac{1363,6 \cdot 30}{100} = 409 \text{ кг}$$

$$D_{\text{груд. св.}} = \frac{1363,6 \cdot 40}{100} = 545,44 \text{ кг}$$

Количество соли и специй определяют по формуле:

$$C = \frac{A \cdot P}{100}, \quad (2.3)$$

где C – потребное количество соли или специй в смену для данного вида изделий, кг;

P – норма расхода соли и специй на 100 кг основного сырья, кг.

$$C_{\text{соль}} = \frac{1363,6 \cdot 0,135}{100} = 1,85 \text{ кг};$$

$$C_{\text{перец}} = \frac{1363,6 \cdot 0,09}{100} = 1,23 \text{ кг};$$

$$C_{\text{чеснок}} = \frac{1363,6 \cdot 0,1}{100} = 1,36 \text{ кг}.$$

Количество говядины и свинины на костях для производства готовых изделий:

$$A = \frac{D \cdot 100}{Z}, \quad (2.4)$$

где A – количество говядины или свинины на костях в смену, кг;

D – количество жилованной говядины или свинины в смену, кг;

Z – выход жилованной говядины или свинины к массе мяса на костях, %

$$A_{\text{гов.}} = \frac{409 \cdot 100}{61,9} = 661 \text{ кг}$$

$$A_{\text{св.}} = \frac{409 \cdot 100}{40,3} = 1015 \text{ кг}$$

2.4.2. Расчет технологического оборудования

Для перемешивания фарша применяются, как уже было указано выше, различные типы фаршемешалок, которые в зависимости от вида фарша, состава рецептуры оказывают различные механические воздействия на приготавливаемый фарш.

Для получения высококачественного фарша необходимо процесс перемешивания осуществлять с соблюдением режима интенсивности и длительности перемешивания.

Фаршемешалка горизонтальная с вертикальным вращением лопастей.

Определим производительность фаршемешалки. Для мешалок периодического действия производительность определяется по следующей формуле:

$$Q = 60\alpha \frac{V\rho}{t}, \quad (2.5)$$

где $\alpha = 0,7$ - коэффициент заполнения или использования полезной емкости;

$V = 0,15$ – геометрическая емкость резервуара (дежи) мешалки, м^3 ;

$\rho = 1070$ - плотность перемешиваемого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$t = 16$ – полная продолжительность перемешивания, включая загрузку и выгрузку, мин.

Среднее практическое значение α для перемешивания вязких продуктов в горизонтальной мешалке составляет $0,5-0,7$.

$$Q = 60 \cdot 0,7 \frac{0,15 \cdot 1070}{16} = 420 \text{ кг / ч.}$$

Определим сопротивление среды, испытываемое вращающимися лопастями ведущего и ведомого валов.

Сопротивление, испытываемое одной лопастью, определяется по формуле:

$$P = \sigma F, \quad (2.6)$$

где σ - удельное сопротивление, $\text{Н}/\text{м}^2$;

F – площадь лобовой поверхности лопасти, м^2 .

По данным Лапшина для фарша, имеем:

$$\sigma = \sigma_0 + a\vartheta, \quad (2.7)$$

где $\sigma_0 = 4000-8000$ – условное начальное сопротивление, $\text{Н}/\text{м}^2$;

$a = 4000-5000$ – постоянный параметр, зависящий от вида фарша;

ϑ - скорость вращения лопастей, $\text{м}/\text{с}$.

$$\vartheta_1 = \omega_1 r = \frac{\pi n_2 r}{30} = \frac{\pi \cdot 48 \cdot 0,1375}{30} = 0,685 \text{ м / с,}$$

$$\vartheta_2 = \omega_2 r = \frac{\pi n_1 r}{30} = \frac{\pi \cdot 77 \cdot 0,1375}{30} = 1,1 \text{ м / с.}$$

Лобовая площадь поверхности лопасти:

$$F = (R - r) \cdot l, \quad (2.8)$$

где $R = 0,1375$ – наружный радиус, м ;

$r = 0,03$ – внутренний радиус, м;

