

В дипломном проекте рассмотрена линия производства колбас. Предложена модернизация шприца, для колбасных изделий, которая предполагает установку устройства для подпрессовывания и перемешивания фарша, что обеспечит получение более качественного продукта.

Приведены необходимые расчеты: конструктивные, часть из которых выполнена на ЭВМ. Выполнена компоновка элементов линии и помещения цеха, монтаж модернизированного оборудования, также представлен раздел экология.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Введение

### 1 Литературно-патентный обзор

#### 1.1 Технологическая линия производства вареных колбас

1.1.1 Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов

1.1.2 Особенности производства и потребления готовой продукции

1.1.3 Стадии технологического процесса

1.1.4 Характеристика комплексов оборудования

1.1.5 Устройство и принцип действия линии

1.1.6 Основное технологическое оборудование производства вареных колбас

1.1.6.1 Волчки

1.1.6.2 Вакуумный куттер

1.1.6.3 Шестеренные насосы

1.1.7 Операторная модель линии по производства вареных колбас

#### 1.2 Шприцы

1.2.1 Шприцы непрерывного действия с поршневыми вытеснителями

1.2.1.1 Шприцы системы Прыткова

1.2.1.2 Шприц системы Ануфриева

1.2.1.3 Шприц марки ФЛН

1.2.1.4 Шприц с двухвинтовым питателем

1.2.2 Непрерывно действующие шприцы с ротационными вытеснителями

1.2.2.1 Шприц с эксцентриково-лопастным вытеснителем системы Неведомского

1.2.2.2 Шприц системы Скрыпника

1.2.2.3 Шприцы с четырехвинтовым вытеснителем

1.2.3 Наиболее ответственные узлы и детали шприцов.

### 2 Техничко-экономическое обоснование

### 3 Техническое описание оборудования

#### 3.1 Техническое описание шприца

### 4 Расчетный раздел

#### 4.1 Определение производительности устройства для подпрессовывания

4.1.1 Теоретическая производительность

4.1.2 Крутящий момент на валу шнека

#### 4.2 Основные кинематические расчеты

4.2.1 Силовой и кинематический расчет привода питающего шнека

4.3.2 Силовой и кинематический расчет привода подпрессовывающего

шнека

					<i>ФФВ 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Поляков</i>				<i>Проект шприца в линии производства колбас производительностью 6000 кг/ч</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Плотников</i>						<i>3</i>	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Плотников</i>							
<i>Утв.</i>	<i>Руднев</i>							
						<i>КемТИПП гр. ПМнд-121</i>		

- 4.3.3 Силовой и кинематический расчет фарш - насоса
- 4.4 Прочностные расчеты основных элементов
  - 4.4.1 Прочностной расчет питающего шнека
  - 4.4.2 Прочностной расчет подпрессовывающего шнека
  - 4.4.3 Ориентировочный расчет приводных валов шнеков
  - 4.4.4 Прочностной расчет приводного вала питающего шнека
- 5 Монтажный проект
  - 5.1 Анализ технологических связей и компоновка помещений цеха
  - 5.2 Сетевой график монтажа
  - 5.3 Проектирование и расчет фундаментной площадки
    - 5.3.1 Статический расчет фундаментной площадки
    - 5.3.2 Динамический расчет фундаментной площадки
    - 5.3.3 Расчет фундаментных болтов для крепления волчка  
К6-ФВП-1200
  - 5.4 Анализ быстроизнашивающихся деталей
- 6 Экология
  - 6.1 Защита атмосферы от загрязнения
    - 6.1.1 Источники загрязнения атмосферы
    - 6.1.2 Очистка вентиляционного воздуха перед выбросом в атмосферу
  - 6.2 Защита водоемов от загрязнений
    - 6.2.1 Источники и состав сточных вод на мясоперерабатывающих предприятиях
    - 6.2.2 Очистка сточных вод на предприятиях мясной промышленности
- Заключение
- Список используемой литературы

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

## ВВЕДЕНИЕ

Российский рынок колбасных изделий является одним из самых быстрооборачиваемых рынков в российской пищевой промышленности. После длительного спада производства (1991-1999 гг.) внутренний рынок колбасных изделий развивается достаточно интенсивно. С 2000 г. ежегодно растут объемы их производства (в 2,25 раза в 2006 г. против 1999 г.). Основную долю составляют вареные колбасные изделия — 38,6% (2005 г.), полукопченые — 18,1 %.

По оценкам аналитиков, совокупное потребление колбасных изделий в расчете на одного жителя России составляет 15,5 кг в год [35].

В связи с кризисными явлениями в экономике на российском рынке колбасных изделий происходит перераспределение в потреблении данных продуктов. В связи со снижением уровня доходов населения потребители стали предпочитать мясные продукты среднего и низкого ценовых сегментов. В большинстве регионов происходит переориентация спроса населения от дорогой продукции — ветчинных изделий, сырокопченых колбас, деликатесов и т.д. — к более дешевым видам вареных колбасных изделий и сосисок. В настоящее время на колбасы дорогого сегмента приходится всего 20%.

Вареные колбасы имеют нежную консистенцию, высокую сочность, специфический вкус, аромат и высокую пищевую ценность. Вареные колбасные изделия – это такие изделия, без которых вот уже несколько десятилетий невозможно представить ни один обеденный стол в нашей стране.

Вареные колбасные изделия являются источником животного белка и жира, которых так не хватает современному человеку в условиях наполненности современного рынка продуктов растительными белками. Вареные колбасы содержат 10-15% белка; 20-30% - жира, энергетическая ценность – 220-310 ккал на 100 грамм.

Качество мясных и колбасных изделий зависит, прежде всего, от вида обработки и технических возможностей используемого оборудования. Для производства вареных колбас используется разнообразное технологическое оборудование.

