

Содержание:

Аннотация

Введение	3
1 Литературно-патентный обзор.....	4
1.1 Описание машино – аппаратурной схемы вареной колбасы.....	4
1.2 Анализ и синтез технологического потока.....	6
1.2.1 Спецификация ведущего оборудования в линии.....	6
1.2.2 Список оборудования в линии .....	7
1.2.3 Операторная модель технологической линии производства вареных колбас.....	7
1.2.4 Схема строения технологического потока.....	9
1.2.5 Узкие места в линии.....	9
1.3 Литературный обзор.....	9
1.4 Патентный обзор.....	15
2 Описание куттера Л5-ФКМ.....	21
3 Расчеты, подтверждающие работоспособность куттера Л5-ФКМ.....	24
3.1 Технологический расчет.....	24
3.2 Кинематический расчет приводного вала ножевой головки.....	26
4 Прочностной расчет ножа.....	33
4.1 Прочностной расчет ножевого пакета.....	36
4.2 Прочностной расчет вала на ЭВМ.....	39
4.3 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ.....	45
4.4 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ.....	50
5 Монтажный проект.....	51
5.1 Расчет фундаментной площадки.....	51
5.1.1 Статический расчет фундаментной площадки.....	51
5.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки.....	52
5.2 Расчет крепления оборудования.....	54
5.3 Сетевой график.....	55
5.4 План размещения оборудования в цехе.....	57
6 Экология.....	59
Заключение.....	63
Список использованных источников.....	64
Приложение А – Патенты	
Приложение Б – Сетевой график оборудования	
Приложение В – Графическая часть	
Приложение Г – Спецификация к графической части	

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Чикалдин</i>			Проект куттера Л5-ФКН в линии производства вареной колбасы производительностью 40 кг/час	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Рензяев</i>					2	65
<i>Реценз.</i>						КемТИПП (у) МФ ПМ-121		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

## Введение

Мясная индустрия считается одной из крупнейших сфер пищевой промышленности, она призвана осуществлять потребности населения страны пищевыми продуктами, представляющими главным источником белков. С целью повышения выработка мяса и мясопродуктов каждый год меняются и включаются мясоперерабатывающие предприятия. Регулярно совершается техническое перевооружение и снабжение компаний мясной отрасли АПК страны современным технологическим оборудованием, новейшей техникой, комплексно механизуются и автоматизируются изготовления. Все больше используется вычислительная техника. Проводится большая работа по повышению качества, улучшению и обогащению ассортимента мясных продуктов.

Оценка питания различных групп жителей РФ, проводимый Институтом кормления АМН РФ, подтверждает, что в настоящее время потребление пищевых продуктов не только не обеспечивает, но у значительной части населения превосходит энергетические потребности. В то же время потребности в белках, в первую очередь животного происхождения, удовлетворяются лишь на 80%. У значительного числа населения обозначается излишнее потребление жиров и углеводов, недостаток витаминов и минеральных веществ.

Одним из результатов научно-технического и социального прогресса, имеющим решающее значение для рассматриваемой проблемы, считается внезапное сокращение энергозатрат у основной массы населения, как в сфере общественного производства, так и в сфере домашнего хозяйства и быта. На протяжении последних десятилетий вследствие механизации и автоматизации труда, сокращения продолжительности рабочего дня и рабочей недели, развития общественного и личного транспорта, расширения коммунальных услуг энергозатрат человека снизились в 1,5 - 2 раза.

Необходимо, чтобы ассортимент и состав мясопродуктов должен соответствовать меняющимся физиологическим потребностям профессиональных и возрастным категориям населения страны.

Изготовление высококачественных естественных натуральных мясных продуктов – это сложная и первостепенная задача. Ее разрешение в зависимости от совершенствования всеохватывающей и безотходной технологий в переработки аграрного сырья, последующей автоматизации и механизации сельского оборудования и перерабатывающих служб, упадок сырьевых, энергетических и трудовых затрат, увеличение рабочей и промышленной дисциплины, высококлассного подъема сотрудников [21].

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3



Взвешенное мясо предварительно измельчают на волчке (6) с диаметром отверстий решетки 16-25 мм и подвергают посолу. В целях форсирования процесса посола рекомендуется размельченное мясо солить концентрированным веществом поваренной соли плотностью 1,201 г/см<sup>3</sup> с вхождением хлористого натрия 26 %. высококонцентрированный раствор поваренной соли остужают до температуры не выше 4°C. При засоле сырья дополняют нитрит натрия в количестве 7,5 г на 100 кг мясного сырья (в виде раствора концентрацией не выше 2,5 %). Посоленное мясо воздерживают в емкостях для созревания (7) при температуре здания не выше 4°C, в течение 12-24 часов. Выдержанность мяса в созревателях постоянного действия, обеспеченных охлаждаемой рубашкой, позволяет делать в неохлаждаемых комнатах. При этом в остужаемую рубашку подают холодную воду или рассол с температурой от 0 до -1°C. Не рекомендовано использование рассола более низкой температуры во избежание примерзания мяса к стенам созревателя.

Посоленное и выдержанное при низкой температуре мясо обрабатывается на куттере (8) с целью тонкого измельчения. Измельченное мясо смешивается в фаршемешалке (9) с остротами, крахмалом, мукой, аскорбинатом натрия и измельченным шпиком течение 5-8 минут до принятия однородной массы фарша вслед за этим тщательного смешивания готовый фарш в тележках подается к шприцам. заполнение кожухов фаршем совершают на пневматических, гидравлических или механических вакуумных шприцах (10). Глубина вакуума 0,5 Па. Давление нагнетания должно гарантировать плотную набивку фарша. При вязке фарш отжимают вовнутрь батона и стойко завязывают конец оболочки, делая петлю для навешивания на палку. Вязка батон (товарные отметки) изготавливается в согласовании с условиями ГОСТ 23670-79 вискозным шпагатом, шпагатом №1,2 в просторных оболочках, шпагатом № 1,0 и льняными нитками в оболочках до 80 мм. Из батон в натуральной оболочке убирают воздух, проникший в батон вместе с фаршем, через прокол оболочки.

При присутствии на искусственных оболочках отпечатанных обозначений связку батон допускаются исполнять без поперечных перевязок (товарных отметок) или с одной тремя перевязками промеж батон в связи от его диаметра. Наименьшая протяжённость батон должна быть не менее 15 см. независимые концы шпагата и оболочки диаметром до 80 мм обязаны быть не длиннее 2 см, а свыше 80 мм не длиннее 3 см, при товарной отметке не длиннее 7 см. уже после вязки либо наложения петли батон навешиваются на палочки, которые далее размещаются на рамах. При навешивании на палочки следят, чтобы батон не граничили друг с другом во избежание слипов. Батон в искусственной оболочке крупного диаметра 100-120 мм навешивают на палки (при наличии петли) или укладывают в горизонтальном положении на специальные лотки (приспособления), представляющие собой каркас из хромистой нержавеющей стали, на котором закреплена желобчатая подложка из нержавеющей сетки с ячейкой 2x2 мм. Лотки закрепляются на стандартных рамах и направляются в камеру осадки (12). Осадка, то есть, набивка фарша и

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

подсушивание оболочки. Батоны подвергаются осадке при температуре 4°С в течение 2 часов. Обжарку следует вести опилками лиственных пород деревьев, предпочтительно бука, ольхи, дуба, которые акцентируют при неполном сгорании ароматические и мажущие вещества.

Обжарка колбасы в газовой среде (при прямом сгорании в топке газа) ни в каком случае не может быть предусмотрена, таким образом газ при сгорании выделяет вредные для здоровья человека вещества, конденсирующиеся на оболочке и проникающие в фарш, поэтому газ может быть использован при обжарке только в качестве топлива. Газовые горелки обязаны быть замкнуты в металлические кожуха с заключением продуктов сгорания газа не в камеру, а в атмосферу. Опилки для создания дыма контактируют не с газом, а с металлическим кожухом, изолирующим газ от продукции. Обжарка производится в обжарочном шкафу (14) при температуре 95°С в течение 120 минут. Температура фарша колбас при обжарке не обязана повышаться более 40°С, так как при повышенной температуре продукция теряет много влаги, фарш припекается к оболочке и снижается выход продукции.

Обжаренные батоны подвариваются в паровом варочном котле (15) при температуре 80°С в течение 120 минут. Подготовленность обуславливается свершением внутри батона температуры 70°С. После варки батоны охлаждают под душем холодной водой с температурой 8°С в течение 10 минут в оросительной камере (16). После охлаждения под душем колбасные изделия охлаждают до температуры в центре батона не ниже 0°С и не выше 15°С в камере охлаждения (17) при температуре 4°С и относительной влажности воздуха 95 %. Вареные колбасы отпускают в реализацию при температуре не ниже 0 и не выше 15°С. Сроки хранения при температуре не ниже 0 и не выше 8°С и относительной влажности воздуха 75 % вареных колбас высшего сорта - до 72 ч, а первого и второго.

## 1.2 Анализ и синтез технологического потока

### 1.2.1 Спецификация ведущего оборудования линии

Таблица 1 - Спецификация ведущего оборудования линии производства вареной колбасы

Название	Производительность, (т/ч)	Емкость, (М <sup>3</sup> )	Установленная мощность, (кВт)	Габариты д-ш-в, (мм)	Класс
Пресс шнековый					II
Волчок					II
Куттер					II

Фаршемешалка					II
Шприц вакуумный					II
Шкаф обжарочный					I
Камера оросительная					I

### 1.2.2 Список оборудования в линии

1)	Стол	I
2)	Транспортер ленточный	I
3)	Пресс шнековый	I
4)	Тележка	II
5)	Весы автоматические	I
6)	Волчок	II
7)	Емкость созревания	I
8)	Куттер	II
9)	Фаршемешалка	I
10)	Шприц вакуумный	I
11)	Лоток	I
12)	Камера осадки	II
13)	Тележка	II
14)	Шкаф обжарочный	II
15)	Котел варочный	I
16)	Камера оросительная	II
17)	Камера охлаждения	II

### 1.2.3 Операторная модель технологической линии производства вареных колбас

A- подсистема образования предварительного измельчения, имеющая операторы:

B- Подсистема образования посола и созревания, имеющая операторы:

I- Измельчение мяса

C1- Подсистема образования тонкого измельчения фарша, имеющая оператор:

- I- Образование тонкого фарша;
- II- Образование приготовления фарша.
- C2- Подсистема образования шприцевания фарша, имеющая оператор:
- C3-Подсистема образования вязки батонов и тепловой обработки, имеющая операторы:
  - I- Образование вязки батонов
  - II- Тепловой обработки
- C4 – Подсистема образования хранения и упаковки

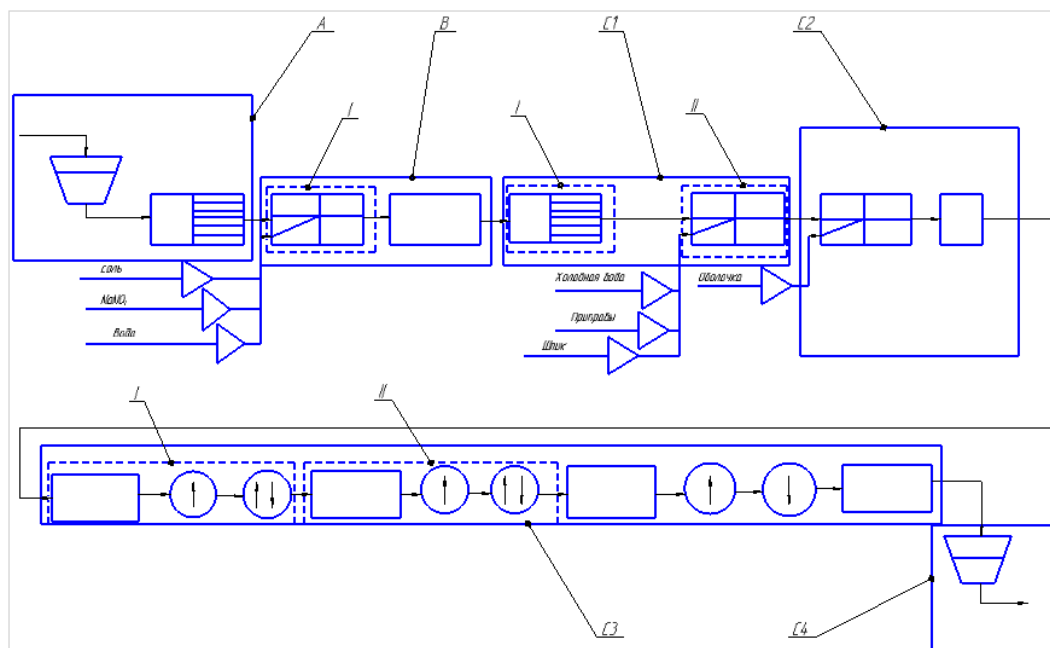


Рисунок 2 - Операторная модель технологической линии производства вареной колбасы

### 1.2.4 Схема строения технологического потока

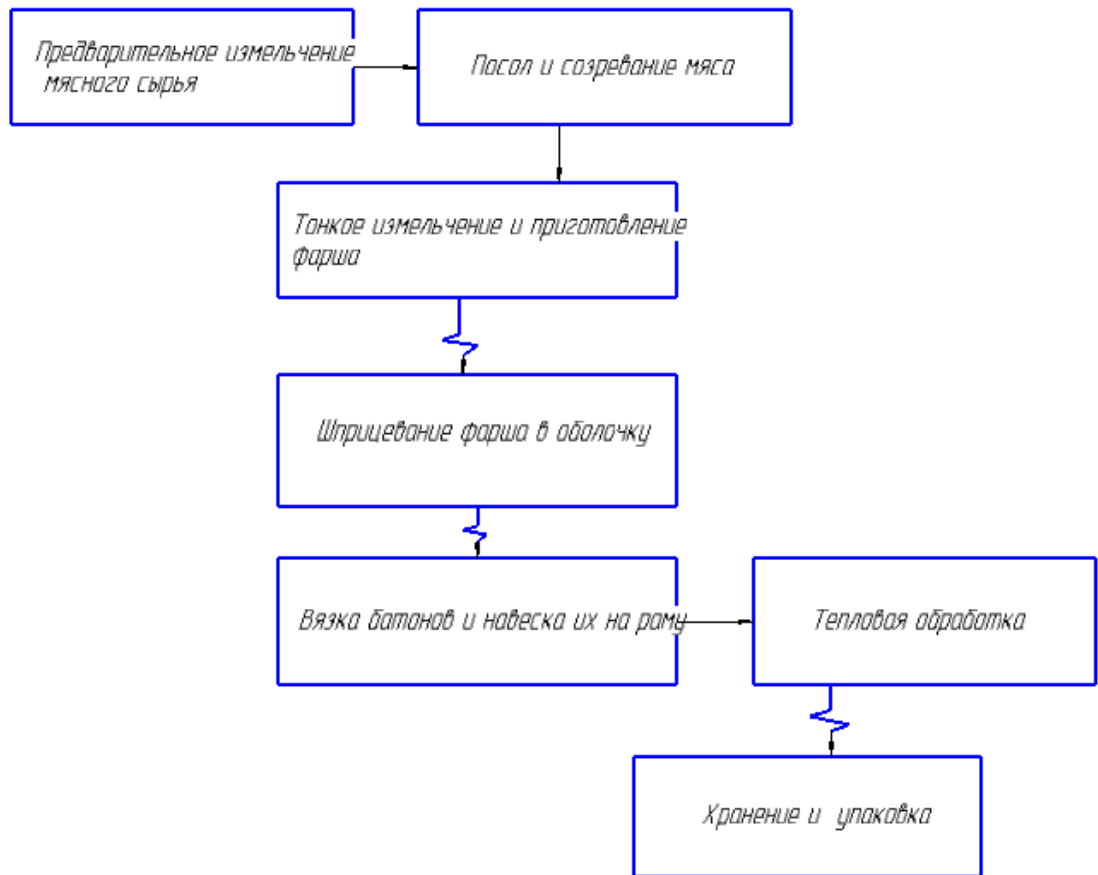


Рисунок 3 – Вид связей между подсистемами

### 1.2.5 Узкие места в линии

Узкими местами в линии будет оборудования, которые относятся к I классу

### 1.3 Литературный обзор:

Современный куттер является чрезвычайно сложным, дорогостоящим инженерным сооружением, базирующимся на последних достижениях науки и техники. Вместе с этим, благодаря высоким технологическим, а также технико-экономическим показателям в работе, куттер занимает ключевое место в системе мясорезательных машин [2].