$l = 0,39$ – длина лопасти, м;

$$F = (0,1375 - 0,03) \cdot 0,39 = 0,042 \text{ м}^2.$$

Удельное сопротивление для лопасти:

$$\sigma_1 = 7000 + 5000 + 0,685 = 10420 \text{ Н/м}^2;$$

$$\sigma_2 = 7000 + 5000 + 1,1 = 12500 \text{ Н/м}^2.$$

Сопротивление, испытываемое одной лопастью ведущего вала

$$P_1 = \sigma_1 \cdot F = 10420 \cdot 0,042 = 437,64 \text{ Н};$$

ведомого вала

$$P_2 = \sigma_2 \cdot F = 12500 \cdot 0,042 = 525 \text{ Н}.$$

Мощность двигателя привода фаршемешалки определяется по формуле

$$N = \frac{z_1 \cdot P_1 \cdot v_1 + z_2 \cdot P_2 \cdot v_2}{1000\eta}, \quad (2.9)$$

где z_1, z_2 – соответственно число лопастей на ведущем и ведомом валах

$$N = \frac{2 \cdot 437,64 \cdot 0,685 + 2 \cdot 525 \cdot 1 \cdot 1}{1000 \cdot 0,8} = 2,2 \text{ кВт},$$

Выбираем согласно рекомендациям [13] мотор-редуктор МЦ2С-100-56 КУЗ ГОСТ 20721-75, мощностью $N = 3 \text{ кВт}$, $n = 56 \text{ мин}^{-1}$.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание и обоснование выбранной конструкции

Фаршемешалка - устройство, с помощью которого происходит тщательное перемешивание изготовленных мясных продуктов до однородной состояния. При этом в мясо добавляются различные приправы, рассолы, вкусовые добавки и красители. В связи с этим механизмы фаршемешалки должны производиться исключительно из высококачественной нержавеющей стали — это делается для того, чтобы в дальнейшем значительно увеличить эксплуатационный срок машины, повысить ее износостойчивость, и, тем самым повысить качество изготавливаемой мясной продукции. Бак любой фаршемешалки должен быть закругленной формы, благодаря чему значительно облегчится процесс мойки, фаршемес должен соответствовать санитарным требованиям пищевых производств.

Детали всех фаршемешалок, соприкасающихся с продуктом, должны изготавливаться из нержавеющей стали, а ещё допускается использование полимерных материалов. Например, лопасти мешалок могут быть цельными (из нержавеющей стали) и составными, т.е. из нержавеющей стали и полимерных материалов (фторопласт и др.) Лопасты могут быть так же из стали и покрытых оловом.

Для разрабатываемого технологического процесса производства колбасных изделий по требованиям, предъявляемым к конструкциям фаршемешалок, по большинству параметров и условиям производства на предприятии наиболее подходящей является фаршемешалка горизонтальная механическая универсальная.

В качестве прототипа выбрана фаршемешалка ЛПК1000Ф разработки Воронежского КБХА, производства ВМЗ производительностью 420 кг/час, с лопастными месильными органами шнекового типа с двумя валами,

вращающимися навстречу с разным числом оборотов с емкостью дежи 0,15 м³.

Фаршемешалка ЛПК1000Ф имеет следующие недостатки:

- сложность и громоздкость кинематической схемы основного привода, включающего электродвигатель, клиноременную передачу, двухступенчатый редуктор, цепную передачу, зубчатую передачу.

- большой вес конструкции из-за громоздкой кинематической схемы и наличия лишних звеньев-шкивов, клиновых ремней, тяжелого редуктора;

- низкий КПД машины из-за наличия лишних передаточных звеньев;

- ручной поворот дежи, что увеличивает время цикла работы, требует затрат ручного труда и не соответствует современным требованиям.

В результате анализа недостатков прототипа была проведена его модернизация и разработана конструкция (фаршемешалки, где устранены указанные недостатки).

Основными достоинствами спроектированной фаршемешалки являются:

- упрощение конструкции;

- уменьшение веса;