Для наполнения оболочки колбасным фаршем используется шприц. Процесс шприцевания происходит под вакуумом, для исключения появления воздушных полостей в готовом изделии. Кроме того в данном дипломном проекте предлагается установка подающего шнека в загрузочную воронку перед подпрессовывающим шнеком, что также будет способствовать получению колбас более высокого качества.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Технологическая линия производства вареных колбас

### 1.1.1 Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов

Колбасные изделия готовят на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергают тепловой обработке до готовности к употреблению [34].

Для выработки вареных колбас используют говядину, свинину, баранину, мясо птицы и другие виды мяса в парном, остывшем, охлажденном, подмороженном и замороженном состояниях, субпродукты 1-й и 2-й категорий, отпрессованную мясную массу, белковые препараты (кровь, плазму крови, казеинаты, изолированные и концентрированные соевые белковые препараты), а также пшеничную муку, крахмал, молоко, яйцепродукты [40].

Вареные колбасы должны иметь упругую, плотную, некрошливую консистенцию. На разрезе продукта фарш монолитный, для структурных колбас кусочки шпика или грудинки равномерно распределены, имеют определенную форму и размеры. Цвет продуктов на разрезе равномерный, розовый или ярко-розовый без серых пятен. Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без посторонних привкуса и запаха [41].

Требования к внешнему виду определяются действующей нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке. Они ориентированы на спрос потребительского рынка, хороший дизайн, удобство при транспортировке и возможность контроля качества готовых изделий. Вареные колбасы упаковывают в оборотную тару массой до 40 кг или в тару из гофрированного картона массой до 20 кг [43].

Вареные колбасы высшего сорта (диабетическая, докторская, любительская, столичная, останкинская, прима, молочная и др.) имеют срок реализации при температуре 0.. 8 °С и относительной влажности воздуха 75.. 85 % не более 72 ч, а колбасы 1,2 и 3 сортов — 48 ч с момента окончания технологического процесса при использовании обычных колбасных оболочек. Срок реализации может быть увеличен при использовании специальных формующих материалов из полимерных пленок [49].

### 1.1.2 Особенности производства и потребления готовой продукции

Обваленное мясо жилуют и нарезают в зависимости от группового ассортимента на куски массой до 1 кг. Мясо в кусках или в измельченном виде взвешивают и подвергают посолу мокрым или сухим способом с

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



используются искусственные полимерные оболочки, их формовка производится с помощью клипсаторов [38].

Батоны сырых колбас в натуральной оболочке, напшицованные без применения вакуума, подвергают кратковременной осадке (для подсушивания оболочки и уплотнения фарша) в течение 2 ч при 0...4°C.

В стационарных камерах батоны обжаривают при 90... 100 °С в течение 60... 140 мин. Обжаренные батоны варят паром в пароварочных камерах или в воде при температуре 75.. .85 °С до достижения температуры в центре батона 70 °С. После варки колбасы охлаждают под душем холодной водой в течение 10 мин, а затем в камере при температуре не выше 8 °С и относительной влажности воздуха 95 % до достижения температуры в центре батона не выше 15°C [48].

### 1.1.3 Стадии технологического процесса

Изготовление вареных колбас состоит из следующих стадий:

- предварительное измельчение мясного сырья;
- посол и созревание мяса;
- тонкое измельчение и приготовление фарша;
- шприцевание фарша в оболочку;
- вязка батонов и навеска его на раму;
- тепловая обработка (обжарка, варка и охлаждение);
- хранение и упаковка.

### 1.1.5 Характеристика комплексов оборудования

Линия начинается с комплекса оборудования для предварительного измельчения мясного сырья, в состав которой входят волчки - жиловщики, блокорезки, блокорезка - измельчитель и напольные тележки.

В состав линии входят комплекс оборудования для посола мяса, состоящий из смесителя, агрегата для измельчения и посола мяса, а также комплекса оборудования для посола и созревания мяса.

Комплекс оборудования для созревания мяса представляет собой камеру, состоящую из стационарных стеллажей и напольных тележек.

Ведущим является комплекс оборудования для тонкого измельчения и приготовления фарша, в состав которого входят волчок, куттер, смеситель - измельчитель, мешалка - измельчитель, куттер - мешалка и фарше - приготавливательный агрегат.

Комплекс оборудования для шприцевания фарша в оболочку состоит из шприца, конвейера для вязки колбас, клипсатора, колбасного агрегата и колбасных рам.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





Посолочные вещества подают автоматические дозаторы в количестве, пропорциональном массе измельченного мяса в деже смесителя. После перемешивания и выгрузки сырье в тележках направляют в камеру созревания.

При использовании чашечного куттера 6 для тонкого измельчения и приготовления фарша к шприцующей машине 7 фарш транспортируют в напольных тележках, которые с помощью подъемника разгружаются в приемный бункер шприца. В этом случае формование колбасных батонов производят вручную в отрезную оболочку с одним заделанным концом с последующей ручной вязкой батонов шпагатом на конвейерном столе 8 и разгрузкой их в колбасные рамы 9.

После размещения колбас на рамах, их направляют в термокамеру 10 для термической обработки (осадки, обжарки, варки и охлаждения). А далее в камеры для хранения 11.

Для приготовления вареных колбас с более высокой степенью механизации применяют комбинированные машины для приготовления фарша и автоматы для формования колбасных изделий. Смеситель - измельчитель предназначен для смешивания выдержанного в посоле измельченного мяса с рецептурными ингредиентами и последующим его тонким измельчением. Формование вареных колбас с изготовлением оболочки из рулонного материала осуществляют на колбасном агрегате. После вязки или наложения петли батоны навешивают на палки, которые затем размещают на рамы и направляют в термокамеру для термической обработки (осадки, обжарки, варки и охлаждения).

#### 1.1.6 Основное технологическое оборудование производства вареных колбас

К этой группе оборудования относят волчки, шпигорезки, куттеры, коллоидные мельницы, центробежные измельчители, эмульсикаторы, гомогенизаторы.