Существуют различные виды куттеров. Были разработаны варианты проведения процесса измельчения под вакуумом или в среде инертного газа.



Конструктивно измельчение в среде инертного газа или под вакуумом достигается путем создания замкнутого пространства вокруг чаши. Таким образом, вакуумные куттеры при небольшой модернизации могут быть использованы для измельчения сырья в среде инертного газа.

Измельчение под вакуумом позволяет существенно увеличить объемы обрабатываемого сырья (появились куттеры с объёмом чаши 500, 750 дм<sup>3</sup> и более), сократить длительность процесса резания, затормозить окислительные процессы, разрушающие белково-жировые соединения и т.д. Вакуумирование угнетает развитие микрофлоры, способствующий повышению санитарного благополучия фарша.

Преимущества измельчения в вакууме стали причиной широкого применения вакуумных куттеров при реализации современных технологий фарше приготовления. Вместе с этим, можно отметить то, что куттеры, осуществляющие измельчение в среде инертного газа, в мировой практике широкого распространения не нашли.

*Куттеры фирмы «Seydelmann» (Германия)*

Куттеры «Зайдельманн» заслуживают особого внимания, т. к. они уже сегодня соответствуют требованиям будущего. Новые необычные технические решения, заложенные в устройство этих куттеров, позволяют существенно расширить их технологические возможности.

Куттеры «Зайдельманн» представляют собой двух крышечную конструкцию, которая создаёт замкнутое и шум поглощающее пространство вокруг рабочей зоны. Главную внутреннюю крышку изготавливают при помощи штамповки с вытяжкой без каких-либо крепёжных деталей, внешняя – шумопоглощающая – из прозрачного высокопрочного материала.

Фирма «Зайдельманн» производит куттеры двух серий: «Ультра» и «АС».

Куттеры серии «Ультра» (рисунок 4)



Рисунок 4 – Куттер серии «Ультра»

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

Предназначены для производства фарша всех видов колбасных изделий. Они имеют две частоты вращения ножей в режиме перемешивания, а также две частоты вращения чаши. Для каждой частоты вращения ножей можно подобрать любую частоту вращения чаши.

Куттеры серии «АС» (рисунок 5)



Рисунок 5 – Куттер серии «АС»

Это сверхвысокоскоростные устройства, у которых частота вращения ножей примерно на 50% выше, чем у обычных высокоскоростных куттеров, а линейная скорость резания достигает 160 м/сек.

Фирма «Зайдельманн» предъявляет самые высокие требования к эксплуатационным характеристикам своего оборудования, не забывая и о рабочем комфорте обслуживающего персонала. С этой целью разработаны модели К 62 и К 12-2 с супершумоизоляцией. Шумовые нагрузки этих куттеров совершенно незначительны.

Куттеры серии "АС" модели К 62 и К 12-2 имеют чаши вместимостью 220 и 550 дм<sup>3</sup>, соответственно. Силовые приводы с частотным регулированием мощностью 140 кВт и 200 кВт обладают цифровым управлением, шестью предварительно программируемыми скоростями, а также системой автоматического измерения температуры.

Интересным направлением конструкторского совершенствования является создание варочных куттеров (рисунок 6)



Рисунок 6 – Варочный куттер

Применяемых для приготовления различных паштетов, а также вакуумно-варочных куттеров. За счёт совмещения технологических процессов варки и измельчения в одной рабочей операции достигается существенное сокращение длительности приготовления колбасных изделий.

Применение варочной системы «Зайдельманн» способствует повышению выхода готовой продукции примерно на 10%. Стойкий и стабильный фарш готовится путём горячего эмульгирования мяса, жира и воды. В вакуумно-варочном куттере содержание микроорганизмов в фарше значительно сокращается за счёт уменьшения количества рабочих операций, а также из-за отсутствия кислорода воздуха во время измельчения и термической обработки.

Куттеры модели Vi-Cut фирмы «Зайдельманн» имеют два перпендикулярно расположенных друг к другу независимых приводных вала с ножевыми головками. Частота вращения обеих ножевых головок может меняться бесступенчато и предварительно программируется в соответствии с технологией куттерования «АС». Занимая ту же самую площадь, что и обычные куттеры, модель «Vi-Cut» (рисунок 7) значительно превосходит обычные установки по своей производительности.



Рисунок 7 – Куттер модели Vi-Cut

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

Таблица 2 – Литературный обзор куттеров для измельчения мяса

Наименование источника информации	Авторы	Издательство, год издательства	Страница
Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности	Ивашов В.И	ЗАО ГИОРД, 2007	170
Машины для измельчения мяса и мясных продуктов	Чижилова Т.В	Легкая и пищевая промышленность, 1982	212
Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности	Ивашов В.И	ЗАО ГИОРД, 2007	172
Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности	Пелеев А.И	ПИЩЕПРОМИЗДАТ, 1963	323

#### 1.4 Патентный обзор:

Таблица 3 – Патентный обзор куттеров для измельчения мяса

Страна по которой произведен поиск	Индекс патентной классификации	Использованные источники информации	Глубина поиска	Выявленные аналоги
Россия	2 031 720 B02C18/18 (1995.01) Автор(ы): Демьянов Игорь Иванович Кунавин Сергей Петрович Пешков Анатолий Митрофанович Пичугин Юрий Васильевич Якубенко Павел Васильевич Патентообладатель(и): Конструкторское бюро химвавтоматики	Использование: в мясоперерабатывающей индустрии, а в частности в устройствах тонкого измельчения мяса. формула изобретения: куттер имеет корпус, в котором выполнена чаша и ножевая головка, содержащая нож с режущей стороной кромкой и крепежной частью. В крепежной части ножа и установочной шайбе выполнен ряд попарных отверстий. При этом отверстия совпадают, а в остальных попарных отверстиях совпадают лишь их продольные координаты. В совпадающих отверстиях установлены штифты. В полости одного из несовпадающих отверстий расположен балансировочный вкладыш.	2006-2016	-
Россия	2 054 874 A22C17/00 (1995.01) B01C18/30 (1995.01) Автор(ы): Костин Георгий Васильевич Федоров Эдуард Леонович	Куттер [28], имеющий ножевой вал, установленные на нем ножи, содержащий каналы, камеру для ввода жидкости и торцевые крышки, отличающийся тем, что ножи установлены на вал посредством втулки и шайб, имеющих кольцевые и радиальные каналы для подвода	2006-2016	-







Патент № 2016660

Авторы(ы): Федоров Э.Л., Гордон А.М., Родных А.А

Патентообладатель(и): Воронежский механический завод

Приоритеты: подача заявки: подача заявки 19.07.1991 публикация патента: 30.07.1994

Формула изобретения:

Ножевой блок куттера, включающий нож с посадочными отверстиями и устройство регулировки вылета режущей кромки ножей, отличающийся тем, что устройство регулировки вылета режущей кромки ножей сделано в виде соединенных между собой шлицевой втулкой зубчатых эксцентриковых шайб, поставленных в посадочные отверстия ножей, которые исполнены с зубчатой поверхностью, вдобавок шлицевая втулка имеет общий шаг зубьев с эксцентриковыми шайбами и зубьями посадочного отверстия ножей.

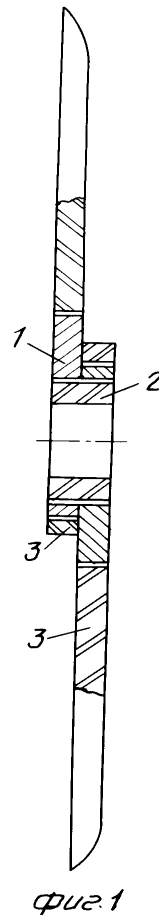


Рисунок 9 – Нож

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Патент № 1832541

Авторы(ы): Гутерман В.Ю., Кашук А.С., Круглов Ю.В., Пичугин Ю.В.,

Патентообладатель(и): Конструкторское бюро химавтоматики

Приоритеты: подача заявки: подача заявки 19.09.1989 публикация патента: 27.08.1996

Формула изобретения

1. Куттер, охватывающий корпус, чашу с валом, уплотнение, редуктор, выделяющийся тем, что, с целью повышения эксплуатационных характеристик, он обеспечен дополнительным корпусом, в котором определен вал чаши, при этом дополнительный корпус при помощи салазок размещен на корпусе куттера, а опора вала сделана с возможностью перемещения вдоль его оси.

2. Куттер по п.1, отличающийся тем, что редуктор закреплен на дополнительном корпусе.

3. Куттер по пп.1 и 2, выделяющийся тем, что вал чаши размещен коаксиально с редуктором и снабжен упором, выполненным с возможностью перемещения вдоль его оси.

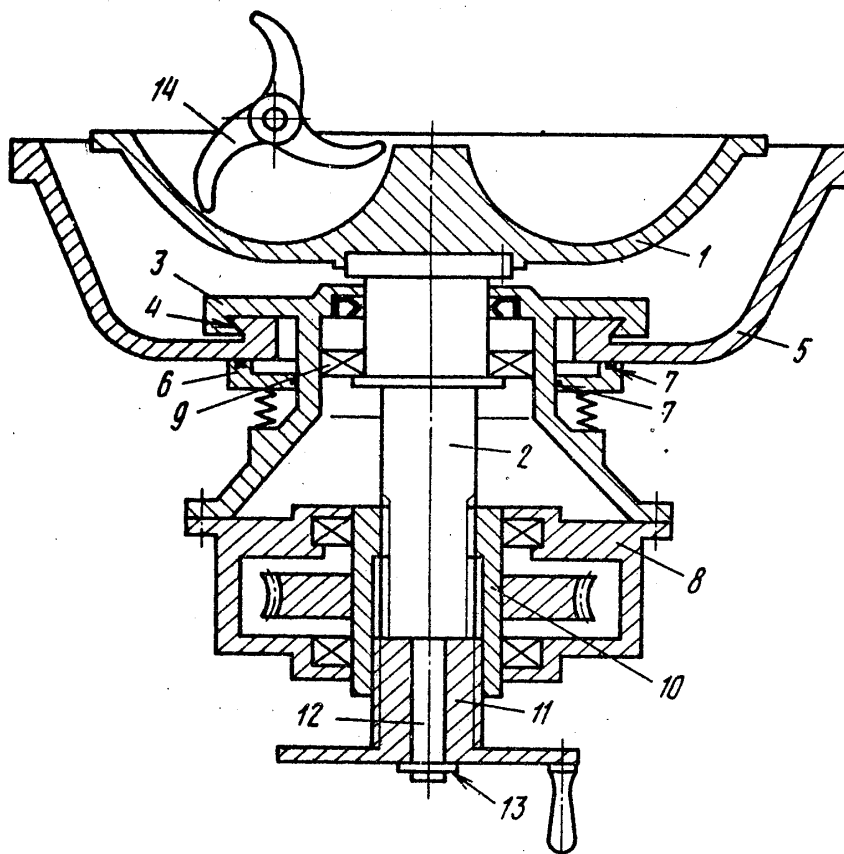


Рисунок 10 – Куттер

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФКИ 00.00.000 ПЗ

Лист

18

Вывод: на основе литературно-патентного обзора выявили, что для модернизации куттеров в целом можно разделить на два основных направления.

1) Изменение свойств и конструкции куттеров, наведенное на обработку качества перерабатываемого продукта (фарша)

обработка качества перерабатываемого продукта выполняется за счет оптимизации формы чаши куттера; оптимизации расположения рабочей зоны резания ножей; регулировка зазора между ножами и чашей, подбора формы режущей кромки и правильной заточки ножей; возможности регулировки скорости вращения ножевого вала; реверсивным режимом вращения вала на низких оборотах – перемешивание.

2) Улучшение эксплуатационных характеристик оборудования.

Изменение технических качеств, воздействующих на срок работы, надежность, комфорт в обслуживании и ремонтпригодность, приведение установки оборудования в соответствие с современным уровнем техники. Использование высококачественных нынешних комплектующих и материалов, проверенных и зарекомендовавших себя; восстановления посадочных мест подшипников ножевого вала с высокой точностью.

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 Описание куттера Л5-ФКМ

Куттер Л5-ФКМ [20], считается мясорезательной машиной периодического воздействия, предназначен для окончательного тонкого измельчения мяса и приготовления фарша при производстве варено-копченых, полукопченых, сырокопченых, вареных, ливерных колбас, сосисок и сарделек. Допускается измельчение охлажденного от  $-1$  до  $+5$  °С мяса в кусках массой не более 0,5 кг, а также блоков замороженного мяса размерами 190x 190x75 мм температурой никак не меньше  $-8$  °С [22].

Продолжительность процесса обрабатывания фарша в куттерах периодического воздействия зависит от коэффициента загрузки чаши, расстояния между крайней точкой ножа и днищем чаши; числа ножей и скорости их вращения, рода сырья и назначения фарша [15]

На рисунке 11 показана схема куттера Л5-ФКМ.