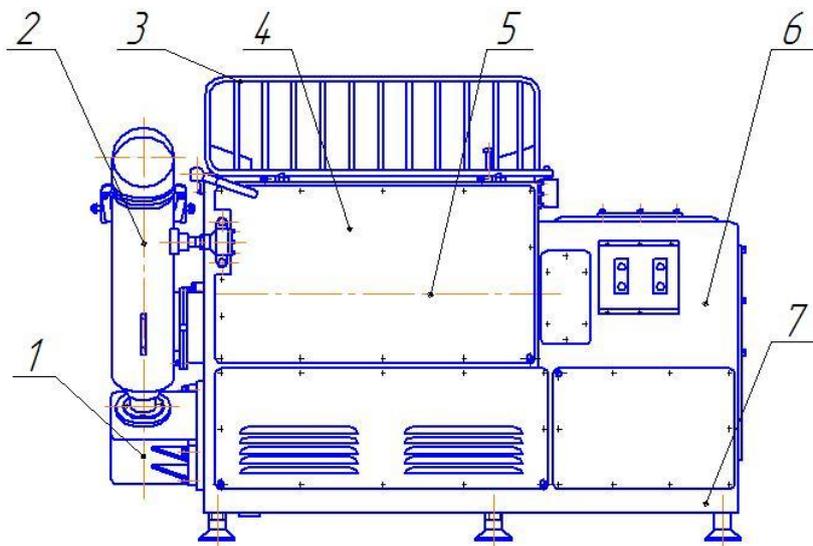
- введение механизированной выгрузки фарша, что исключило ручной труд и уменьшило время одного цикла работы, т.е. повысило производительность.

Разрабатываемая фаршемешалка состоит из станины, горизонтального месильного корыта с шнеками, крышки месильного корыта, выгрузного устройства и привода.

Станина – литая конструкция, на которой размещены все узлы машины. В станине имеются два окна для удобства монтажа узлов машины, расположенных внутри ее. Своим основанием станина крепится болтами к фундаменту или полу.

Месильное корыто представляет собой дежу объемом 150л, в которой расположены два шнека, вращающиеся противоположно друг – другу. Сверху месильное корыто закрыто крышкой.

Привод машины состоит из электродвигателя, втулочно – пальцевой муфты, редуктора и цепной передачи.



1 – привод выгрузного шнека; 2 – шнек выгрузной; 3 – крышка месильного корыта; 4 – корыто месильное; 5 – шнеки перемешивающие; 6 – привод перемешивающих шнеков; 7 – станина

Рисунок 3.1 – Схема фаршемешалки с выгрузным шнеком

Определенные рецептурой фарш, специи и другие ингредиенты загружают в месильное корыто и закрывают последнее крышкой. После цикла перемешивания включают привод выгрузного шнека и освобождают месильное корыто.

3.2. Конструктивные расчеты

3.2.1. Подбор электродвигателя

Подбор электродвигателя осуществляется по потребной мощности (2.11).

Выбираем асинхронный электродвигатель со следующими параметрами:

тип	4A90L4/1425
мощность, кВт	3
напряжение, В	220/380

3.2.2. Выбор типа муфты

При монтаже приводных установок необходимо обеспечить соосность соединения валов.

Выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту по ГОСТ 21424-75.

3.2.3 Расчет параметров цепной передачи

Исходные данные: цепная передача расположена между мотор-редуктором и ведущим шнековым валом фаршемешалки. Передаваемая мощность 3 кВт. Частоты вращения: ведущей звездочки $n_1 = 56 \text{ мин}^{-1}$, ведомой – $n_2 = 48 \text{ мин}^{-1}$. Угол между линией, проходящей через центры и горизонталью 55° , смазывание периодическое, работа в две смены.

Выбираем цепь приводную роликовую однорядную ГОСТ 13568-75 и определяем ее шаг

$$t \geq 2,83 \sqrt{\frac{T_1 \cdot K_э}{z_1 \cdot [p] \cdot m}}, \quad (3.1)$$

где T_1 – вращающий момент на валу ведущей звездочки, Н·мм;

z_1 – число зубьев ведущей звездочки;

$[p]$ – допускаемое давление, приходящееся на единицу проекции опорной поверхности шарнира, Н/мм²;

m – число рядов цепи;

$K_э$ – коэффициент, учитывающий условия монтажа и эксплуатации цепной передачи.

$$K_э = K_d + K_a + K_n + K_p + K_{см} + K_{п}, \quad (3.2)$$

где K_d – динамический коэффициент, при спокойной нагрузке $K_d = 1$;

K_a – коэффициент, учитывающий влияние межосевого расстояния, при $a = (30-50)t$ принимаем $K_a = 1$;

K_n – коэффициент, учитывающий наклон цепи, при наклоне до 60° $K_n = 1$;

K_p – коэффициент, учитывающий способ регулирования натяжения цепи, при автоматическим регулировании $K_p = 1$;

$K_{см}$ – коэффициент, учитывающий способ смазки; для периодического способа смазывания $K_{см} = 1,3-1,5$. Выбираем $K_{см} = 1,3$.