##### 1.1.6.1 Волчки

Их используют для среднего и мелкого измельчения сырья. Широкое распространение волчков в мясной промышленности связано с их достоинствами: высокой производительностью, простотой конструкции основных механизмов, легкостью сборки и разборки для санитарной обработки и последующей работы, снабжением передаточных механизмов предохранительными устройствами на случай перегрузки, удобством в обслуживании и эксплуатации, надежностью в работе и возможностью включения в поточно-механизированные линии [48].

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основные части волчка — механизмы подачи, измельчения и привод. Механизм подачи имеет загрузочный бункер, в котором либо смонтирован питатель (принудительная подача), либо его нет (сырье загружается самотеком). По конструкции питатели бывают одно и двухшечковыми, спиральными, лопастными, пальцевыми, их расположение относительно механизма подачи может быть верхним параллельным или боковым параллельным, перпендикулярным, угловым и соосным.

Механизм измельчения волчка бывает коническим, цилиндрическим и плоским, последний получил наибольшее распространение. Это вызвано не только удобством и быстротой обслуживания, но и возможностью выполнения на нем ступенчатого измельчения, а также простотой изготовления и надежностью работы. Он представляет собой последовательное чередование неподвижных решеток и вращающихся ножей [48].

Наиболее распространенным является механизм измельчения, состоящий из приемной, промежуточной и выходной решеток, двусторонних и односторонних многозубых ножей. Особенность конструкции инструмента типа решеток — это форма и размеры отверстий, представляющих собой кольцевые режущие кромки. Диаметр отверстий определяет скорость истечения сырья и степень его измельчения. Форма отверстий бывает круглой, квадратной, овальной, фасолевидной, со скосами и без них и т. д. Ножи для волчков применяют в основном трех и четырехзубые, сплошные и составные, с односторонней и двусторонней заточкой, с прямолинейными и криволинейными режущими кромками. Для жиловки мяса при измельчении используют жиловочные ножи перед выходной решеткой волчка. Они имеют разнесенные по зубьям специальные канавки, по которым при измельчении удаляются из зоны резания пленки и сухожилия. Известны также и другие конструкции жиловочных ножей [48].

Привод волчка электромеханический. По конструкции он может быть общим и отдельным для подающего и режущего механизмов, одно- и многоскоростным. Применение отдельного привода связано с заданием различных режимов работы подающего и режущего механизмов в зависимости от свойств измельчаемого сырья.

За основную техническую характеристику волчка принимают диаметр решетки. Наибольшее применение для измельчения мягкого мясного сырья нашли волчки с диаметрами решетки 82, 114, 160 и 200 мм [48].

В настоящее время получили распространение волчки, которые наряду с измельчением выполняют и другие технологические операции — смешивание, жиловку, посол, наполнение фаршем оболочек при производстве колбасных изделий. Для их выполнения в приемном бункере волчка монтируют детали, которые одновременно перемешивают и нагнетают сырье в механизм измельчения; на горловине волчка

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





Предусмотрена возможность регулирования зазора между ножами и чашей, что позволяет продлить срок службы ножей при их многократной переточке. Ножи выполнены по специальной технологии и по стойкости не уступают зарубежным аналогам [45].

Система управления куттера обеспечивает ручной и полуавтоматический режимы. Доза воды подается автоматически во время куттерования без сброса вакуума. Информационно-вычислительная система с цифровой индикацией контролирует основные параметры на любой стадии приготовления фарша.

### 1.1.6.3 Шестеренные насосы

Шестеренные насосы (рисунок 1.4) применяются для перекачивания густой и вязкой продукции. Наибольшее распространение получили двухшестеренные насосы с внешним зацеплением для перекачивания мясных продуктов с небольшим значением предельного напряжения сдвига. Механический КПД их равен 0,3.. 0,5. Это обусловлено тем, что шестеренные насосы перетирают и деформируют вязкую массу в межзубцовых пространствах и по торцевым поверхностям шестерен.

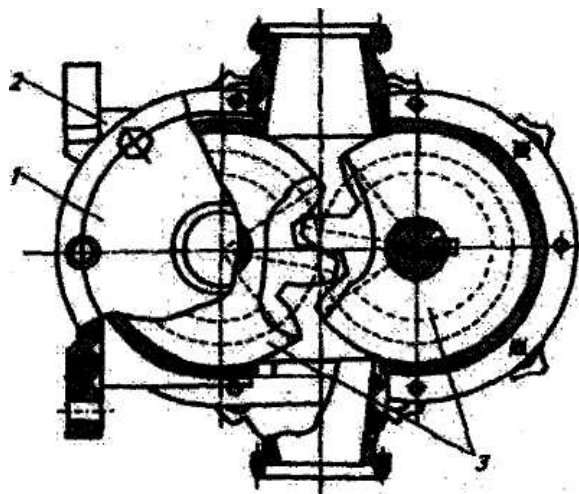


Рисунок 1.4 Шестеренный насос  
1 - передняя крышка; 2 - корпус; 3 — шестерни

При перекачивании фарша эти насосы создают давление 2,5...3,0 МПа, а при перекачивании жира, находящегося в мазеобразном состоянии, развивают давление до 5,0 МПа.

### 1.1.6.4 Винтовые насосы

Винтовые насосы (рисунок 1.5) бывают одно-, двух- и многовинтовыми. Одно- и двухвинтовые насосы применяют для

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перемещения пластично-вязких мясных продуктов. В частности, одновинтовой насос используют для перекачки крови, перемещения фаршей и других мясных продуктов, а трех и четырехвинтовые насосы предназначены для перекачивания неагрессивных жидкостей, обладающих смазывающей способностью и не имеющих абразивных примесей [45].