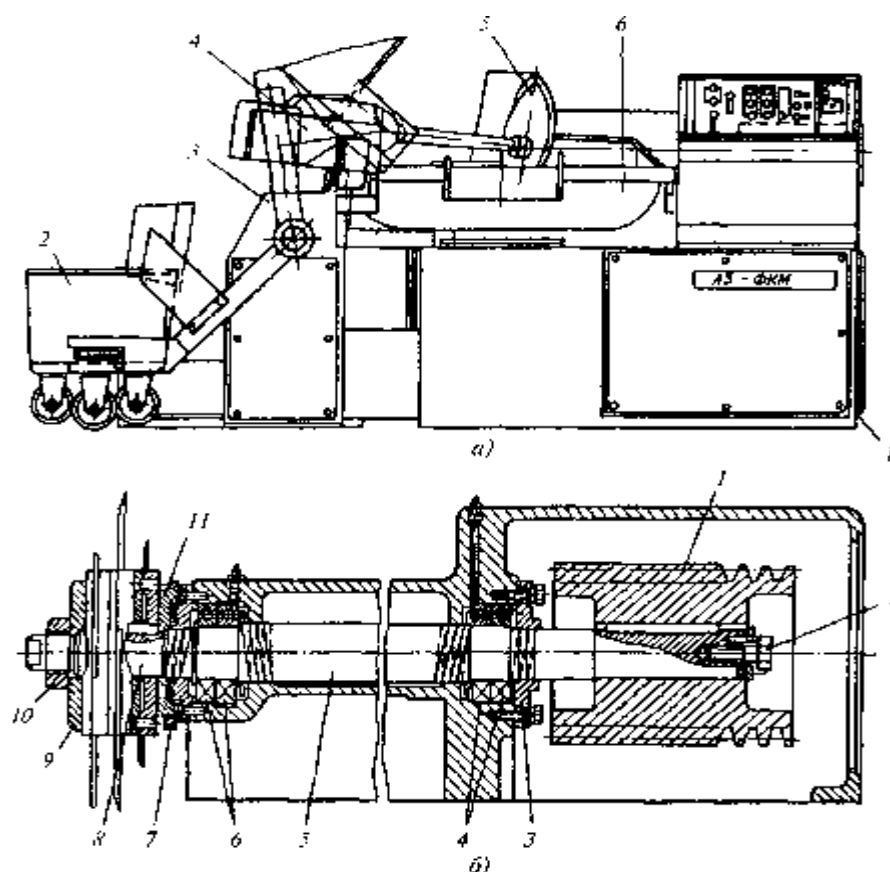


Рисунок 11 – Схема куттера Л5-ФКМ

- а) 1 – станина; 2 – тележка; 3 – механизм загрузки; 4 – выгрузатель; 5 – тарелка; 6 – ножевой вал.
- б) 1 – шкив; 2 – болт; 3 – крышка; 4 – подшипник; 5 – вал;  
6 – подшипник; 7 – наружный лабиринт; 8 – ножевая головка; 9 – кольца; 10 – гайка; 11 – внутренний лабиринт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФКИ 00.00.000 ПЗ

Лист

21

Он состоит из станины 1 с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, чаши ножевого вала 6, предохранительной крышки, выгрузателя 4 с тарелкой 5, механизма загрузки 3, тележки 2, дозатора воды и электрооборудования с пультом управления. Станина 1 сделана из двух отдельных частей. В нижней части на качающихся плитах определены электродвигатели приводов ножевого вала и чаши, в верхней части на подшипниках качения — ножевой вал, на консоли которого расположены ножевые головки. Вращение ножевого вала с ножами выполняется электродвигателем через увеличивавшую клиноремennую передачу. Чаша приводится во вращение двухскоростным мотором [23].

С целью предоставления безопасных условий работы, а кроме того предотвращения выбрасывания приготавливаемого фарша зона работа ножей и часта чаши над ней закрывается сверху защитной крышкой.

Загрузка измельчаемого продукта в чашу производится подъемными тележками. Подача мяса под ножи осуществляется вращением чаши.

Система выгрузки — редуктор, к которому с одной стороны фланцем присоединен электромотор, с другой — труба выгрузателя с идущим через нее валом привода тарелки. Исполнительный орган выгрузателя — алюминиевая тарелка. В период основы выгрузки продукта она принимает вращение, а таким образом одновременно срабатывает муфта червячной пары, то медленно спускается в чашу — фарш выгружается. При достижении тарелкой дна чаши муфта выключается, перемещение тарелки вниз прекращается, она возобновляет вращаться до полной выгрузки продукта, а затем срабатывает реверс, и тарелка поднимается вверх.

Ножевой вал состоит из шкива 1, болта 2, крышки 3, подшипников 4 и 6, вала 5, ножевой головки 8, кольца 9, гайки 10. Наружный 7 и внутренний 11 лабиринты обеспечивают заданную траекторию движения продукта.

Область куттерных ножей перекрыта защитной крышкой из нержавеющей стали, наполненной изнутри звукопоглощающим материалом, снизу к ней крепится скребок для удаления с наружной поверхности фарша и направления его в лоток, установленный на ограждении чаши. Механизм загрузки — тележка для транспортирования продукта к куттеру и механизм ее опрокидывания, смонтированный в чугунной станине.

Дозатор воды содержит в себя емкость с датчиками доз, центробежный насос с электродвигателем для подачи воды в чашу и соленоидный клапан. Принцип работы дозатора устроен на объемном измерении. Бак его постоянно заполнен водой доверху. С целью выдачи дозы срабатывает насос ввода воды в чашу на определенное количество литров. Когда уровень воды понизится на данную величину, насос автоматически отключается, клапан отпирается, и вода из магистрали поступает в бак.

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

## Техническая характеристика куттера Л5-ФКМ

Производительность, кг/с .....	0,33
Вместимость чаши, м <sup>3</sup> .....	0,125
Коэффициент загрузки чаши .....	0,4...0,6
Число ножей .....	6
Длительность цикла, мин .....	3...5
Скорость резания ножей, м/с .....	65
Установленная мощность, кВт .....	5,5
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup> .....	5,5
Масса, кг .....	2200
Габаритные размер, м:	
Длина .....	3
Ширина .....	1,85
Высота .....	1,8

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

### 3 Расчеты, подтверждающие работоспособность куттера Л5-ФКМ

#### 3.1 Технологический расчет

Рассчитаем объёмную производительность куттера периодического действия [1]  $M_0$ , м<sup>3</sup>/ч, по формуле (1):

$$M_0 = 60 \cdot \frac{W \cdot \varphi}{T_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

где:  $W$  — ёмкость чаши, м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  — коэффициент загрузки;  
 $T_{\text{ц}}$  — время рабочего цикла.

$$M_0 = 60 \cdot \frac{125 \cdot 0,5}{4} = 56,25$$

Определим массовую (весовую) производительность куттера периодического действия  $M_{\text{в}}$ , кг/ч, по формуле (2):

$$M_{\text{в}} = 60 \cdot \frac{W \cdot \varphi \cdot \rho}{T_{\text{ц}}}, \quad (2)$$

где:  $\rho$  — плотность фарша, кг/м<sup>3</sup>.

$$M_{\text{в}} = 60 \cdot \frac{125 \cdot 0,5 \cdot 1041}{4} = 5,856 \cdot 10^4$$

Определим расход льда, добавляемого при куттеровании.

При мелком и тонком измельчении мяса наибольшая часть энергия расходуется на преодоление пластических деформаций и трение, которое переходит в тепло. Если предположить, что 90% расхода энергии идет на нагревание фарша, теплоемкость которого  $C = 0,86$  ккал/кг. град, то возможный нагрев фарша при измельчении без добавления воды или льда

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

$$\Delta t = 0,97 \cdot q \quad (3)$$

$$\Delta t = 7,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Расход снега  $G$ , кг/ч, добавляемого для уменьшения  $\Delta t$  при допустимом нагреве  $\Delta t_0$ , рассчитывается по формуле (4):

$$G = \Delta q \cdot M_b \quad (4)$$

$$G = 0,062 \cdot 5,856 \cdot 10^4 = 3631$$

$$\Delta q = \frac{C \cdot (\Delta t - \Delta t_0)}{r}, \quad (5)$$

$$\Delta q = 0,062 \text{ кг/кг}$$

где:  $r$  — скрытая теплота плавления льда или таяния снега, ккал/кг

Определим время разгрузки чаши, если толщина слоя продукта на тарелке выгрузателя составляет 30 мм.

Время, необходимо для разгрузки чаши  $\tau_p$ , с, определяют по формуле (6):

$$\tau_p = \frac{W_0}{Q_{cp}}, \quad (6)$$

$$\tau_p = \frac{0,63}{0,0147} = 43$$

$$W_0 = W \cdot \varphi, \text{ м}^3 \quad (7)$$

$$W_0 = 1,26 \cdot 0,5 = 0,63$$

где:  $Q_{cp}$  — средний расход фарша при выгрузке чаши, м<sup>3</sup>/с, по формуле (8):

$$Q_{cp} = V_{cp} \cdot f_{cp} \quad (8)$$

$$Q_{cp} = 0,196 \cdot 0,075 = 0,0147$$

$V_{cp}$  — средняя линейная скорость фарша, м/с, по формуле (9):

$$V_{cp} = \frac{\pi \cdot R_T \cdot n_T}{60} \quad (9)$$

$$V_{cp} = \frac{3,14 \cdot 0,375 \cdot 10}{60} = 0,196$$

где:  $R_T$  — радиус тарелки выгрузателя, м;

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						25
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



$f_{cp}$  — средняя площадь поперечного сечения слоя фарша на тарелке выгрузителя во время выгрузки фарша, м<sup>2</sup>;

$n_T$  — число оборотов тарелки выгрузителя в минуту, об/мин

$$f_{cp} = \frac{2}{3} \cdot R_T \cdot h_T \quad (10)$$

$$f_{cp} = \frac{2}{3} \cdot 0,375 \cdot 0,303 = 0,075$$

### 3.2 Кинематический расчет приводного вала ножевой головки

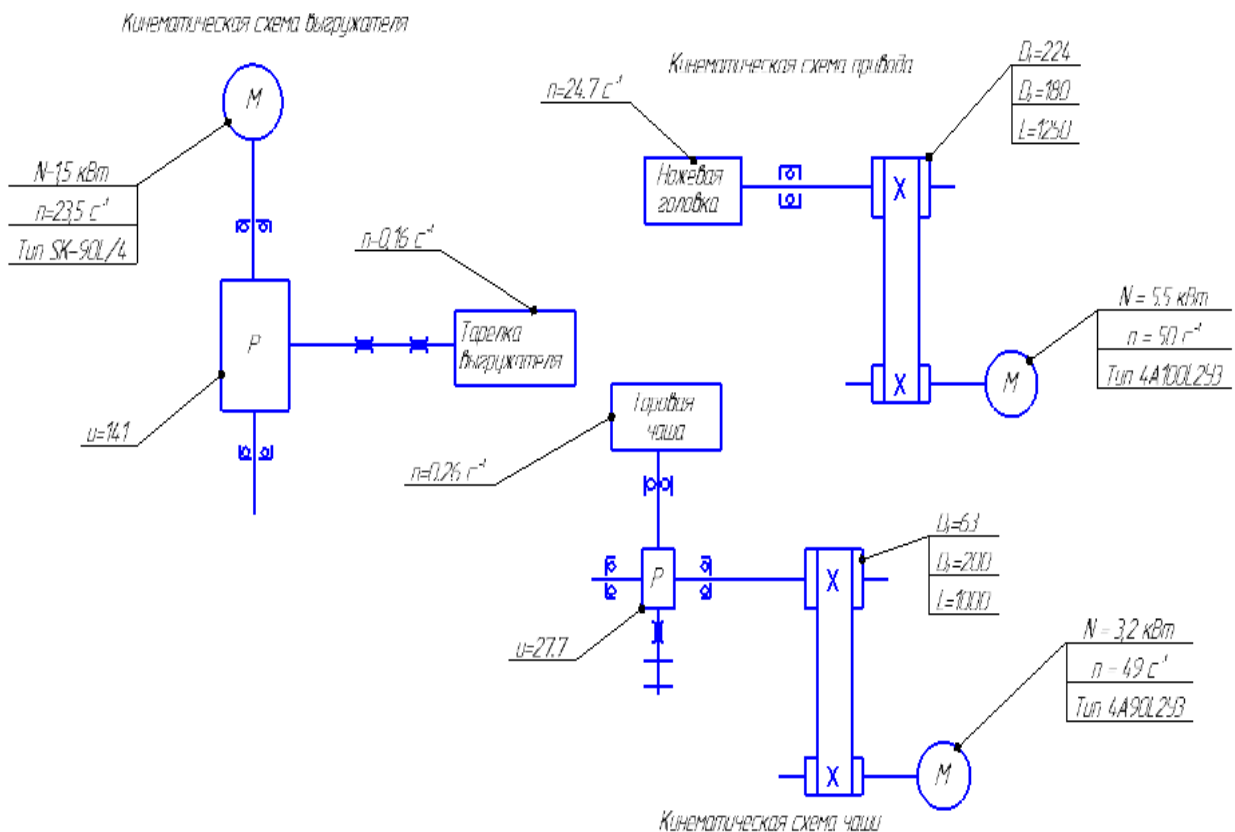


Рисунок 12 – Кинематическая схема куттера Л5-ФКМ

Угловая частота вращения ножевого [18] вала  $\omega_2$ , с<sup>-1</sup> по формуле (11):

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (11)$$

где:  $n_2$  — частота вращения ножевого вала, мин<sup>-1</sup>

$$\omega_{2min} = \frac{3.14 \cdot 180}{30} = 18.84$$

$$\omega_{2max} = \frac{3.14 \cdot 3600}{30} = 376.8$$

Мощность  $N$ , кВт, на ножевом валу определяется по формуле (12):

$$N = \frac{aFzn\eta_0}{60\eta} \quad (12)$$

где:  $a$  – удельный расход энергии на разрезание слоя фарша одним ножом за один оборот, Дж/м<sup>2</sup>;

$z$  – количество ножей;

$F$  – площадь сечения слоя фарша в чаше куттера, м<sup>2</sup>;;

$n$  – число оборотов вала, мин<sup>-1</sup>;

$\eta_0$  – коэффициент запаса мощности;

$\eta$  – общий КПД привода;

$$N = \frac{2,2 \cdot 0,024 \cdot 6 \cdot 3600 \cdot 1,2}{60 \cdot 0,9} = 25,3$$

Крутящий момент на валу  $M_{кр}$ , Н·м по формуле (13):

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega_2} \quad (13)$$

где:  $N$  – мощность на ножевой валу, кВт;

$\omega_2$  – угловая частота вращения ножевого вала, с<sup>-1</sup>;

$$M_{кр}^{max} = \frac{25300}{18,84} = 1342,8$$

$$M_{кр}^{max} = \frac{25300}{376,8} = 67,14$$

Диаметр шкива  $d_2$ , м, по формуле (14):

$$d_2 = (3 \dots 4) \cdot \sqrt[3]{M_{кр}} \quad (14)$$

где:  $M_{кр}$  – крутящий момент ножевого вала, Н·мм

$$d_{2max} = 4 \cdot \sqrt[3]{1342800} = 441,3$$

$$d_{2max} = 4 \cdot \sqrt[3]{67140} = 163$$

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Действительное значение диаметра шкива лежит в получившейся области значений, поэтому принимаем ближайший рекомендуемый стандартный диаметр  $d_2 = 180$  мм.

Передаточное отношение ременной передачи  $i$  определяется по формуле (15):

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (15)$$

$$i = \frac{3000}{3600} = 0.83$$

Диаметр ведущего шкива  $d_{1\text{действ}}$ , мм, с учетом скольжения  $\varepsilon$  по формуле (16):

$$d_{1\text{действ}} = \frac{d_1}{(1-\varepsilon)} \quad (16)$$

$$d_{1\text{действ}} = \frac{180}{(1 - 0.021) * 0.83} = 223$$

Принимаем  $d_1 = 224$  мм.