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий сменность работы оборудования, при

работе в две смены $K_{\Pi} = 1$.

$$K_3 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,3.$$

Число зубьев ведущей звездочки $z_1 = 25$, ведомой:

$$z_2 = z_1 \cdot u, \quad (3.3)$$

где u – передаточное отношение передачи ($u = 1,167$)

$$z_2 = 25 \cdot 1,167 = 29,175.$$

Принимаем $z_2 = 30$.

3.2.4. Расчет долговечности подшипников

Номинальная долговечность, ч

$$L_n = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^P, \quad (3.17)$$

где C – динамическая грузоподъемность по каталогу, $C=16700$ Н;

P – эквивалентная нагрузка;

n – число оборотов.

Возьмем подшипник качения, радиально-упорный, однорядный и эквивалентная нагрузка

$$P = F_r \cdot V \cdot K_o \cdot K_m, \quad (3.18)$$

где V – коэффициент вращения, при вращении внутреннего кольца $V=1$;

K_m – температурный коэффициент, $K_m=1,05$;

K_o – коэффициент, зависящий от нагрузки, $K_o=1,5$.

Определим осевые составляющие для радиально-упорных подшипников:

$$S = e \cdot R, \quad (3.19)$$

где e – коэффициент осевого нагружения, $e=0,37$;

R – реакции опор, Н.

$$S_1 = e \cdot R_a = 0,37 \cdot 359 = 132,8 \text{ Н};$$

$$S_2 = e \cdot R_b = 0,37 \cdot 489 = 180,9 \text{ Н};$$

$$F_{a2} = S_2 = 180 \text{ Н};$$

Определяем эквивалентные нагрузки

$$\frac{F_{a1}}{V \cdot R_a} = \frac{313,7}{1 \cdot 359} = 0,8 > e, \text{ т.е. } x=0,45, y=1,81;$$

$$\frac{F_{a2}}{V \cdot R_g} = \frac{180,9}{1 \cdot 489} = 0,37 \geq e, \text{ т.е. } x=1, y=0.$$

Тогда, при $\frac{F_a}{V \cdot R_a} \geq e$

$$P_1 = (x \cdot V \cdot R_a + y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_m, \quad (3.20)$$

$$P_1 = (0,45 \cdot 1 \cdot 359 + 1,81 \cdot 180,9) \cdot 1,5 \cdot 1,05 = 770,14 \text{ Н.}$$

При $\frac{F_{a2}}{V \cdot R_g} \leq e$, то

$$P_1 = 1 \cdot 1 \cdot 489 \cdot 1,5 \cdot 1,05 = 770,17 \text{ Н.}$$

Определяем долговечность

Выбираем наиболее нагруженный подшипник $P_2=770,17 \text{ Н.}$

$$L_u = \frac{10^6}{930 \cdot 60} \cdot \left(\frac{16700}{770,17} \right)^3 = 1,8 \cdot 10^5.$$

Полученный результат свидетельствует о высокой долговечности подшипника.

3.2.5 Расчёт шнекового транспортера

Определяем шаг шнека

$$H = 0,7 \cdot D, \quad (3.21)$$

где $D = 0,164$ диаметр шнека, м

$$H = 0,7 \cdot 0,164 = 0,11 \text{ м.}$$

Предельный диаметр шнека

$$D_{пр} = (H/\pi)f, \quad (3.22)$$

где $f = 0,9$ – коэффициент трения

$$D_{пр} = \left(\frac{0,1}{3,14} \right) \cdot 0,9 = 0,28 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр вала шнека $d = 0,08 \text{ м}$