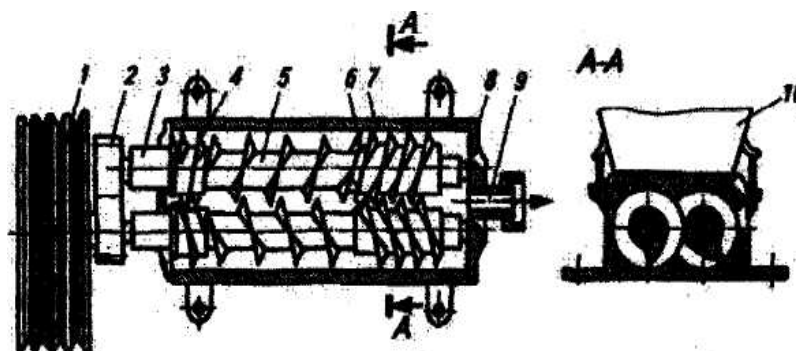


Рисунок 1.5 Двухвинтовой насос

1 - приводной шкив; 2 - шестерни; 3 - хвостовики; 4 - отбойные винты; 5 - питательные шнеки; 6 -напорные винты; 7 - корпус; 8 - передняя крышка с подшипниками; 9 - нагнетательный патрубок; 10 – бункер для фарша

Эти насосы создают высокое давление, имеют значительную силу всасывания, конструктивно просты и компактны.

#### 1.1.7 Операторная модель линии по производства вареных колбас

В таблице 1.1 приведено деление оборудования на классы по морфологии технологических операций.

Таблица 3.1 - Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
1. Волчок		+		
2. Смеситель	+			
3. Камера созревания	+			
4. Куттер	+			
5. Шприцующая машина		+		
6. Термокамера	+			









Тяга автоматически регулирует работу питателя 2 в зависимости от положения поршня 6.

#### 1.2.1.4 Шприц с двухвинтовым питателем

Шприц с двухвинтовым питателем фирмы «Триксон» типа ААФ-200 представляет собой агрегат, состоящий из приемного бункера (рисунке 1.9, г) с двумя подающими шнеками, вытеснителем 2, напорным цилиндром 3 с гидравлическим приводом, ловушки 4 и вакуум-насоса 5. Гидравлический привод обеспечивает изменение скорости шприцевания при помощи поворота ручки управления. Давление, создаваемое гидравлическим насосом, достигает  $2 \text{ кгс/см}^2$ , что обеспечивает шприцевание фаршей, колбас вареных и полукопченых сортов.

В шприце имеются два выпускных крана с цевками. Шприц легко разбирать и промывать.

#### 1.2.2 Непрерывно действующие шприцы с ротационными вытеснителями

К ним относятся шприцы системы Неведомского, Скрыпника, типа ШНД-Г, ЭХ-91, Контифлоу, Главпродмаша, фирмы Вемаг, системы Еленича, Московского мясокомбината, «Идеал».

##### 1.2.2.1 Шприц с эксцентриково-лопастным вытеснителем системы Неведомского

Шприц с эксцентриково - лопастным вытеснителем системы Неведомского (рисунок 1.10) состоит из вытеснителя 1, бункера 2, редуктора 3 и электродвигателя. Вытеснителем фарш нагнетается в трубу 4 и цевку 5 при нажиме на педаль 6. Электродвигатель 7 установлен на направляющих 8 и при необходимости винтом 9 и рукояткой 10 может быть сдвинут по ним. Редуктор включает в себя коническую фрикционную пару 11 и две пары шестерён 12 и 13 [43].

Коническая фрикционная пара служит вариатором скорости, причем минимальное передаточное число 1,13, максимальное 3, но обеспечивает получение числа оборотов барабана вытеснителя в пределах 5,9 и 15,6 об/мин.

Вытеснитель состоит из корпуса, барабана с 18 лопастями толщиной 7 мм, попарно соединенных распорными шпильками.

В корпусе вытеснителя имеется загрузочная горловина, фаршеотводной патрубков диаметром 80 мм и две крышки: съёмная и отводная.