Линейная скорость ремня  $v$ , м/с по формуле (17):

$$v = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot d_1}{60} \quad (17)$$

$$v = \frac{3.14 \cdot 3000 \cdot 0.224}{60} = 35.1$$

Длина ремня  $L$ , м, при этом составит по формуле (18):

$$L = 2 \cdot a + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4 \cdot a} \quad (18)$$

где:  $a$  – предварительное значение длины ремня, м.

$$L = 2 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (0,224 + 0,18) + \frac{(0,224 - 0,18)^2}{4 \cdot 0,3} = 1,23$$

Из стандартного ряда длин по ГОСТ 1284.1-80 выбираем ремень длиной 1,25 м.

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

Уточняем межосевое расстояние  $a_\omega$ , м, по формуле (19):

$$a_\omega = 0,25 \cdot [(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 2 \cdot y}] \quad (19)$$

где:  $W$ , м, и  $y$ , м<sup>2</sup> определяется по формулам (20) и (21):

$$W = 0.5 \cdot \pi(d_1 + d_2) \quad (20)$$

$$y = (d_1 - d_2)^2 \quad (21)$$

$$a_\omega = 0.25 \cdot [(1.25 - 0.63) + \sqrt{(1.25 - 0.63)^2 - 1.25 \cdot 0.163}] = 0.26$$

$$W = 0.5 \cdot 3.14 \cdot (0.224 + 0.18) = 0.63$$

$$y = (0.224 - 0.18)^2 = 0.163$$

Угол обхвата ремня  $\alpha$ , град, по формуле (22):

$$\alpha = 180 - \arcsin \frac{d_1 - d_2}{a_\omega} \quad (22)$$

$$\alpha = 180 - \arcsin \frac{0.224 - 0.18}{0.26} = 170$$

Получившийся угол больше допустимого  $[\alpha]=90$  град, следовательно, передача работоспособна.

При монтаже передачи необходимо обеспечить возможность межосевого расстояния на  $0,01 \cdot L = 0.01 \cdot 1.25 = 0.0125$  м, для обеспечения свободного надевания ремней на шкивы, и предусмотреть возможность увеличения межосевого расстояния на  $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 1,25 = 0,031$  м, для натяжения ремней.

Допустимое значение передаваемой мощности  $[N]$ , кВт, приходящийся на один ремень по формуле (23):

$$[N] = N_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z \quad (23)$$

где:  $N_0$  – допустимое значение передаваемой мощности, приходящейся на один ремень без учета поправочных коэффициентов, кВт;

$C_L$  – коэффициент, учитывающий длину ремня;

$C_\alpha$  – коэффициент, учитывающий угол обхвата;

$C_Z$  – коэффициент, учитывающий число ремней в приводе.

$$[N] = 5,67 \cdot 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 4,75$$

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

Число ремней  $z$ , шт., необходимых для передачи заданной мощности определяем по формуле (24):

$$z = \frac{N \cdot C_p}{[N]} \quad (24)$$

где:  $N$  – передаваемая мощность, кВт;  
 $C_p$  – коэффициент режима работы;  
 $[N]$  – допустимое значение передаваемой мощности, приходящейся на один ремень, кВт.

$$z = \frac{25,3 \cdot 1,2}{4,75} = 6,39$$

Принимаем число ремней  $z = 7$  шт.

Определим силы натяжения в ремне.

Предварительно натяжение ветвей  $F_0, \text{H}$ , по формуле (25):

$$F_0 = \frac{850 \cdot N \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2 \quad (25)$$

где:  $\theta$  – коэффициент, учитывающий центробежную силу,  $\text{H} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ ;  
 $v$  – линейная скорость ремня, м/с;

$$F_0 = \frac{850 \cdot 25,3 \cdot 1,2 \cdot 0,93}{7 \cdot 35,1 \cdot 0,95} + 0,18 \cdot 35,1^2 = 325$$

Сила, действующая на валы  $F_B, \text{H}$ , по формуле (26):

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (26)$$

$$F_B = 2 \cdot 325 \cdot 7 \cdot \sin \frac{168}{2} = 4524$$

Масса чаши с фаршем  $m$ , кг, по формуле (27):

$$m = m_{\text{ч}} + \rho_{\text{ф}} \cdot V \cdot \alpha \quad (27)$$

где:  $m_{\text{ч}}$  – масса чаши, кг;  
 $\rho_{\text{ф}}$  – плотность фарша;  
 $V$  – емкость чаши;  
 $\alpha$  – коэффициент загрузки чаши по основному сырью.

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$m = 200 + 1100 \cdot 0,125 \cdot 0,6 = 282$$

Линейная скорость вращения чаши  $v_{\text{ч}}$ , м/с, по формуле (28):

$$v_{\text{ч}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{ч}} \cdot d_{\text{ч}}}{60} \quad (28)$$

где:  $n_{\text{ч}}$  – частота вращения чаши, об/мин;

$d_{\text{ч}}$  – диаметр чаши, м.

$$v_{\text{ч}} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1,5}{60} = 1,256$$

Сила инерции  $F$ , Н, по формуле (29):

$$F = \frac{2 \cdot m \cdot v_{\text{ч}}^2}{d_{\text{ч}}} \quad (29)$$

где:  $m$  – масса чаши с фаршем, кг.

$$F = \frac{2 \cdot 282 \cdot 1,256^2}{1,5} = 593,15$$

Необходимая мощность  $N_2$ , Вт, по формуле (30):

$$N_2 = F \cdot v_{\text{ч}} \quad (30)$$

$$N_2 = 593,15 \cdot 1,256 = 745$$

КПД привода по формуле (31):

$$\eta_{\text{п}} = \eta_{\text{р.п}} \cdot \eta_{\text{ч.р}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{п.п}}^2 \quad (31)$$

где:  $\eta_{\text{р.п}}$  – КПД ременной передачи;

$\eta_{\text{ч.р}}$  – КПД червячного редуктора;

$\eta_{\text{м}}$  – КПД муфты;

$\eta_{\text{п.п}}$  – КПД подшипниковой пары.

$$\eta_{\text{п}} = 0,96 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,74$$

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимая мощность двигателя  $N_1$ , Вт, по формуле (32):

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta_{\text{п}}} \quad (32)$$

$$N_1 = \frac{745}{0,74} = 1006,7$$

Передаточное отношение ременной передачи  $i_{\text{р.п}}$  по формуле (33):

$$i_{\text{р.п}} = \frac{d_2}{d_1} \quad (33)$$

где:  $d_2, d_1$ - диаметры шкивов, м.

$$i_{\text{р.п}} = \frac{200}{63} = 3,17$$

Передаточное отношение червячного редуктора  $i_{\text{ч.р}}$  по формуле (34):

$$i_{\text{ч.р}} = \frac{z_2}{z_1} \quad (34)$$

где:  $z_1$  - число заходов червяка;

$z_2$  – число зубьев зубчатого колеса.

$$i_{\text{ч.р}} = \frac{58}{1} = 58$$

Общее передаточное отношение привода  $i_{\text{общ}}$  по формуле (35):

$$i_{\text{общ}} = i_{\text{р.п}} \cdot i_{\text{ч.р}} \quad (35)$$

$$i_{\text{общ}} = 3,17 \cdot 58 = 183,86$$

Необходимая частота вращения двигателя  $n_{\text{дв}}$ , об/мин, по формуле (36):

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{ч}} \cdot i_{\text{общ}} \quad (36)$$

$$n_{\text{дв}} = 16 \cdot 183,86 = 2941,7$$

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

#### 4 Прочностной расчет ножа

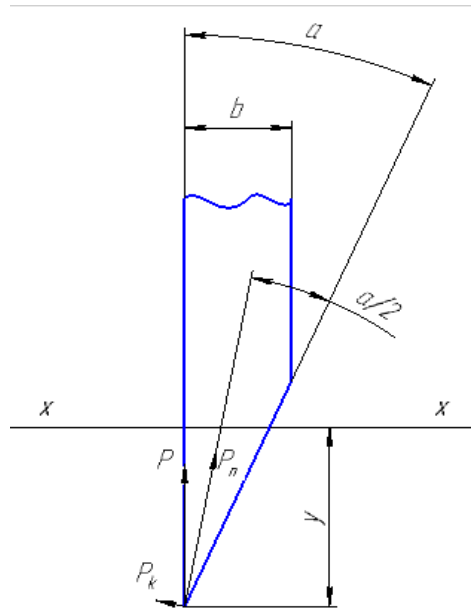


Рисунок 13 – Схема к расчету ножа

Нормальная сила  $P_n$ , Н, по формуле (37):

$$P_n = P \cdot \cos\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right) \quad (37)$$

где:  $P$  – сопротивление резанию мышечной тканью, Н;  
 $\gamma$  – угол установки ножа;  
 $\alpha$  – угол заточки, град.

$$P_n = 1500 \cdot \cos\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 1488$$

Изгибающая сила  $P_k$ , Н, по формуле (38):

$$P_k = P \cdot \sin\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right) \quad (38)$$

$$P_k = 1500 \cdot \sin\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 182.8$$

Изгибающий момент  $M_{из}$ , Н\* м, по формуле (39),(40):

$$M_{из} = P_k \cdot y \quad (39)$$



$$y = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_k}{[\sigma_{изг}] \cdot tg^2 \frac{\alpha}{2} \cdot b} \quad (40)$$

где:  $[\sigma_{изг}]$  – допустимое напряжение на изгиб материала ножа, МПа;  
 $b$  – длина лезвия, м.

$$M_{изг} = 182,8 \cdot 4,04 \cdot 10^{-5} = 0,0074$$

$$y = \frac{3}{2} \cdot \frac{182,8}{450 \cdot 10^6 \cdot tg^2 \frac{14}{2} \cdot 0,305} = 1,33 \cdot 10^{-4}$$

Толщина лезвия  $h$ , м, в сечениях х-х, по формуле (41):

$$h = 2tg \frac{\alpha}{2} \cdot y \quad (41)$$

$$h = 2tg \frac{14}{2} \cdot 1,33 \cdot 10^{-4} = 0,33 \cdot 10^{-4}$$

Момент сопротивления лезвия  $W$ , м<sup>3</sup>, по формуле (42):

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (42)$$

$$W = \frac{0,305 \cdot (0,33 \cdot 10^{-4})^2}{6} = 0,55 \cdot 10^{-10}$$

Напряжение на изгиб  $\sigma_{изг}$ , МПа, в сечениях х-х, по формуле (43):

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} \quad (43)$$

$$\sigma_{изг} = \frac{0,0074}{0,55 \cdot 10^{-10}} = 134,5 \cdot 10^6$$

Полученное значение меньше допустимого, следовательно, условие прочности на изгиб выполняется.

Найдем радиус закругления лезвия  $r$ , м, по формуле (44):

$$r = y \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (44)$$

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

$$r = 0.33 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\sin \frac{14}{2}}{1 - \sin \frac{14}{2}} = 4,5 \cdot 10^{-6}$$

Ширина режущей кромки ножа  $\rho$ , м, по формуле (45):

$$\rho = \frac{3 \cdot P_{\kappa} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right)}{[\sigma_{\text{н}}]} \quad (45)$$

$$\rho = \frac{3 \cdot 182,8 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{14}{2}}\right)}{450 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-5}$$

Получено значение остроты лезвия при данном угле заточки, обеспечивающее максимальную стойкость к излому при обеспечении максимальной режущей способности при заданных условиях.

Максимальное напряжение  $\sigma_{\text{max}}$ , Па, [28] возникающее на кромке посадочного профиля на вал, по формуле (46):

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{(3 + \mu) \cdot \rho \cdot \omega \cdot R^2 \left[1 + \frac{1 - \mu}{3 + \mu} \cdot \frac{r_0^2}{R^2}\right]}{4} \quad (46)$$

где:  $r_0$  – радиус центрального отверстия ножа, м;

$\mu$  – коэффициент Пуассона;

$\omega$  – угловая скорость ножа, рад/с;

$R$  – максимальный радиус ножа, м;

$\rho$  – плотность материала корпуса, кг/м<sup>3</sup>.

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{(3 + 0,3) \cdot 7250 \cdot 476,8 \cdot 0,296^2 \left[1 + \frac{1 - 0,3}{3 + 0,3} \cdot \frac{0,036^2}{0,296^2}\right]}{4} = 0,25 \cdot 10^6$$

Вывод: величина напряжения получилась незначительной и опасности для нормальной работы не возникает.

					ФКИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.1 Прочностной расчет ножевого пакета

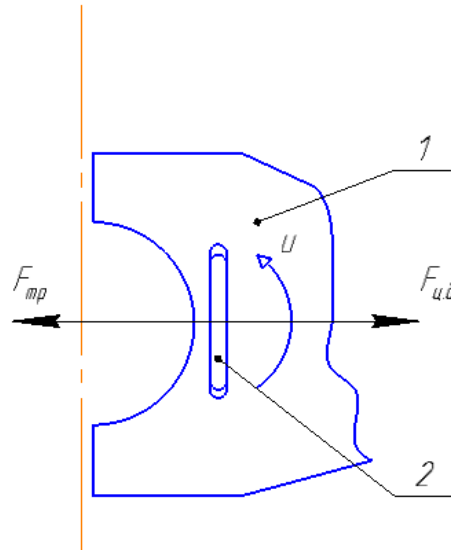


Рисунок 14 – Схема к расчету ножевого пакета  
1 – нож; 2 – сухарь

Центробежная сила от вращения ножей  $F_{ц.б}$ , Н, по формуле (47):

$$F_{ц.б} = m_n \cdot \omega^2 \cdot R \quad (47)$$

где:  $m_n$  – масса ножей, кг;

$R$  – радиус ножей, м;

$\omega$  – угловая скорость ножа, рад/с.

$$F_{ц.б} = 1,2 \cdot 476,8^2 \cdot 0,296 = 80750$$

Средний диаметр резьбы  $d_2$ , мм, по формуле (48):

$$d_2 = d - 0,6495 \cdot t \quad (48)$$

где:  $d$  – наружный диаметр резьбы, мм;

$t$  – шаг резьбы, мм;

$$d_2 = 6 - 0,6495 \cdot 0,8 = 5,48$$

Средний диаметр резьбы для гайки  $D_{ср}$ , мм, по формуле (49):

$$D_{ср} = \frac{D_1 + D_{отв}}{2} \quad (49)$$

					$\Phi$ КИ 00.00.000 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где:  $D_{\text{отв}}$  – диаметр отверстия гайки;  
 $D_1$  – внутренний диаметр гайки;

$$D_{\text{ср}} = \frac{6 + 5,08}{2} = 5,54$$

Приведенный коэффициент трения  $f_{\text{пр}}$  по формуле (50):

$$f_{\text{пр}} = f \cdot 1.15 \quad (50)$$

где:  $f$  – коэффициент трения между поверхностями гайки и шайбы.

$$f_{\text{пр}} = 0,18 \cdot 1.15 = 0,207$$

Угол трения в резьбе  $\varphi$ , град, по формуле (51):

$$\varphi = \text{arctg} f_{\text{пр}} \quad (51)$$

$$\varphi = \text{arctg} 0.207 = 11.69$$

Сила затяжки  $F_{\text{зат}}$ , Н, крепежных элементов по формуле (52):

$$F_{\text{зат}} = \frac{T_{\text{зат}}}{0,5 \cdot d_2 \cdot \left[ \frac{D_{\text{ср}}}{d_2} \cdot f + \text{tg}(\psi + \varphi) \right]} \quad (52)$$

где:  $T_{\text{зат}}$  – момент заворачивания гайки, Н·м;  
 $\psi$  – угол подъема резьбы, град;

$$F_{\text{зат}} = \frac{300}{0,5 \cdot 0,00548 \cdot \left[ \frac{0,00554}{0,00548} \cdot 0,18 + \text{tg}(3 + 11,7) \right]} = 248998$$

Сила трения для двух поверхностей ножа  $F_{\text{тр}}$ , кН, по формуле (53):

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot F_{\text{зат}} \cdot f \cdot t \quad (53)$$

где:  $f$  – коэффициент трения.