Угол подъема винтовой линии на внешней стороне шнека

$$\alpha_D = \arctg [\pi / (\pi D)] \quad (3.23)$$

$$\alpha_D = \arctg [3,14 / (3,14 \cdot 0,156)] = 56,9 \text{ град.}$$

Угол подъема винтовой линии на внутренней стороне шнека

$$\alpha_d = \arctg [3,14 / (3,14d)] \quad (3.24)$$

$$\alpha_d = \arctg [3,14 / (3,14 \cdot 0,08)] = 38,1 \text{ град.}$$

Среднее значение угла подъема винтовой линии витка шнека

$$\alpha_{cp} = 0,5(\alpha_D + \alpha_d). \quad (3.25)$$

$$\alpha_{cp} = 0,5(56,9 + 38,1) = 47,5 \text{ град.}$$

Толщина витка шнека

$$\delta = \sqrt{\frac{6M_u}{[\delta]_u}}, \quad (3.26)$$

где $[\delta] = 125 \cdot 10^6$ - допускаемое напряжение при изгибе, Па

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 608,79}{125 \cdot 10^6}} = 0,0054 \text{ м.}$$

Площадь внутренней поверхности корпуса устройства на длине одного шага

$$F_b = \pi D(H - \delta). \quad (3.27)$$

$$F_b = 3,14 \cdot 0,164(0,11 - 0,0054) = 0,0465 \text{ м}^2.$$

Площадь одной стороны поверхности витка шнека на длине одного шага

$$F_m = \frac{1}{4\pi} \left(\pi DL - \pi dl + h^2 \ln \frac{D + 2L}{d + 2l} \right), \quad (3.28)$$

где L - развертка винтовой линии, соответствующая диаметру шнека, м;

$$L = \sqrt{H^2 + (\pi D)^2}, \quad (3.29)$$

$$L = \sqrt{0,11^2 + (3,14 \cdot 0,164)^2} = 0,49 \text{ м,}$$

l - развертка винтовой линии, соответствующая диаметру вала, м

$$l = \sqrt{H^2 + (\pi d)^2}, \quad (3.30)$$

$$l = \sqrt{0,11^2 + (3,14 \cdot 0,08)^2} = 0,27 \text{ м.}$$

$$F_m = \frac{1}{4 \cdot 3,14} \left(3,14 \cdot 0,156 \cdot 0,49 - 3,14 \cdot 0,008 \cdot 0,27 + 0,1^2 \ln \frac{0,156 + 2 \cdot 0,49}{0,08 + 2 \cdot 0,27} \right) = 0,014 \text{ м}^2.$$

Условие $F_m < F_b$ выполняется.

Крутящий момент при двух рабочих витка шнека определим по формуле

$$M_{кр} = 0,131nP_{max}(D^3 - d^3) \operatorname{tg}\alpha_{op}, \quad (3.31)$$

где $n = 2$ - число рабочих витков шнека

$$M_{кр} = 0,131 \cdot 2 \cdot 800 \cdot 10^3 (0,156^3 - 0,08^3) \operatorname{tg}47,5 = 5499 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Осевое усилие

$$S = 0,392 \cdot n \cdot (D^2 - d^2) P_{max}. \quad (3.32)$$

$$S = 0,392 \cdot 2 (0,156^2 - 0,08^2) \cdot 800 \cdot 10^3 = 11038,72 \text{ Н}.$$

Нормальное напряжение вала шнека определяется по формуле

$$\delta_{cm} = S/F, \quad (3.33)$$

где F - площадь поперечного сечения вала шнека, м^2

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.34)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

$$\delta_{cm} = 11038,72 / 5 \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Примем, что вал шнека изготовлен из стали 12Х18Н10Т, для которой допускаемое напряжение при изгибе $[\delta] = 180 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

Условие $\delta_{эkv} \leq [\delta]$ выполняется.

Мощность, затрачиваемая на привод шнекового транспортера

$$N = \frac{M_{кр} \omega}{\eta}. \quad (3.35)$$

где $\omega = 15,7$ – угловая частота вращения шнека, рад/с;

$\eta = 0,75$ - механический КПД привода

$$N = \frac{5499 \cdot 15,7}{0,75} = 1,2 \text{ кВт}.$$

Производительность транспортера

$$П = 0,125(D^2 - d^2) \cdot (H - \delta) \cdot (1 - K_0) \cdot \rho \cdot \varphi \cdot \omega, \quad (3.36)$$

где $\rho = 1100$ - плотность мяса, $\text{кг}/\text{м}^3$ [6];

$\varphi = 1,0$ - коэффициент подачи;

$$P = 0,125(0,156^2 - 0,08^2)(0,1 - 0,005)(1 - 0,992) \cdot 1100 \cdot 1,0 \cdot 15,7 = 0,347 \text{ кг/с.}$$

3.3. Мероприятия по охране труда.