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







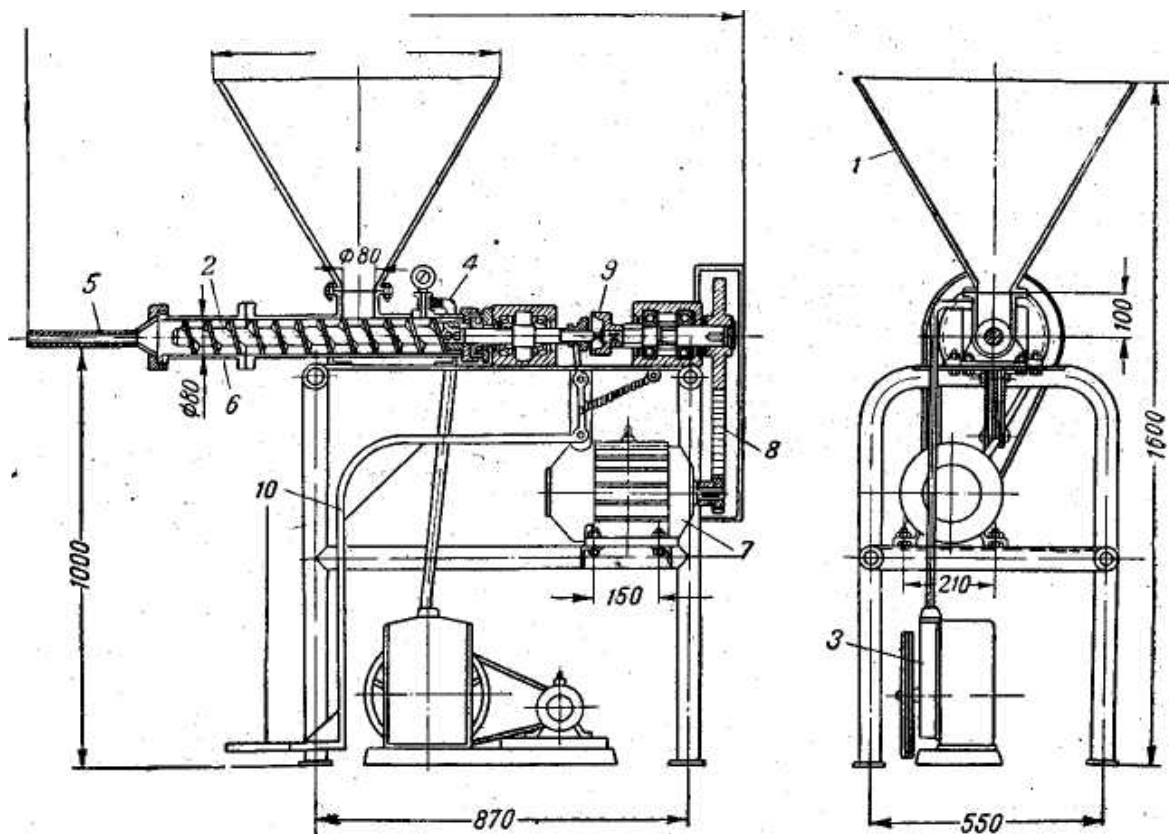


Рисунок 1.13 Вакуумный шприц с одношнековым вытеснителем

Во время работы машины вакуум-насос не выключают, число оборотов шнека не регулируют.

При мойке и чистке шприца снимают удлинитель корпуса и вынимают шнек.

Преимущество шприца - простота устройства, недостатки - некоторое перетирание фарша; исключается возможность регулировки скорости подачи фарша; затруднительна промывка внутренних полостей.

### 1.2.3 Наиболее ответственные узлы и детали шприцов.

Наиболее ответственными и общими для всех конструкций шприцов являются цилиндры и корпуса вытеснителей, цевки и запорные приспособления к ним, приспособления для надевания оболочки на цевку, крышки к цилиндрам и запорные приспособления к ним, движущиеся детали вытеснителей (поршни, лопатки, винты, шнеки и пр.) [43].

Цилиндры и корпуса вытеснителей изготовляют в основном из чугуна (из нержавеющей чугуна) литыми или из силумина, внутренние поверхности и торцовые стенки их обрабатывают на станках. Стенки цилиндров и корпусов вытеснителей рассчитывают на внутреннее избыточное давление фарша с учетом литейных припусков. Цилиндры рассчитывают как толстостенные сосуды, а плоские корпуса и крышки как

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------



траверсы, то сама служит грузонесущей деталью и ее снабжают горизонтальной или вертикальной поворотной осью. Затягивают крышку барашковыми болтами или хомутами с эксцентрично посаженными осями поворота, обеспечивающими требуемую плотность затяжки крышки. В некоторых гидравлических и пневматических шприцах имеется дополнительный - силовой цилиндр, который открывает и закрывает крышку, лопатки, винты, шнеки и барабаны-вытеснители.

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



## 2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Шприцы применяют в основном при производстве колбасных изделий, они вытесняют фарш при заполнение колбасных оболочек, форм, тары.

Шприцы различают механические и гидравлические, с периодической и непрерывной выдачей фарша, открытые и вакуумные. Для выдачи фарша в оболочку используют вытеснители шнековые, винтовые, поршневые, ротационные, эксцентриково - лопастные. Фарш из вытеснителя в оболочку поступает через цевку - металлическую насадку в виде трубки. Цевки имеют цилиндрическую форму с коническим расширением в месте соединения с вытеснителем. Их подбирают в соответствии с видом и диаметром колбасной оболочки. Шприцы могут быть одно - и многоцевочными [43].

В данной технологической линии применяется вакуумный шприц с периодической выдачей фарша. Недостатком данной машины является то, что полушnek, находившийся в загрузочном бункере, не обеспечивает требуемого давления при подаче фарша в фарш-насос, а соответственно и давления на выходе фарша из цевки. В результате этого, фарш, подаваемый в колбасную оболочку, содержит достаточно большое количество пузырьков воздуха. В результате этого готовый продукт не соответствует требованиям и имеет невысокое качество.

В результате модернизации шприц снабжается устройством для подпрессовывания и перемешивания фарша. Устройство представляет собой цилиндрический корпус с загрузочным бункером. В загрузочном бункере вертикально установлен питающий шнек, который перемешивает и направляет фарш к подпрессовывающему шнеку, расположенному горизонтально в цилиндрическом корпусе. Таким образом, получается закрытый цикл между подачей фарша и выходом фарша из цевки, что обеспечивает получения более качественного продукта.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

### 3.1 Техническое описание шприца

Фарш, предназначенный для шприцевания, загружается в откидной бункер с плитой 2 (рисунок 3.1), в верхней части которого прикреплен противошнек 1. Откидной бункер вращается. Вращение осуществляется приводным кулачком. Подготовленную оболочку надевают на цевку вручную. Цевку нужного диаметра закрепляют в перекрутке 12. На компьютере 4 задаются режимы, вес и точность дозирования продукта, вакуум регулируется с помощью рукоятки 6. Фарш под действием собственной массы и разрежения, создаваемого вакуумной системой, поступает в фарш-насос. Далее, фарш подается определенной дозировкой в цевку. Оболочка наполняется фаршем и клипсуется. Шприц обслуживает один человек.