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot 249 \cdot 0,1 = 49,8$$

Поперечная сила  $F_6$ , кН, действующая на болты, по формуле (54):

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

$$F_{\text{б}} = F_{\text{ц,б}} - F_{\text{тр}} \quad (54)$$

$$F_{\text{б}} = 80,7 - 49,8 = 30,9$$

Площадь сечения болта  $S_{\text{б}}$ , м<sup>2</sup>, по формуле (55):

$$S_{\text{б}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (55)$$

$$S_{\text{б}} = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 2,8 \cdot 10^{-5}$$

Площадь среза  $S_{\text{ср}}$ , м<sup>2</sup>, по формуле (56):

$$S_{\text{ср}} = S_{\text{б}} + S_{\text{с}} \quad (56)$$

где:  $S_{\text{б}}$  – площадь сечения болта, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{с}}$  – площадь сечения сухаря, м<sup>2</sup>.

$$S_{\text{ср}} = 2,8 \cdot 10^{-5} + 7,9 \cdot 10^{-4} = 8,18 \cdot 10^{-4}$$

Напряжения на срез болтов и сухарей  $\tau_{\text{ср}}$ , МПа, по формуле (57):

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{б}}}{2 \cdot S_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}] \quad (57)$$

где:  $[\tau_{\text{ср}}]$  – допустимое напряжение на срез, МПа;

$S_{\text{ср}}$  – площадь среза, м<sup>2</sup>.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{30900}{2 \cdot 8,18 \cdot 10^{-4}} = 19 < [240]$$

Условие выполняется, следовательно, узел на срез будет работать нормально.

Площадь смятия  $S_{\text{см}}$ , м<sup>2</sup>, по формуле (58):

$$S_{\text{см}} = P_{\text{сух}} \cdot \delta \quad (58)$$

где:  $P_{\text{сух}}$  – периметр сухаря, м;

$\delta$  – толщина ножа, м.

$$S_{\text{см}} = 0,13 \cdot 0,0027 = 0,000351$$

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

Напряжения смятия  $\sigma_{см}$ , МПа, по формуле (59):

$$\sigma_{см} = \frac{F_6}{2 \cdot S_{см}} \leq [\sigma_{см}] \quad (59)$$

где  $[\sigma_{см}]$  – допустимое напряжение смятия;

$S_{см}$  – площадь смятия.

$$\sigma_{см} = \frac{30900}{2 \cdot 0,000351} = 44 < [240]$$

Вывод: проверочный расчет ножевого пакета показал, что во время эксплуатации поломок в этом узле быть не должно.

## 4.2 Прочностной расчет вала на ЭВМ

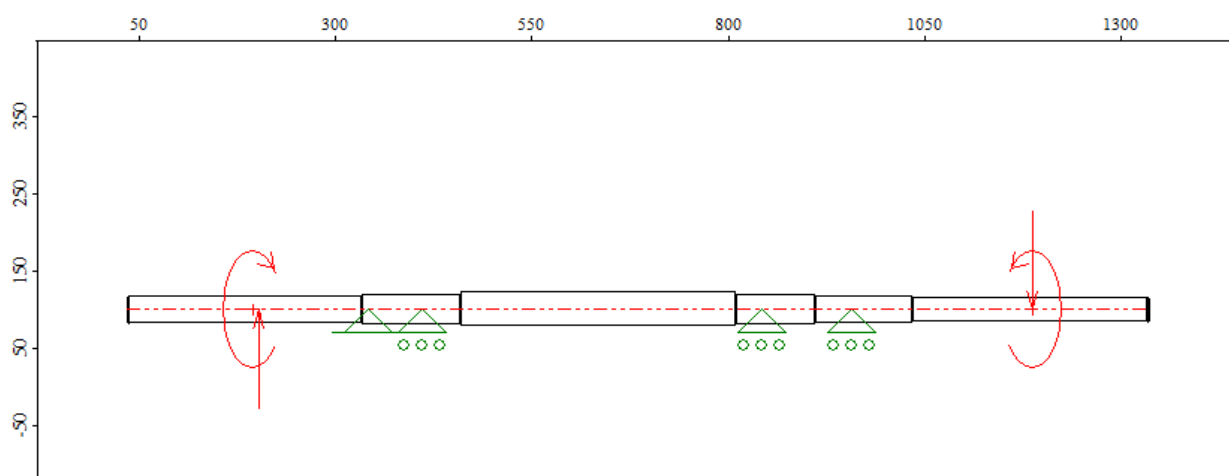


Рисунок 15 - Вал

Нагрузки

Таблица 4 - Радиальные силы

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Модуль, Н	Угол, град
0	167.00	4524.00	0.00
1	1151.00	4524.00	180.00

Таблица 5 - Моменты кручения

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Значение, Нхм
0	160.00	-1342.00
1	1152.00	1342.00

Таблица 6 - Реакции в опорах

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Реакция верт., Н	Реакция гориз., Н	Реакция осевая, Н	Модуль, Н	Угол, град
0	306.00	-15439.56	0.00	0.00	15439.56	-90.00
1	376.00	11737.90	-0.00	0.00	11737.90	90.00
2	808.00	-11839.85	-0.00	0.00	11839.85	-90.00
3	922.00	15541.50	0.00	0.00	15541.50	90.00

Момент изгиба в вертикальной плоскости

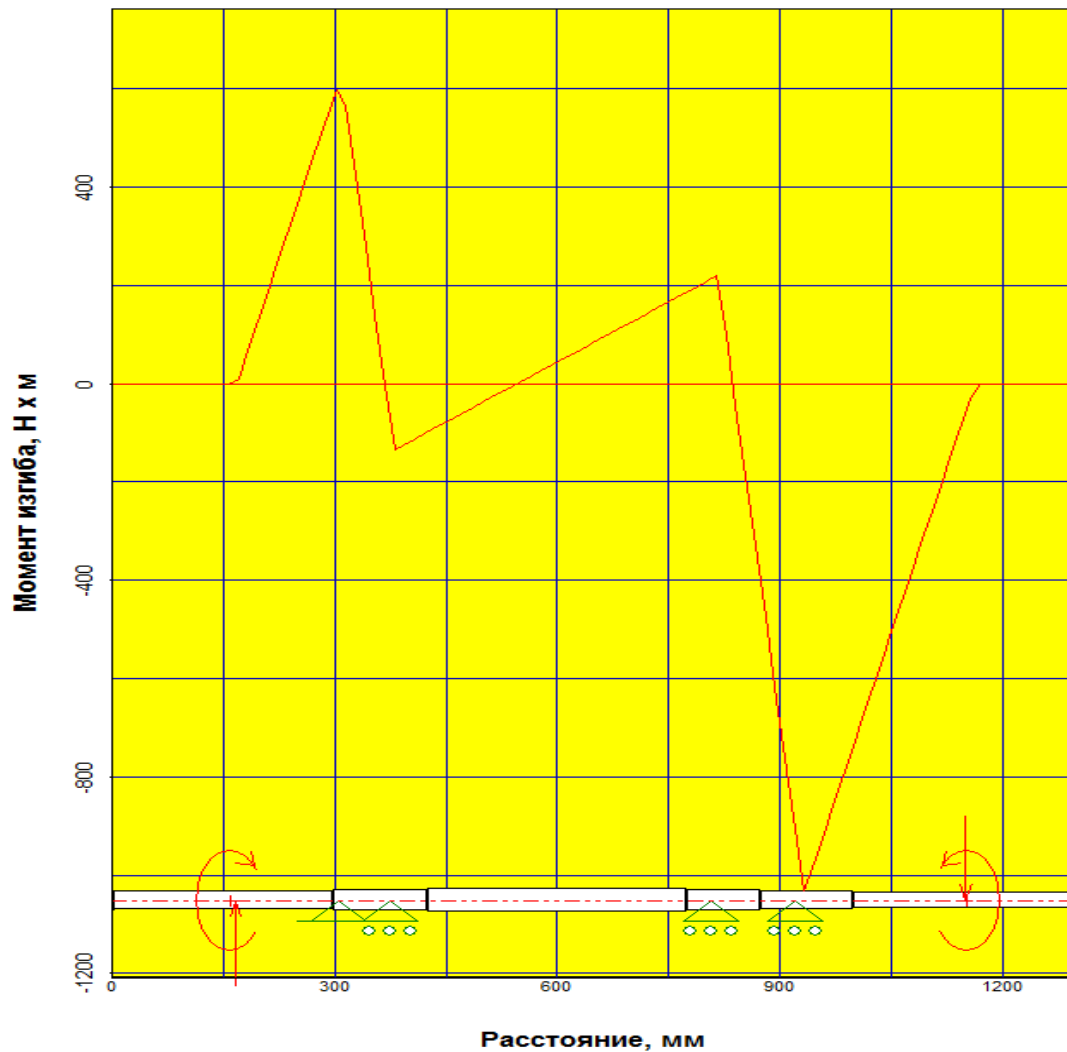


Рисунок 16 – Момент изгиба в вертикальной плоскости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФКИ 00.00.000 ПЗ