3.3.1 Требование безопасности труда к конструкции фаршемешалки

Для обеспечения безопасной работы в конструкции фаршемешалки предусмотрены:

1. Корпус фаршемешалки имеет болт для заземления.
2. Электродвигатель и другие вращающиеся механизмы закрыты защитным кожухом.
3. Поверхности фаршемешалки очищены от заусенцев.
4. Для открытия и закрытия крышки имеется ручка.

Фаршемешалка будет располагаться на расстоянии до 1.5м от продольной стены мясного цеха, что в свою очередь тоже влияет на безопасную работу оператора. Детали фаршемешалки, соприкасающихся с продуктом, будут изготавливаться из нержавеющей стали, возможно использование полимерных материалов. Например, лопасти мешалки могут быть цельными (из нержавеющей стали) и составными, т.е. из нержавеющей стали и полимерных материалов (фторопласт и др.) Лопасты могут быть так же из стали и покрытых оловом. Выгрузной шнек фаршемешалки диаметром 170 мм закреплен к раме на высоте 980 мм. Основным органом управления перемешивающими и выгрузными шнеками это пульт управления, который располагается на корпусе мешалки на высоте 1200 мм, т.е оператор, выполняя процесс перемешивания не будет тратить лишние усилия на реализацию этого процесса.

3.3.2 Разработка инструкции для оператора по безопасности труда

«Утверждено»

На заседании профсоюзного комитета

от « » ____ 20.. г. Пр.№ _____

«Утверждаю»

Директор предприятия

« » _____ 20.. г.

Ф.И.О.

Инструкция для оператора по безопасности труда

при работе фаршемешалки.

Общие требования безопасности

Оператор допускается к работе, пройдя инструктаж по технике безопасности и промышленной санитарии, прошедший медицинский осмотр, хорошо изучивший ее устройство и принцип работы. Так же получает специальную одежду. Допускаются лица старше 18 лет.

Опасными факторами при выполнении работ являются: скользкие ступеньки, недостаточное освещение, вращающиеся шнеки. Все механизмы должны быть тщательно осмотрены со сменщиком, смазаны и проверены на холостом ходу. Выявленные неисправности должны быть устранены.

Требования безопасности перед началом работ

Необходимо проверить и надеть установленную для этого вида работ спецодежду: белый халат, на голове шапочку или платок, обувь на резиновой основе. Одежда должна быть застегнута на все пуговицы. Получить наряд.

Проверить и подготовить к работе свое рабочее место, в зоне 1 м должно быть все свободно от посторонних предметов.

Убедиться, что рабочее место достаточно освещено и свет не слепит глаза.

Проверить чистоту месильного корыта, включить электродвигатель и проверить исправность привода. Узнать нет ли изменений в работе фаршемешалки после ночной смены у сменщика или мастера.

Требования безопасности во время работы

Во время работы строго соблюдать правила внутреннего распорядка. Категорически запрещается распитие спиртных напитков и курение на рабочем месте.

Запрещается отлучаться от рабочего места.

Соблюдать правила личной гигиены и производственной санитарии при эксплуатации фаршемешалки.

Требования безопасности в аварийной ситуации

При обнаружении признаков аварийной ситуации (при появлении дыма, запаха гари, появлении на корпусе электрического тока и др.) необходимо отключить установку и сообщить мастеру о неисправности.

При травмировании работника, ему необходимо оказать первую медицинскую помощь, используя медицинскую аптечку, сообщить о происшедшем в мед. пункт предприятия и начальнику смены или мастеру.

Так же оказать мед помощь до ухудшения состояния самому себе.

Требования безопасности по окончании работ

Перед выключением установки убедиться, что месильное корыто пустое.

После отключения машины произвести очистку фаршемешалки, привести в порядок рабочее место, пустую тару из-под фарша отправить на мойку.

Уборку и очистку проводить с помощью специальных моющих средств и инструментов. Отходы сложить в специальную емкость для отходов.

По окончании работы работник должен очистить одежду и обувь, повесить одежду в специальный шкаф, выполнить требования личной гигиены (принять душ или сауну)

Ответственность за нарушение требований безопасности

За нарушение правил техники безопасности и требований производственной санитарии, оператор несет дисциплинарную, материальную и уголовную ответственность.