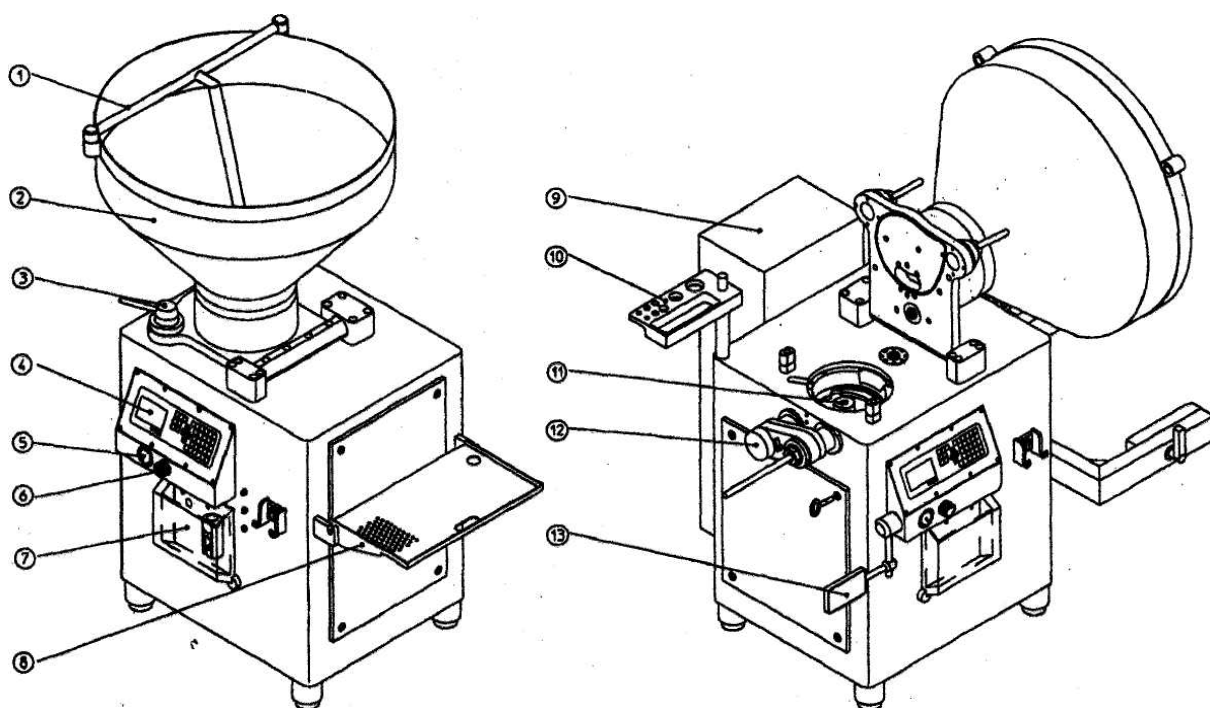


Рисунок 3.1 Машина для шприцевания колбасных оболочек  
КОНТИ Т250

- 1 - противошнек, 2 - откидной бункер с плитой, 3 - запорная рукоятка,  
4 - компьютер, 5 - вакуумметр, 6 - ручка регулировки вакуума,  
7 - вакуумное смотровое стекло с защитной кеглей, 8 - подложка,  
9 - грузочный лифт (дополнительно), 10 – держатель  
принадлежностей, 11 - фаршевый насос, 12 - перекрутик, 13 - нажимная  
планка, 14 - главный выключатель с крюками для стекла

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФФВ 00.00.000 ПЗ

Лист

Фарш насос – эксцентриково - лопастной (рисунок 3.2) и состоит из вращающегося ротора 1, лопаток 2, статора насоса 3. Для более высокого вакуумирования, из рабочего пространства фаршевого насоса, воздух отсасывается вакуумным насосом.

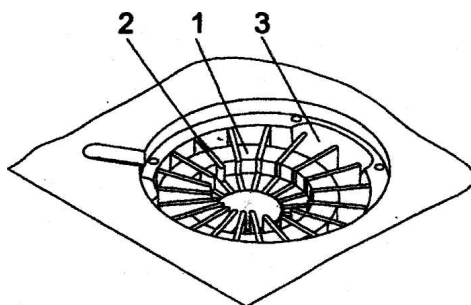


Рисунок 3.2 Фарш-насос  
1 – ротор, 2 – лопатки, 3 – статор

Отсасываемый воздух подается в вакуумное смотровое окно, далее через систему фильтров, воздух всасывается вакуумным насосом. Фильтры и смотровое окно служат для того, чтоб фарш не попал в вакуумный насос.

Шприц изготовлен из нержавеющей стали, что увеличивает срок службы и отвечает санитарно - гигиеническим требованиям. Простота, удобство и безопасность эксплуатации обусловлены удобным расположением кнопок управления, а так же компактным размещением силового электрооборудования. Не высокое расположение загрузочного бункера, дает возможность ручной загрузки фарша.

### 3.2 Технические данные машины

Вместимость бункера, л	330
Макс.мощность наполнения, кг/ч	250
Вместимость 1 камеры, г	76
Количество лопаток, шт	20
Выходное давление, бар	35
Напряжение/ток, В/Гц	400/50
Главный привод, кВт	5,9
Привод ворошителя, кВт	2,2
Вакуумный насос, кВт	1,1
Перекрытчик, кВт	1,1
Производительность вакуум насоса, м <sup>3</sup> /час	40
Вес машины с лифтом, кг	1114
Скорость порционирования	25 г 540 порций/мин 50 г 500 порций/мин 100 г 420 порций/мин

В результате модернизации шприц снабжается устройством для подпрессовывания и перемешивания фарша. Устройство представляет собой цилиндрический корпус с загрузочным бункером. В загрузочном бункере вертикально установлен питающий шнек, который перемешивает и направляет фарш к подпрессовывающему шнеку, расположенному горизонтально в цилиндрическом корпусе. Существенно работа машины не изменяется. Окончательный вид машины после модернизации представлен на рисунке 3.3.