Лист

41



Перемещения в вертикальной плоскости

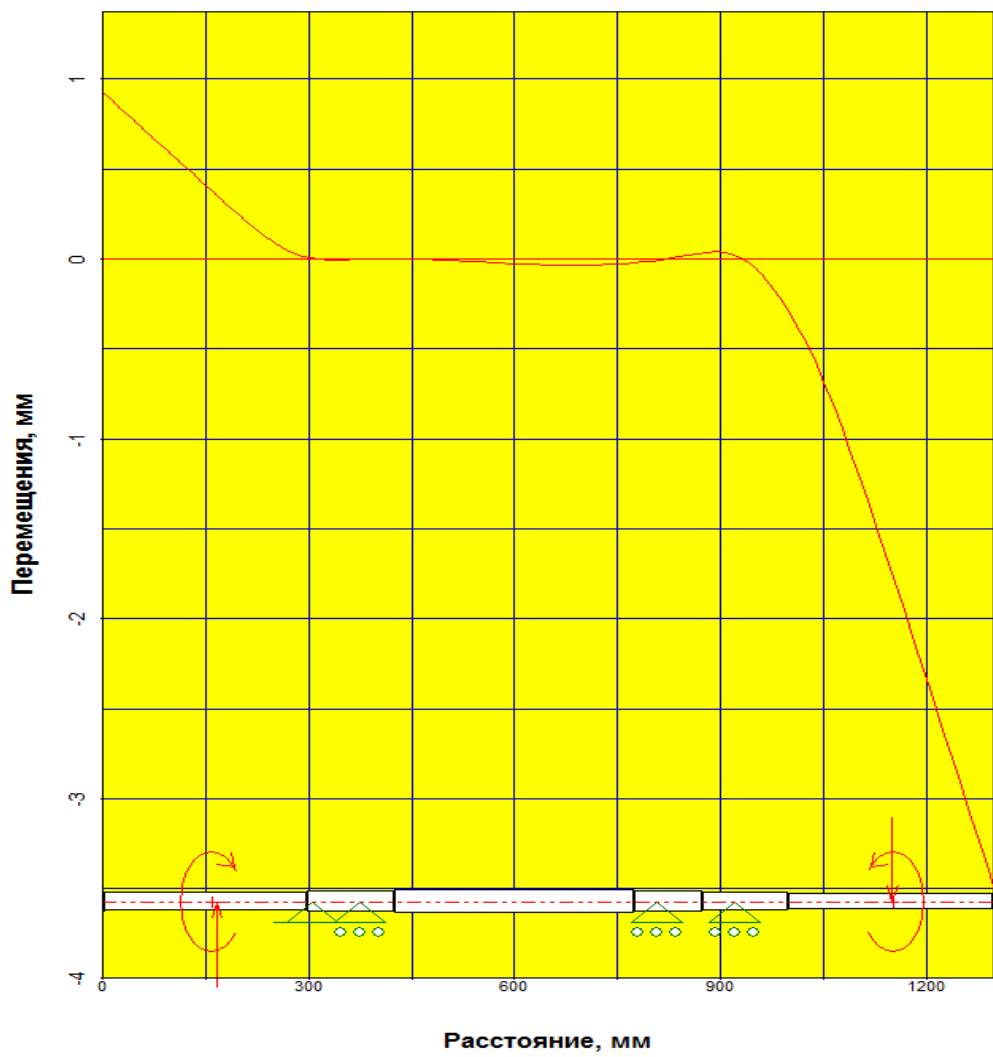


Рисунок 17 – Перемещение в вертикальной плоскости

Угол изгиба в вертикальной плоскости

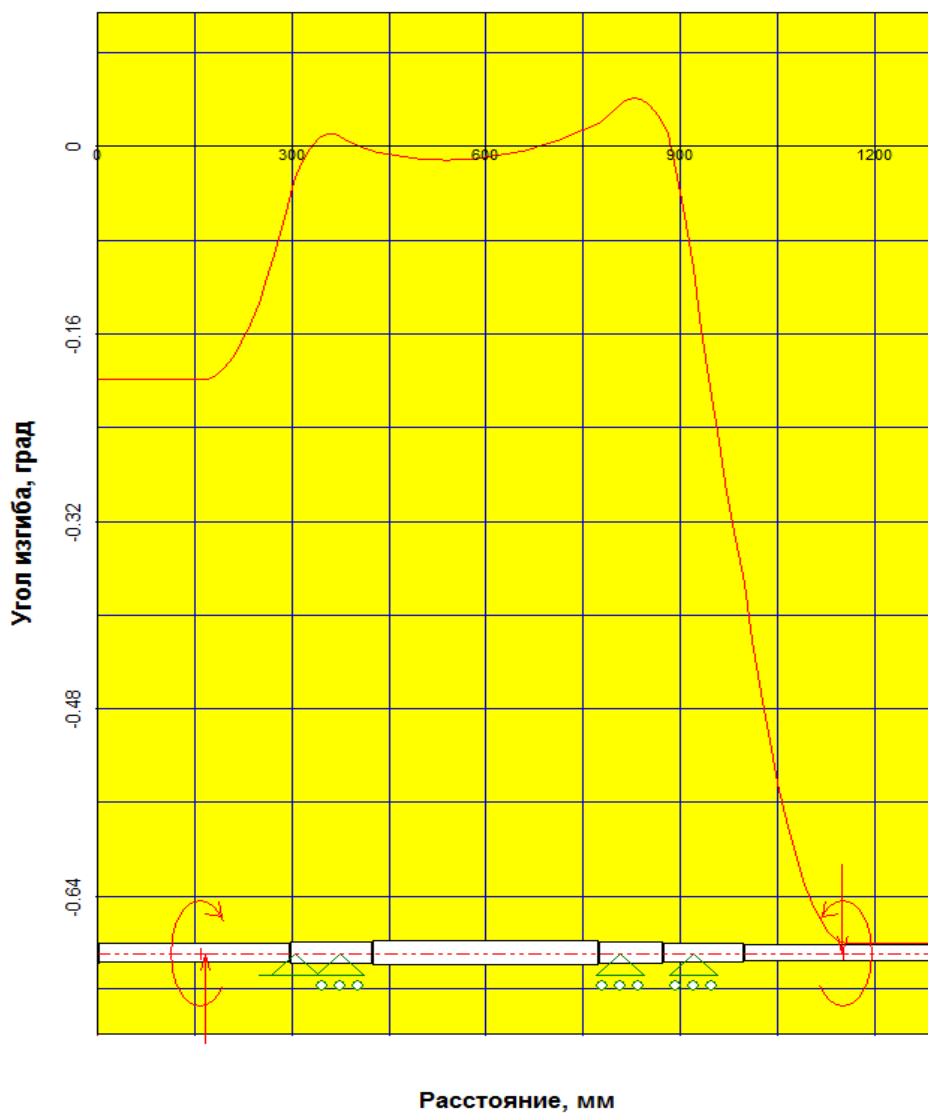


Рисунок 18 – Угол изгиба в вертикальной плоскости

Угол кручения

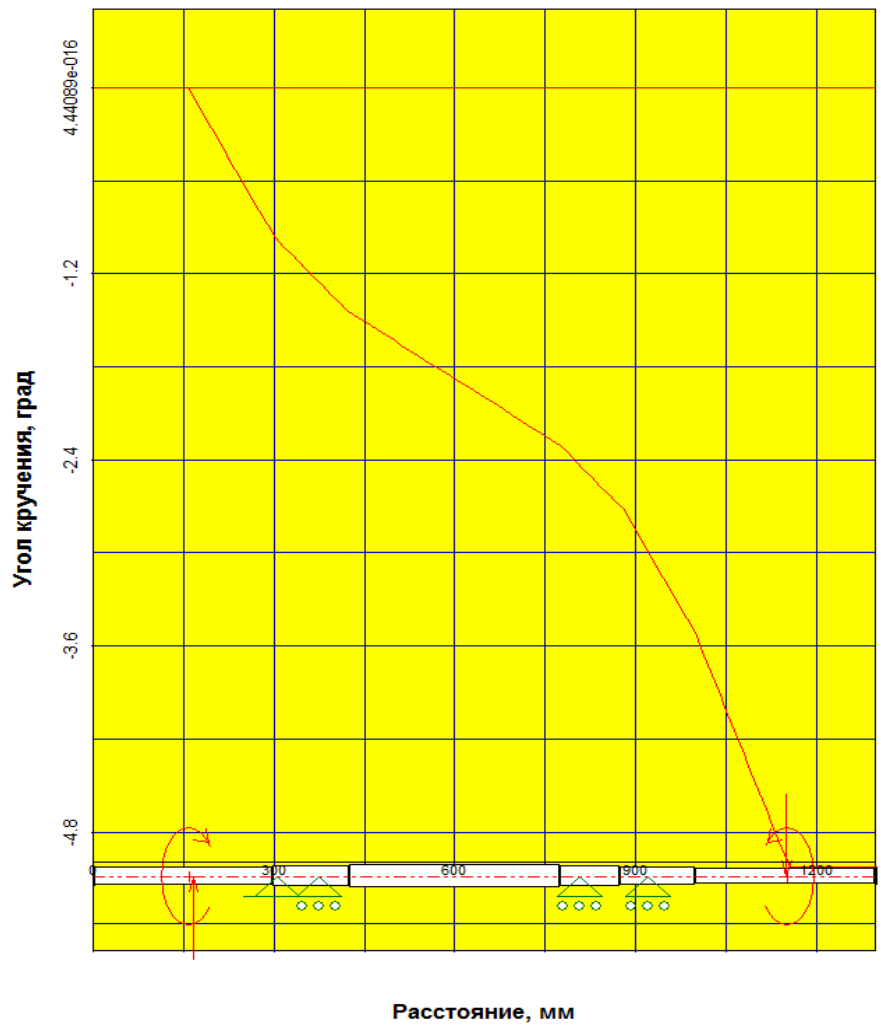


Рисунок 19 – Угол кручения

Эквивалентное напряжение

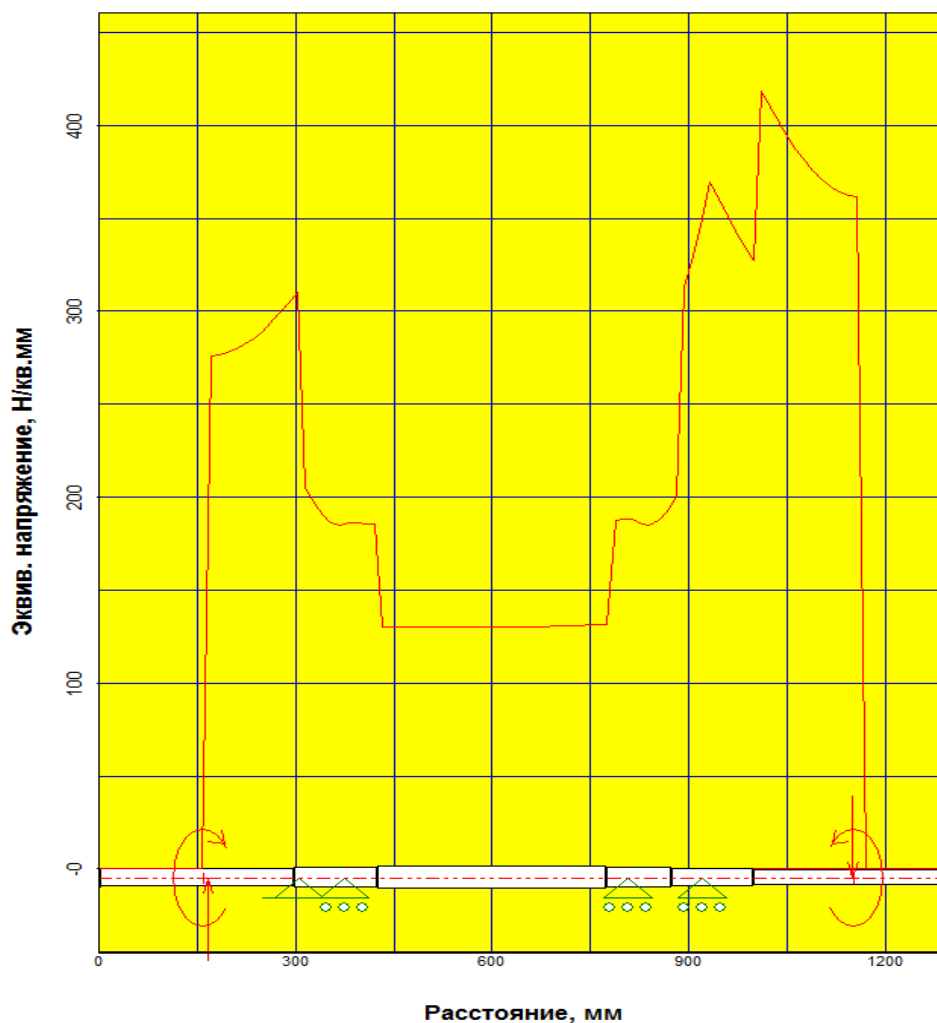


Рисунок 20 – Эквивалентное напряжение

Вывод: проверочный расчет вала на ЭВМ показал, что во время эксплуатации поломок не должно возникнуть.

4.3 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ

Шариковый радиально-упорный подшипник. Подшипник 4354909 ГОСТ 4657-82

Исходные данные:

Таблица 7 – Геометрия

Внешний диаметр	80.000	мм
Внутренний диаметр	35.000	мм

Диаметр тела качения	14.290	мм
Число тел качения	11.000	
Угол контакта	26.000	град

Таблица 8 - Точность

Радиальные биения внешн. кольца	1.100	мм
Радиальные биения внутр. кольца	1.100	мм

Таблица 9 - Условия работы

Осевая сила	0.000	Н
Радиальная сила на нагр.опоре	4524.000	Н
Радиальная сила на ненагр. опоре	4524.000	Н
Осевая сила преднатяга	0.000	мм
Скорость вращения	3000.000	об/мин
Коэф. динамичности	1.000	
Тип нагрузки	Постоянная	
Тип установки	Схема "О"	

Таблица 10 - Резюме

Средняя долговечность	4659.871	час
Максимальное контактное напряжение	9938.899	Н/кв.мм
Выделение тепла	2061535.671	Дж/час
Динамическая грузоподъемность	42664.964	Н
Осевые биения	0.000	мкм
Радиальные биения	194.628	мкм
Боковые биения	0.000	мкм
Момент трения	1.823	Н х м
Потери мощности	572.649	Вт

Таблица 11 - Момент трения, (Н х м)

Математическое ожидание	1.823
Дисперсия	5.191
Стандартное отклонение	2.267

0.359	0.065	0.411	0.370	0.513
0.259	0.051	0.060	0.570	0.504
0.239	0.190	0.298	0.314	0.485
0.596	0.092	1.078	0.661	0.981
0.322	0.874	0.097	0.924	0.935
2.166	3.325	3.757	0.116	3.887
0.056	4.421	2.995	0.930	1.997
2.096	1.538	2.201	3.560	0.334
0.083	0.152	0.185	0.138	0.163
0.157	0.850	0.215	0.270	0.480
0.239	0.311	0.266	0.256	0.200
0.200	1.601	1.207	3.698	1.524
0.286	1.555	0.278	4.497	5.248
1.621	0.365	2.958	4.313	5.554
9.919	1.824	7.716	0.801	5.297
4.671	0.413	7.575	0.468	3.072
8.119	2.850	0.387	1.728	1.352
6.435	6.969	1.162	0.365	5.662
1.495	6.506	0.360	0.299	7.834
1.535	3.627	0.049	0.043	0.267

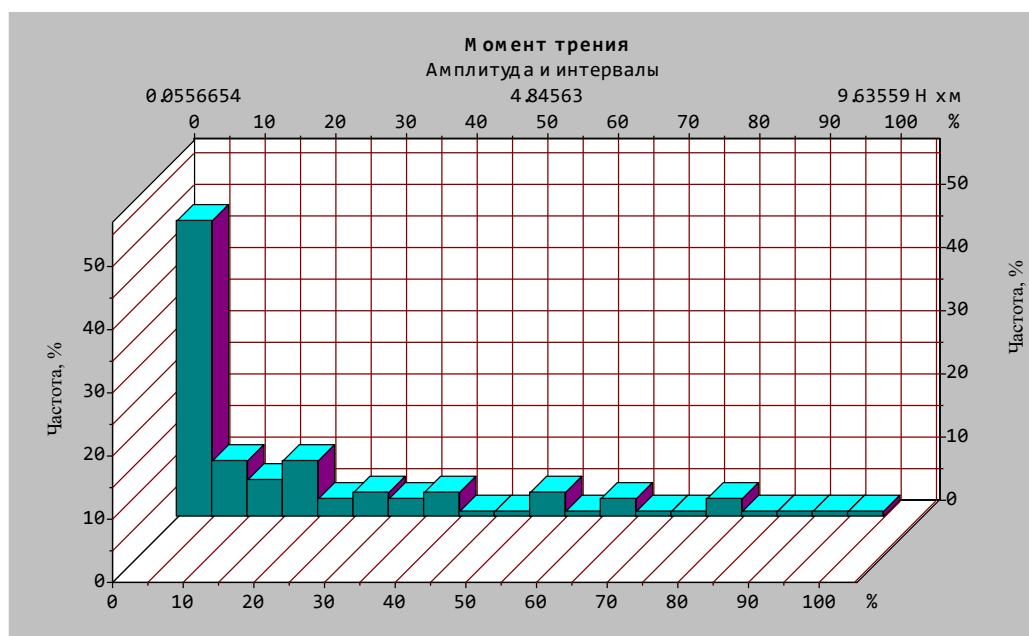


Рисунок 21 – Момент трения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФКИ 00.00.000 ПЗ

Лист

47



Рисунок 22 – Момент инерции

Таблица 12 - Потери мощности (Вт)

Математическое ожидание	572.649
Дисперсия	512302.457
Стандартное отклонение	712.165

112.917	20.402	129.099	116.184	161.241
81.224	15.989	18.722	179.136	158.290
75.014	59.783	93.491	98.567	152.376
187.147	29.013	338.742	207.532	308.232
101.198	274.656	30.603	290.121	293.663
680.529	1044.490	1180.195	36.515	1221.013
17.604	1388.910	940.769	292.039	627.206
658.460	483.240	691.359	1118.474	104.789
25.975	47.606	58.257	43.275	51.270
49.259	266.886	67.461	84.699	150.838
75.081	97.724	83.428	80.453	62.972
62.748	502.982	379.023	1161.629	478.720
89.893	488.501	87.227	1412.770	1648.586
509.330	114.597	929.334	1354.817	1744.695
3115.836	572.929	2423.751	251.472	1663.995
1467.347	129.599	2379.648	146.912	964.914
2550.597	895.291	121.627	542.946	424.856
2021.456	2189.061	364.889	114.726	1778.670
469.512	2043.658	113.153	94.044	2460.882
482.091	1139.340	15.436	13.389	83.882