Разработал:

главный технолог

Согласовано:

специалист по ТБ

3.4 Правила экологической эксплуатации

В процессе производственной деятельности человек создает новые для природы объекты: машины, здания, дороги, заводы, шахты, сельскохозяйственные поля и т.д. Эти переработанные трудом природные материалы оказывают решающее воздействие на окружающую среду.

Используемая в процессе промывки оборудования вода после окончания рабочего процесса должна соответствовать ГОСТ 17.13.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.6 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Для расчета технико-экономических показателей собираются исходные данные

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	Базовый	Проектируемый
Масса конструкции, кг	500	460
Балансовая стоимость, руб.	75000	62100
Потребляемая мощность, кВт	4	3
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	3	3
Тарифная ставка, руб./чел.-ч.	42,4	42,4
Норма амортизации, %	14,2	14,2
Норма затрат на ремонт и ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	1000	1000

1. Часовая производительность фаршемешалок определяется по формуле

$$Q = 60\alpha \frac{V\rho}{t}, \quad (3.37)$$

где $\alpha = 0,7$ - коэффициент заполнения или использования полезной емкости;

$V = 0,15$ – геометрическая емкость резервуара (дежи) мешалки, м³;

$\rho = 1070$ - плотность перемешиваемого продукта, кг/м³;

$t = 16$ – полная продолжительность перемешивания, включая загрузку и выгрузку, мин.

Среднее практическое значение α для перемешивания вязких продуктов в горизонтальной мешалке составляет 0,5-0,7.

$$Q = 60 \cdot 0,7 \frac{0,15 \cdot 1070}{16} = 420 \text{ кг / ч.}$$

2. Энергоемкость процесса определяется по формуле

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.38)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность, т/ч.

$$\mathcal{E}_0 = \frac{4}{0,42} = 9,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т};$$

$$\mathcal{E}_0 = \frac{3}{0,42} = 7,14 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}.$$

3. Металлоёмкость процесса определяется по формуле

$$M = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{с}}}, \quad (3.39)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка машины;

$T_{\text{с}}$ – срок службы машин, лет.

$$M_0 = \frac{500}{0,42 \cdot 607,2 \cdot 5} = 0,39 \text{ кг/т};$$

$$M_1 = \frac{460}{0,42 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,21 \text{ кг/т}.$$

4. Фондоёмкость процесса определяется по формуле

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.40)$$

$$F_{e0} = \frac{75000}{0,42 \cdot 607,2} = 294,2 \text{ руб/т};$$

$$F_{e1} = \frac{62100}{0,42 \cdot 1000} = 147,8 \text{ руб/т}.$$

5. Трудоемкость процесса перемешивания

$$T_e = \frac{n_{\text{обсл}}}{W_x}, \quad (3.41)$$

где $n_{\text{обсл}}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,42} = 2,38 \text{ чел.-ч/т};$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,42} = 2,38 \text{ чел.-ч/т}.$$

6. Себестоимость работы, выполненной с помощью фаршемешалки определяют по формуле

$$S = C_{з.п.} + C_э + C_{пто} + A, \quad (3.42)$$

где $C_{з.п.}$ – затраты оплату труда, руб./т;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб./т;

$C_{пто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./т;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб./т;

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{см} \cdot K_{ом} \cdot K_{сс}, \quad (3.43)$$

где z – часовая тарифная ставка рабочего, руб.

$$C_{з.п.} = 42,4 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 134,4 \text{ руб./т};$$

$$C_{з.п.} = 42,4 \cdot 1,37 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 115,7 \text{ руб./т}.$$

Определяем затраты на электроэнергию

$$C_э = C_{э0} \cdot Э, \quad (3.44)$$

где $C_{э0}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$$C_{э0} = 32 \cdot 9,5 = 304 \text{ руб./т};$$

$$C_{э0} = 32 \cdot 7,14 = 228,48 \text{ руб./т}.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_б \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.45)$$

где $H_{пто}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{пто}^0 = \frac{75000 \cdot 15}{100 \cdot 0,42 \cdot 607,2} = 44,11 \text{ руб./т};$$

$$C'_{pmo} = \frac{62100 \cdot 15}{100 \cdot 0,42 \cdot 1000} = 22,17 \text{ руб./т.}$$