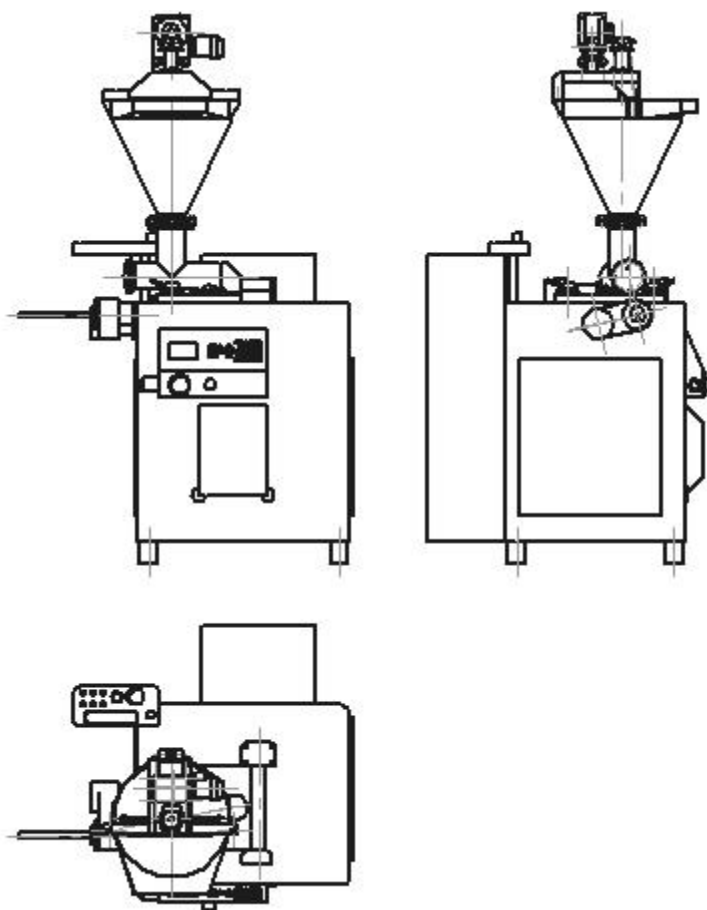


Рисунок 3.3 Общий вид машины после модернизации

Таким образом, у нас получается закрытый цикл между подачей фарша и выходом фарша из цевки, что обеспечивает получения более качественного продукта.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4 РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Определение производительности устройства для подпрессовывания

#### 4.1.1 Теоретическая производительность

$$Q_T = 0,25 \times m \times (R_2^2 - R_1^2) \times \left( S - \frac{e_2 + e_1}{2 \cos \alpha} \right) \times n, \text{ кг / ч}, \quad (4.1)$$

где  $m$  - число заходов шнека,

$R_2$  и  $R_1$  - наружный и внутренний радиусы шнека,

$e_2$  и  $e_1$  - ширина винтовой лопасти в ее нормальном сечении по наружному и внутреннему радиусам шнека,

$S$  - шаг витков винтовой лопасти шнека,

$\alpha$  - угол подъема винтовой линии лопасти по среднему диаметру шнека в угловых градусах,

$n$  - число оборотов шнека,

$$Q_T = 0,25 \times 1 \times (5^2 - 1^2) \times \left( 8 - \frac{0,02 + 0,02}{2 \cos 14} \right) \times 60 = 3060$$

#### 4.1.2 Крутящий момент на валу шнека

$$M_{кр} = 0,131 \times n \times p_{\max} \times (D^3 - d^3) \times \text{tg} \alpha_{cp}, \text{ Н} \times \text{м}, \quad (4.2)$$

где  $n$  - число рабочих шагов шнека,

$p_{\max}$  - максимальное давление развиваемое шнеком,

$$M_{кр} = 0,131 \times 4 \times 100 \times 10^3 \times (0,1^3 - 0,02^3) \times \text{tg} 14 = 12,96$$

Определим осевое усилие, действующее на вал

$$S = 0,392 \times n \times (D^2 - d^2) \times P_{\max}, \text{ Н}, \quad (4.3)$$
$$S = 0,392 \times 4 \times (0,1^2 - 0,02^2) \times 100 \times 10^3 = 1505$$

Определим нормальное напряжение

$$\sigma_{сж} = \frac{S}{F}, \text{ МПа}, \quad (4.4)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения вала,

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F = \frac{\pi \times d^2}{4}, \text{ м}^2, \quad (4.5)$$

$$F = \frac{3,14 \times 0,02^2}{4} = 0,00031,$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1505}{0,0031} = 4,8,$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \text{ МПа}, \quad (4.6)$$

где  $W$  - полярный момент инерции,

$$W = \frac{\pi \times d^3}{16}, \quad (4.7)$$

$$W = \frac{3,14 \times 0,02^3}{16} = 0,0000016,$$

$$\tau = \frac{12,96}{0,0000016} = 8,1$$

Эквивалентное напряжение находим по формуле

$$\sigma_{экр} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2}, \text{ МПа}, \quad (4.8)$$

$$\sigma_{экр} = \sqrt{4,8^2 + 4 \times 8,1^2} = 16,8$$

Наибольший изгибающий момент на внутреннем контуре пластины шнека

$$M_{изг} = \frac{P_{\max} \times D^2}{32} \times \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln 5}{1,3 + 0,7a^{-2}}, \text{ Н} \times \text{ м}, \quad (4.9)$$

где  $a = 1,8 - 3$ ,

$$M_{изг} = \frac{100 \times 10^3 \times 0,1^2}{32} \times \frac{1,9 - 0,7 \times 5^{-4} - 1,2 \times 5^{-2} - 5,2 \ln 5}{1,3 + 0,7 \times 5^{-2}} = -1541$$

Наибольшее напряжение находим по формуле

$$\sigma_u = \pm 6 \times \frac{M}{\delta^2}, \text{ МПа}, \quad (4.10)$$

$$\sigma_u = \pm 6 \times \frac{(-1541)}{0,002^2} = \pm 4,6$$

					$\Phi\Phi\text{В } 00.00.000 \text{ ПЗ}$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4.2 Основные кинематические расчеты

Методика расчета взята из [35,с.136]

### 4.2.1 Силовой и кинематический расчет привода питающего шнека

Принципиальная кинематическая схема питающего шнека представлена на рисунке 4.1.