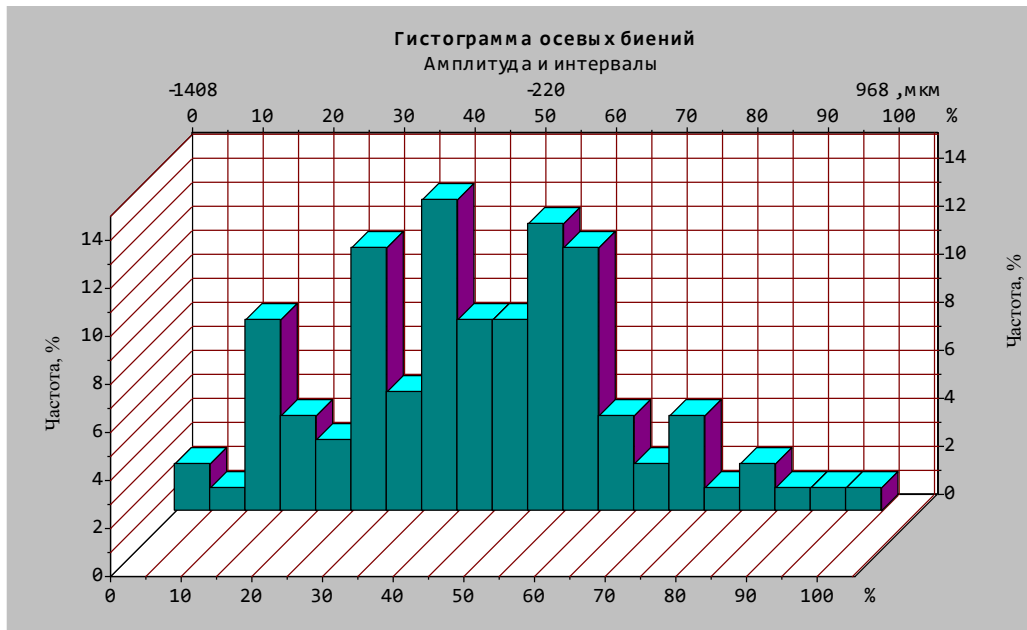
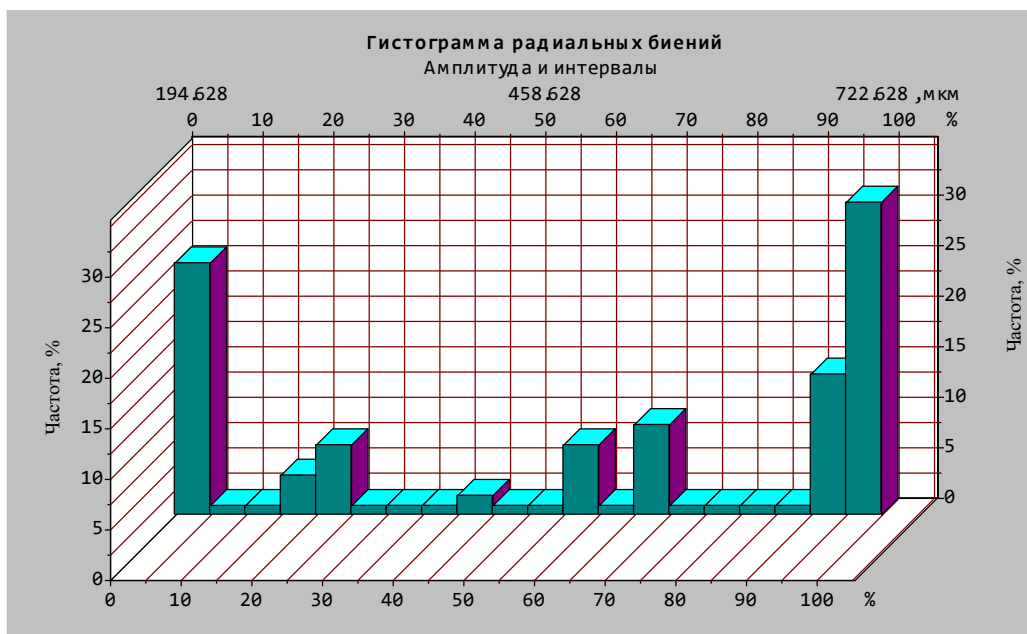


Рисунок 22 – Гистограмма осевых биений





#### 4.4 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ

Соединение: Призматической шпонкой

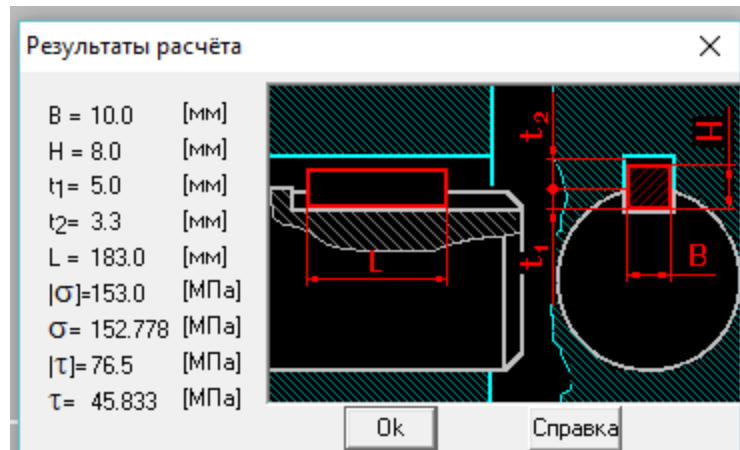


Таблица 13 - Исходные данные

Диаметр вала	32.0	мм
Передаваемый момент	1342.0	мм
Тип нагрузки	Периодическое	
Тип соединения	Неподвижное	
Материал вала	35	
Материал шпонки	Ст4кп	
Материал втулки	25	

Таблица 14 - Результаты расчёта

Ширина шпонки	10.0	мм
Высота шпонки	8.0	мм
Глубина паза на валу	5.0	мм
Глубина паза во втулке	3.3	мм
Длина шпонки	183.0	мм
Допускаемое напряжение смятия	153.0	МПа
Напряжение смятия	152.778	МПа
Допускаемое напряжение среза	76.5	МПа
Напряжение среза	45.833	МПа

Вывод: проверочный расчет шпонки показал, что условие прочности на срез выполняется.

## 5 Монтажный проект

### 5.1 Расчет фундаментной площадки

#### 5.1.1 Статический расчет фундаментной площадки

Эскиз фундамента представлен на рисунке 25

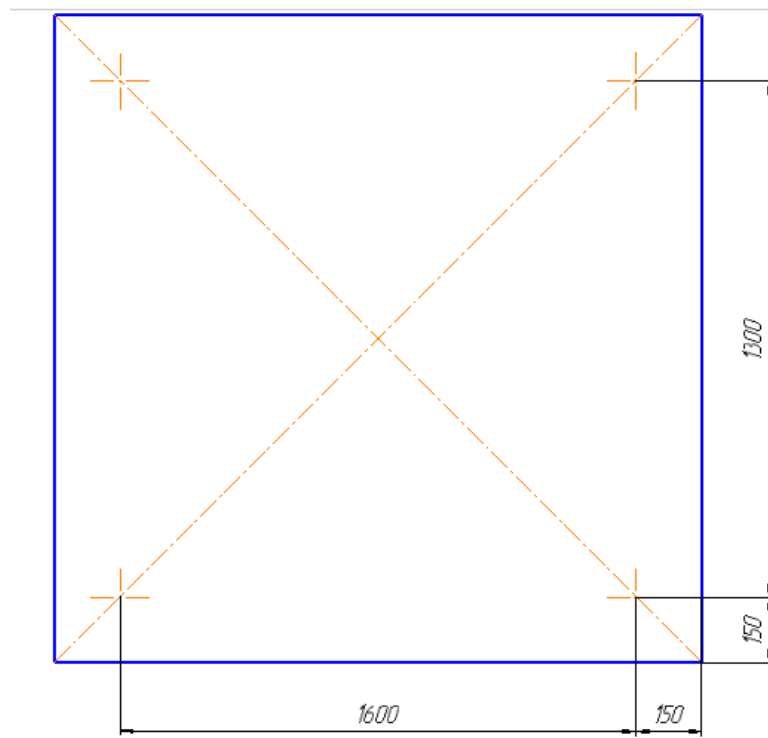


Рисунок 25 – Эскиз фундаментной площадки

Определим наибольшую величину эксцентриситетов  $e$  и  $e'$  куттера Л5-ФКМ, смонтированного на фундаментную площадку со сторонами  $a=1900$  мм и  $b=1600$  мм.

$$e=5a/100 \quad (60)$$

$$e'=5b/100 \quad (61)$$

$$e=5 \cdot 1900/100=95 \text{ мм}$$

$$e'=5 \cdot 1600/100=80 \text{ мм}$$

Приняв припуск  $\delta=150$  мм на каждую сторону определяем площадь подошвы фундамента  $F$ ,  $\text{м}^2$ , по формуле (62):

$$F=(a+2 \cdot \delta) \cdot (b+2 \cdot \delta), \quad (62)$$

$$F=(1,6+2 \cdot 0,15) \cdot (1,3+2 \cdot 0,15)=3,04$$

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

где: а, в – расстояние между осями фундаментных болтов, мм;  
 $\delta$  – припуск на каждую сторону, мм

Высоту фундаментной площадки принимаем равной  $H=0,1$  м

Объем фундамента  $V, \text{ м}^3$ , определяется по формуле (63):

$$\begin{aligned} V &= F \cdot H, & (63) \\ V &= 3,04 \cdot 0,1 = 0,304 \end{aligned}$$

Вес фундамента  $G_{\phi}, \text{ кН}$ , определяется по формуле (64):

$$\begin{aligned} G_{\phi} &= V \cdot \gamma, & (64) \\ G_{\phi} &= 0,304 \cdot 20 = 6,08 \end{aligned}$$

где  $\gamma$  - удельный вес материала,  $\text{кН/м}^3$

Фактическое давление на грунт основания  $P, \text{ кН}$ , определяется по формуле (65):

$$\begin{aligned} P &= (G_{\text{м}} + G_{\phi}) / \alpha \cdot F \leq [P_{\text{н}}], & (65) \\ P &= (22 + 6,08) / 0,5 \cdot 3,04 = 18,5 \leq 25 \end{aligned}$$

Фактическое давление на перекрытие не превышает допустимого значения.

Следовательно, фундаментная площадка с принятыми размерами спроектирован правильно.

### 5.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки

Фактическое давление на перекрытие при наличии динамической составляющей  $P_{\text{д}}, \text{ кН}$ , определяется по формуле (66):

$$\begin{aligned} P_{\text{д}} &= (G_{\text{м}} + G_{\phi} + P_{\text{з}}) / \alpha \cdot F \leq [P_{\text{н}}], & (66) \\ P_{\text{д}} &= (22000 + 6080 + 22000) / 0,5 \cdot 3,04 = 32 \leq 200 \end{aligned}$$

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						52
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

где  $P_z$  – вертикальная составляющая неуравновешенных сил инерции, кН, которая определяется по формуле (67):

$$P_z = G_M \quad (67)$$

$$P_z = 22 \text{ кН}$$

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний  $A_z$ , м, определяется по формуле (68):

$$A_z = K \cdot \frac{P_z}{G_0 \cdot (N_z - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002..0,0003 \quad (68)$$

$$A_z = 90 \cdot \frac{22000}{28080 \cdot (13,3 - 2686^2)} = 9,8 \cdot 10^{-6}$$

где  $G_0$  – вес фундамента и аппарата,  $G_0 = 28080$  Н;

$K$  – коэффициент,  $K = 90$  м / мин<sup>2</sup>;

$N_z$  – частота вертикальных колебаний, мин<sup>-1</sup>, которая определяется по формуле (69):

$$N_z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{G_x \cdot F}{G_0}}, \quad (69)$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^4 \cdot 3,04}{28080}} = 13,3$$

где  $K_1$  – коэффициент,  $K_1 = 9,55$  мин<sup>-1</sup>;

$C_z$  – коэффициент упругости грунта, Н/м<sup>2</sup>, который определяется по формуле (70):

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (70)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{3,04}} = 1,8 \cdot 10^4$$

При проверке на резонанс находим отношение вынужденных и собственных колебаний системы «фундаментная площадка-машина» по формуле (71):

$$0,7 \geq \frac{n}{N_z} \geq 1,3 \quad (71)$$

$$0,7 \geq \frac{2682}{13,3} \geq 1,3 = 201,6$$

Явление резонанса у машины не присутствует.

					<i>ФКИ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

## 5.2 Расчет крепления оборудования

Болты изготавливаем из стали Ст.3 ГОСТ 380 - 88 с пределом прочности  $[\sigma_p] = 140$  МПа. Марка бетона М150. Количество болтов 4.

Площадь сечения болтов  $S$ ,  $m^2$ , определяется по формуле (72):

$$S = \frac{P_z + x \cdot P}{z \cdot [\sigma_p]}, \quad (72)$$
$$S = \frac{1320 + 0,7 \cdot 2 \cdot 10^3}{4 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0,48 \cdot 10^{-4}$$

Принимаем болт с резьбой диаметром М10 на основании таблицы 4.2 [5.стр.61]

где  $x$  – коэффициент нагрузки,  $x = 0,55$ ;

$P$  – расчетная динамическая нагрузка, которая равна  $P_z = P = 2 \cdot 10^3$  кН

$P_z$  – усилие затяжки, кН, которое определяется по формуле (73):

$$P_z = K_{ст} \cdot P \cdot (1 - x), \quad (73)$$
$$P_z = 2,2 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot (1 - 0,7) = 1320$$

Необходимую площадь сечения болта  $S_g$ ,  $m^2$ , определяют по формуле (74):

$$S_g = \frac{P_z + x \cdot P}{z \cdot [\sigma_g]}, \quad (74)$$
$$S_g = \frac{1800 + 0,7 \cdot 2 \cdot 10^3}{4 \cdot 44,22 \cdot 10^6} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

где  $[\sigma_g]$  – предел допустимой прочности болта при динамических нагрузках, МПа, который определяется по формуле (75):

$$[\sigma_g] = \frac{0,278 \cdot [\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu}, \quad (75)$$
$$[\sigma_g] = \frac{0,278 \cdot 140 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1,1} = 44,22$$

Так как  $S_g > S$ , то принимаем болты М20.

Глубину заделки болта в бетон,  $H$ , мм, определяют по формуле (76):

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

$$H = 3 \cdot d, \quad (4.28)$$
$$H = 3 \cdot 20 = 60$$

Эскиз фундаментного болта представлен на рисунке 26

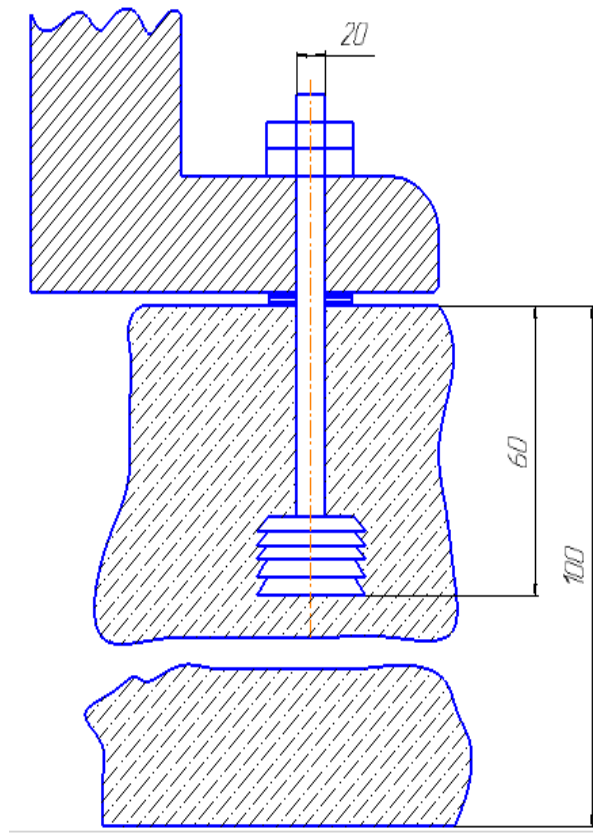


Рисунок 26 - Эскиз фундаментного болта

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

### 5.3 Сетевой график монтажа оборудования

Сетевой график монтажа оборудования представлен в приложении А.  
Расчет сетевого графика представлен в виде таблицы 15

Таблица 15 - Расчет сетевого графика

№ начального события предшествующих работ	Наименование работы	Шифр работ	Продолжительность работ		Резерв времени
			Минимальная	Максимальная	
1	2	3	4	5	6
1	Разметка	1	2	2	0
2	Изготовление опалубки	1-2	3	3	0
3	Подготовка перекрытия	2-3	3	3,5	0,5
4	Установка опалубки	3-4	2	2,5	0,5
5	Выверка опалубки	5-6	1	1,2	0,2
6	Выстилание рубиройда	6-7	1	1,2	0,2
7	Заливка фундаментной площадки	7-8	6	6,5	0,5
8	Прокалывание фундаментной площадки	8-9	1	1	0
9	Выдержка фундаментной площадки	9-10	48	50	2
10	Такилажные работы куттера	10-11	10	11	1
11	Снятие упаковки	11-12	0,5	1	0,5
12	Ревизия	12-13	2	2,5	0,5
13	Установка куттера	13-14	2	2,5	0,5
14	Выверка куттера	14-15	1,5	2	0,5
15	Закрепление куттера	15-16	1	1,5	0,5
16	Проверка ремней	16-17	1	1,5	0,5
17	Натяжка ремней	17-18	1	1,5	0,5
18	Замена смазки	18-19	2	2,5	0,5
19	Подключение электрооборудования	19-20	6	7	1
20	Пуск, останов	20-21	0,08	0,08	0
21	Холостой ход	21-22	2,5	2,5	0
22	Испытание под нагрузкой	22-23	4,5	4,5	0
23	Сдача комиссии	23			







Общие экологические запросы к производственному оборудованию и процессам обнаружены отвечающими санитарными нормами, а также системой стандартов «Охрана природы». Указанные документы указывают принципы охраны и разумного использования природных ресурсов, в частности воды, воздуха, почв, земель, полезных, а также показатели качества естественных сред, параметры загрязняющих выбросов и сбросов, показатели использования природных ресурсов [14].