Амортизационные отчисления определяются как

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (3.46)$$

где a – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что $a_{0,1}=18$, находим

$$A_0 = \frac{75000 \cdot 18}{100 \cdot 0,42 \cdot 607,2} = 52,93 \text{ руб./т.};$$

$$A_1 = \frac{62100 \cdot 18}{100 \cdot 0,42 \cdot 1000} = 26,61 \text{ руб./т.}$$

$$S_{эксн}^0 = 134,4 + 2,94 + 24 + 52,93 = 214,27 \text{ руб./т.};$$

$$S_{эксн}^1 = 115,7 + 2,42 + 14,5 + 26,61 = 159,66 \text{ руб./т.}$$

7. Уровень приведенных затрат определяется

$$C_{пр} = S_{эксн} + E_n \cdot K_{уд}, \quad (3.47)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения, руб./т.

$$C_{прив0} = 214,27 + 0,15 \cdot 32 = 219,27 \text{ руб./т.};$$

$$C_{прив1} = 159,66 + 0,15 \cdot 19,3 = 162,55 \text{ руб./т.}$$

8. Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_{эксн}^0 - S_{эксн}^1) \cdot W_ч \cdot T_{год}, \quad (3.48)$$

где $T_{год}$ – годовая нормативная загрузка, ч.

$$\mathcal{E}_{год} = (214,27 - 159,66) \cdot 0,42 \cdot 1000 = 22936,2 \text{ руб.}$$

9. Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$E_{год} = (C_{прив0} - C_{прив1}) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (3.49)$$

$$E_{год} = (219,27 - 162,55) \cdot 0,42 \cdot 1000 = 23822,4 \text{ руб.}$$

10. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.50)$$

$$T_{ок} = \frac{62100}{22936} = 2,6 \text{ год.}$$

11. Коэффициент эффективности капитальных вложений определяется

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б1}} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (3.51)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{2,6} = 0,39.$$

Конструкция считается экономически эффективной, так как срок окупаемости менее 7 лет и коэффициент дополнительных капиталовложений более 0,15.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 3.2

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	кг/ч	420	420
2.	Фондоёмкость процесса	руб/т	294,2	147,8
3.	Энергоёмкость процесса	кВт·ч/т	9,5	7,14
4.	Металлоёмкость	кг/т	0,39	0,21
5.	Трудоёмкость процесса	чел.ч/т	2,38	2,38
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/т	199	132,9
7.	Уровень приведённых затрат	руб/т	219,27	162,55
8.	Годовая экономия	тыс.руб.	-	22936,2
9.	Годовой экономический эффект	тыс.руб.	-	23833,4
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	2,6
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	-	0,39

По технико-экономическим показателям можно сказать, что проектируемая конструкция экономически эффективна. Она имеет срок

окупаемости менее 7 лет и коэффициент дополнительных капитальных вложений более 0,15.

3.7 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции фаршемешалки, ее надежность и высокие технико-экономические показатели. Экономический эффект от использования проектируемой фаршемешалки составит 23833,4 руб.

ВЫВОДЫ

Как известно, одной из основных задач, стоящих перед мясной промышленностью является внедрение высокоэффективного технологического оборудования, применение которого в сочетании с прогрессивной технологией повышает производительность труда, сокращает производственные затраты производства, а значит себестоимости производимой продукции. Кроме того, оборудование должно обеспечивать безопасность жизнедеятельности и влияние на окружающую среду.

На основе проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- спроектированная конструкция горизонтальной фаршемешалки периодического действия соответствует техническим требованиям, предъявляемым к оборудованию мясной промышленности, в частности к фаршемешалкам;

- внедрение данной фаршемешалки в производство экономически обосновано, так как экономический эффект составляет 23833,4 руб., срок окупаемости 2,6 года.

- разработанная конструкция и предлагаемая технология соответствует санитарно-гигиеническим нормам пищевой промышленности;

- конструкция соответствует нормам безопасности жизнедеятельности, что имеет большое значение в производстве;

- разработанная конструкция дает возможность использования для производства различных видов колбасных изделий.

В заключении можно сказать, что работа по проектированию технологической линии производства колбасных изделий позволяет увеличить прибыль предприятия, повысить рентабельность, снизить себестоимость выпускаемой продукции высокого качества