Экологическую рецензию технологической линии выполняют на основании оценки значения загрязнения производственным объектом атмосферы и водных источников, а также характера и мощности энергетического действия его технологического оснащения на обслуживающий персонал. серьезный показатель экспертизы – коэффициент промышленных отходов, образующихся в результате работы технологической линии, и системы мероприятий по их хранению и утилизации. Как правило, обобщающим актом, позволяющим выполнить эту экспертизу, является экологический паспорт предприятия, составленный в соответствии с требованиями ГОСТ 17.0.004–90 «Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения».

Экологический документ предприятие разрабатывает за итог собственных средств. Паспорт утверждается руководителем СПоК и соответствует с государственными природоохранными органами.

К ключевым нормативным признакам экологичности производственного оборудования и технологических процессов, а также предприятий и транспортных средств относятся:

- предельно допустимые выбросы (ПДВ) в атмосферу;
- предельно допустимые сбросы (ПДС) в гидросферу;
- предельно допустимые энергетические воздействия (ПДЭВ).

важнейшими источниками загрязнения воздушного водоема мясоперерабатывающими предприятиями считаются:

- убойные цехи;
- цехи технических и кормовых фабрикатов;
- термические отделения колбасных производств;
- отделения переработки пищевых жиров и получения альбумина;
- вспомогательные цехи и др.

В вентиляционных выбросах таких производств содержатся сероводород, аммиак, фенолы, кетоны, диоксид серы, оксид углерода, сажа, древесная и костная пыль и др.

Степень загрязнения атмосферного воздуха принято характеризовать путем сопоставления его подлинного загрязнения с аспектом чистоты воздуха – предельно допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

В промышленной экологии используют два вида предельно допустимых

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

концентраций: максимальную разовую (ПДК м. р.) и среднюю суточную (ПДК с. с.).

Отличаются они друг от друга размером и временем осреднения пробы воздуха. предельная разовая ПДК характеризуется концентрацией загрязняющего вещества в воздухе, которая получена при отборе опыта воздуха в течение не более 20 минут. В случае со средней суточной ПДК, для определения степени загрязнения воздуха принимается средняя арифметическая величина наибольших разовых концентраций, измеренных в течение суток. наибольшая разовая ПДК по величине всегда больше средней суточной ПДК. Например, для двуокси азота – продукта сгорания топлива, ПДК м. р.= 0,085 мг/м<sup>3</sup>, а ПДК с. с. = 0,04 мг/м<sup>3</sup>.

Процесс разработки ПДК сложный, длительный и дорогостоящий, поэтому для некоторых веществ на период разработки ПДК принимается временная величина критерия чистоты воздуха – ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия).

Предельно допустимый выброс (ПДВ) является санитарно-техническим нормативом.

Предельно-допустимый выброс в атмосферу – норматив, устанавливаемый из условий, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха из источника или их комплексе не превышало нормативов особенности воздуха для заселенных мест. Сущность введения ПДВ состоит в ограничении выбросов и обусловлена тем, что при существующих методах сокращения отходов изготовления практически невозможно избежать попадания в атмосферу вредных веществ. Вместе с тем нужно убавлять выбросы до уровней, которые обеспечивают соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК). Для выявления связи между ПДВ и ПДК проверяют закономерности распространения примесей, обусловленные их рассеянием в атмосфере.

Основной целью разработки нормативов ПДВ является определение величины загрязнения атмосферного воздуха на окружающей предприятие территории.

Итогом разработки нормативов ПДВ является технически обоснованное количество каждого вида загрязняющего вещества, выброс которого в атмосферу не будет опасен для населения, флоры и фауны, находящихся на прилегающей к предприятию территории. Если в настоящий момент предприятие выбрасывает загрязняющего вещества большее установленного норматива, тогда для уменьшения величины выброса разрабатываются реально выполнимые мероприятия. Нормативы ПДВ, мероприятия по сокращению выбросов и график выполнения этих мероприятий согласуются и утверждаются в региональных природоохранных организациях и органах Госсанэпиднадзора.

Ежегодно предприятие отчитывается о проведенных мероприятиях и получает в региональной природоохранной организации разрешение на выброс в атмосферу определенного количества загрязняющих веществ.

Механизмом экономического воздействия на предприятие являются ежегодные платежи за загрязнение атмосферного воздуха, причем схема расчета

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

величины платежей стимулирует предприятие к быстрейшему проведению мероприятий по сокращению своих выбросов.

Предельно допустимый сброс веществ в водный объект (ПДС) – максимальное количество вредного вещества в сточных водах, которые допускается отводить в установленном режиме в данном пункте водного объекта в единицу времени для обеспечения установленных норм качества воды в контрольном пункте.

Сточные воды перерабатывающих предприятий представляют собой многокомпонентную систему загрязняющих веществ, которые могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии.

Сточные воды условно делятся на хозяйственно-бытовые, производственные и ливневые (дождевые). Отличаются они друг от друга происхождением, составом и количеством присутствующих в них загрязняющих веществ.

Хозяйственно-бытовые сточные воды образуются в результате практической деятельности по обслуживанию работников предприятий (столовая, кухня, прачечная и др.). Эти сточные воды характеризуются присутствием загрязнителей минерального и органического происхождения, наличием СПАВ (синтетических поверхностно-активных веществ), входящих в состав моющих средств. Минеральные соединения представлены солями аммония, фосфатами, хлоридами, гидрокарбонатами и другими соединениями. Органические вещества хозяйственно-бытовых сточных вод состоят в основном из жиров, углеводов, белков и продуктов их гидролиза.

Промышленные канализационные воды создаются, во-первых, при сбросе в канализационный коллектор незагрязненных вод из охлаждающего контура отдельных видов оборудования и машин. Доза таких канализационных вод невелика. Во-вторых, производственные сточные воды образуются в результате технологических процессов перерабатывающего предприятия.

Производственные сточные воды мясоперерабатывающих предприятий характеризуются большим содержанием взвешенных веществ, из которых до 90% органических, с большой концентрацией растворенных веществ, главным образом поваренной соли, значительным содержанием азота и жиров, высокой температурой (до 25...280С) и слабощелочной реакцией.

Сточные воды мясных производств подразделяются на: производственные зажиренные (цех убоя скота, субпродуктовые и варочные отделения, колбасные и консервные цехи и т. д.), производственные незажиренные (прочие цехи), условно чистые (холодильно-компрессорные установки, котельная, конденсаторы и т. п.), бытовые (души, столовые и прачечные). Количество сточных вод каждого вида зависит от технологических процессов и изменяется в значительных пределах: производственные зажиренные – 40...45% от общего количества, производственные незажиренные – 20...25%, условно чистые 12...20, бытовые – 9...12%.

Мероприятия по сокращению загрязненности и уменьшению количества сточных вод, отводимых с предприятия, можно подразделить на две основные группы: технические и технологические.

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

Технические мероприятия предусматривают очистку сточных вод перед сбросом их в водоем, а также применение систем оборотного и повторного водоснабжения перерабатывающих предприятий.

Важными техническими мероприятиями по сокращению объема сбрасываемых в водоемы сточных вод предприятиями мясной промышленности является оборотное и повторное использование воды для технологических и вспомогательных бытовых нужд.

К технологическим мерам можно отнести мероприятия по сокращению расхода свежей воды на технологические нужды, организацию бессточных производств.

Методы очистки сточных вод подразделяют на механические, химико-механические и биологические. При механической очистке из сточных вод удаляют тем или иным способом нерастворимые вещества. Для механической очистки вод применяют решетки, песколовки, жироловки, навозоуловители и отстойники.

Следует особенно выделить, что поставляемые в сельскохозяйственное производство комплексы мини-заводов обычно не предусматривают при мнении локальных очистных сооружений или устройств, а ориентированы на сброс стоков в канализацию животноводческой фермы или поселка, если такие есть. На практике большинство сточных вод мини-заводов по переработке мяса скидываются в близлежащие водоемы.

В связи с этим минимальные требования к системам очистки сточных вод малотоннажных предприятий по переработке продукции животноводства могут быть следующими:

1. Необходимо предусмотреть сбор и сепарирование той части воды, которая идет на начальную стадию мойки технологического оборудования.

2. С целью исключения возможного образования сильно концентрированных сточных вод после применения моющих реагентов, предприятие должно быть оснащено баком-нейтрализатором, в котором собирается данная часть стоков с целью их обязательной нейтрализации перед сбросом.

3. Жироловки должны являться обязательным сооружением для очистки сточных вод малотоннажных мясоперерабатывающих предприятий.

4. Для биологической очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий следует рекомендовать аэротанки, так как присутствующий в сточной воде жир не приносит вреда сооружению.

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

## Заключение

В данном дипломном проекте рассмотрена линия производства вареных колбас на производстве ООО «Мясной двор». Выявлено, что наиболее узкие места является передвижные тележки, куттер, потому что относится к оборудованию I, II класса. Для анализа работ и выявления проблем куттера был произведен литературно-патентный обзор.

В результате которого было предложено внести изменения в конструкцию в ножевую головку, в корпус станции режущей. Предложены модернизации крышки и основание корпуса, добавление дополнительного упорного подшипника. В связи с этим можно предположить, что улучшится качество перерабатываемого продукта на 10 %, за счет реверсивного режима вращения вала на низких оборотах, а также улучшение эксплуатационных характеристик оборудования на 15 %, повысится удобство в обслуживании и ремонте, уменьшится время производства на 5 %.

Работоспособность куттера после внесения модернизаций подтверждены расчетами представленный в РПЗ, также приведен расчет кинематический, расчет технологический. Рассмотрен вопрос смазки куттера.

Разработан монтажный проект установки куттера в цехе предприятия линии производства вареных колбас.

В разделе экологии были приведены мероприятия по очистке сточных вод и воздуха.

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

## Список использованной литературы

- 1) Панфилов, В.А. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий / Панфилов В.А. – РАСХН. 2013. – 912 с.
- 2) Соловьев, О.В. Мясоперерабатывающее оборудование нового поколения / Соловьев О.В. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 470 с.
- 3) Технологическое оборудование мясокомбинатов [Текст] / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифороз. – М.: Колос, 2000. – 392 с.
- 4) Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2006
- 5) Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 2009.
- 6) Голубев И.Г. Оборудование для переработки мяса / И.Г. Голубев, В.М. Горин, А.И. Парфентьева. — М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. — С. 66,68,70.
- 7) Ивашов В.И. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов. – СПб: ГИОРД, 2007. – С. 269-270.
- 8) Патент РФ № 2054874 27.02.1996  
Куттер // Костин Г.В., Федоров Э.Л., Гордон А.М., Якубенко П.В., Юлешкин В.И.
- 9) Патент РФ № 2140160 27.10.1999  
Куттер // Митин В.В., Славущев С.В., Захарьящев Р.В.
- 10) Патент РФ № 2031720 27.03.1995  
Куттер // Демьянов И.И., Кунавин С.П., Пешков А.М., Пичугин Ю.В., Якубенко П.В.
- 11) Патент РФ № 2016660 30.07.1994  
Ножевой блок куттера // Федоров Э.Л., Гордон А.М., Родных А.А., Куп пер Роберт [НУ]
- 12) Патент РФ № 2060007 28.04.1994  
Куттер-мешалка // Ломачинский В.С., Мустафин Н.Х.
- 13) Патент РФ № 1832541 19.09.1989  
Куттер // Гутерман В.Ю., Кашук А.С., Круглов Ю.В., Попов В.И.
- 14) <http://www.pandia.ru/text/78/429/16705.php>
- 15) [http://revolution.allbest.ru/cookery/00180233\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/cookery/00180233_0.html)
- 16) <http://www.studfiles.ru/preview/2981636/page:2/>
- 17) <http://5fan.ru/wievjob.php?id=4430>
- 18) [http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00182163\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00182163_0.html)
- 19) <http://www.neuch.ru/referat/50580.html>
- 20) <http://kubsau.ru/upload/iblock/8c2/8c23bc793be480b0d4042fff>
- 21) <http://m.bankreferatov.ru:80/referats /CB92517F0AB785A1C32576>
- 22) <http://knowledge.allbest.ru/manufacture /2c0b65625a2ad78a5d53>
- 23) [http://studopedia.net /15\\_134394\\_harakteristika-protsesta](http://studopedia.net /15_134394_harakteristika-protsesta)
- 24) [http://otherreferats.allbest.ru /manufacture/00182163\\_1.html](http://otherreferats.allbest.ru /manufacture/00182163_1.html)
- 25) <http://studentu-vuza.ru /bezopasnost-zhiznedeyatelnosti /lekts>

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

- 26) <http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000334000/rsl01000334>
- 27) <http://bestreferat.ru/archives /22/bestref-206822.zip>
- 28) <http://referat.kulichki.net/referats /rkr/2001-v-303.zip>
- 29) <http://www.studfiles.ru/dir/cat34/subj1149/file18690/view167>
- 30) <http://works.doklad.ru/view/Yprh-1dbO7M/all.html>
- 31) <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl0100594000/rsl0100594>
- 32) <http://www.referat.com/catalog/db/4069.doc>
- 33) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002937000/rsl01002937>
- 34) <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>
- 35) <http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000>
- 36) <http://lib.rfei.ru/sytem/67/67%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%>
- 37) <http://knowledge.allbest.ru/manufacture /2c0b65635a2ad68b5c53>
- 38) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000>
- 39) <http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003354000/rsl01003354>
- 40) <http://dlib.rsl.ru/rsl01006000000/rsl01006750000/rsl01006750>
- 41) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002831000/rsl01002831>
- 42) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002617000/rsl01002617>
- 43) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002302000/rsl01002302>
- 44) <http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004887000/rsl01004887>
- 45) <http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003313000/rsl01003313>
- 46) <http://dlib.rsl.ru/rsl01006000000/rsl01006628000/rsl01006628>
- 47) <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002316000/rsl01002316>
- 48) <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005094000/rsl01005094>