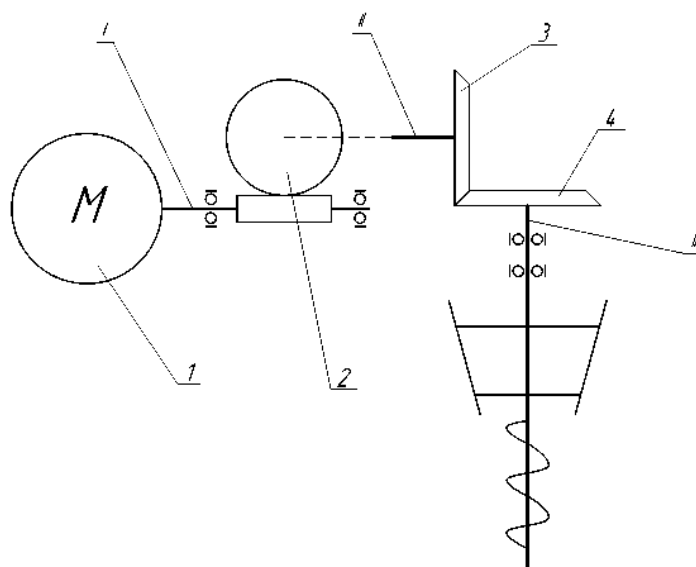


Рисунок 4.1 Принципиальная кинематическая схема питающего шнека

Исходные данные:

- 1) Частота вращения вала электродвигателя привода питающего шнека  $n_э = 925$  об/мин.
- 2) Частота вращения питающего шнека  $n_{шн} = 15$  об/мин.
- 3) Мощность на валу электродвигателя  $P_э = 1,1$  кВт.

Привод питающего шнека осуществляется от вала электродвигателя через втулочно-пальцевую муфту, червячный редуктор, втулочно-пальцевую муфту и соединение шип-паз.

Общее передаточное число привода определяется по формуле

$$U_{об} = \frac{n_э}{n_{шн}} = \frac{925}{15} = 61,6 \quad (4.11)$$

Требуемое передаточное число червячного редуктора равно  $U_{чр} = 61,6$ .

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выбираем червячный редуктор марки Ч-100-63, передаточное число которого  $U_{чр}=63$ .

Общий КПД привода закаточной машины

$$\eta_{прив} = \eta_{муф.}^3 \cdot \eta_{чер.ред.} \cdot \eta_{подш.кач.} \cdot \eta_{подш.скол.}, \quad (4.12)$$

где  $\eta_{муф}$  – КПД муфты,  $\eta_{муф}=0,98$ ,

$\eta_{чр}$  – КПД червячного редуктора,  $\eta_{чр}=0,87$ ,

$\eta_{пк}$  – КПД пары подшипников качения,  $\eta_{пк}=0,99$ ,

$\eta_{пс}$  – КПД подшипников скольжения,  $\eta_{пс}=0,98$

$$\eta_{прив} = 0,98^3 \cdot 0,87 \cdot 0,99 \cdot 0,98 = 0,78$$

Мощность на каждом валу привода питающего шнека, кВт

$$P_I = P_{эл} \cdot \eta_{муф}, \quad (4.13)$$

$$P_I = 1,1 \cdot 0,98 = 1,078,$$

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_{чр}, \quad (4.14)$$

$$P_{II} = 1,078 \cdot 0,87 = 0,94,$$

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{муф} \cdot \eta_{пк}, \quad (4.15)$$

$$P_{III} = 0,94 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,91,$$

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{муф} \cdot \eta_{пс}, \quad (4.16)$$

$$P_{IV} = 0,91 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 0,87$$

Частота вращения каждого вала привода питающего шнека, об/мин

$$n_I = n_{эл} = 925,$$

$$n_{II} = \frac{n_I}{U_{чр}}, \quad (4.17)$$

$$n_{II} = \frac{925}{63} = 14,68,$$

$$n_{III} = n_{II} = 14,68,$$

$$n_{IV} = n_{III} = 14,68$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Крутящий момент на каждом валу привода питающего шнека, Н·м

$$T_I = 9550 \frac{P_I}{n_I}, \quad (4.18)$$

$$T_I = 9550 \frac{1,078}{925} = 11,12,$$

$$T_{II} = 9550 \frac{P_{II}}{n_{II}}, \quad (4.19)$$

$$T_{II} = 9550 \frac{0,94}{14,68} = 611,5,$$

$$T_{III} = 9550 \frac{P_{III}}{n_{III}}, \quad (4.20)$$

$$T_{III} = 9550 \frac{0,91}{14,68} = 568,5,$$

$$T_{IV} = 9550 \frac{P_{IV}}{n_{IV}}, \quad (4.21)$$

$$T_{IV} = 9550 \frac{0,87}{14,68} = 568,5$$

Расчет требуемой мощности привода питающего шнека

Требуемая мощность привода питающего шнека  $P_{п.шн}$ , кВт  
рассчитывается по формуле

$$P_{п.шн} = \frac{M_{кр} \cdot \omega}{1000}, \text{ кВт}, \quad (4.22)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент на валу питающего шнека, Н·м,

$\omega$  – угловая скорость питающего шнека,  $\omega = 1,58$  рад/с

$$M_{кр} = 0,131 \cdot n \cdot p_{\max} (D^3 - d^3) \operatorname{tg} \alpha_{cp} \quad (4.23)$$

где  $n$  – количество рабочих витков шнека,  $n=3$ ,

$p_{\max}$  – максимальное давление, создаваемое шнеком,  $p_{\max} = 0,2 \cdot 10^6$

Па,

$D$  – диаметр шнека,  $D=0,12$  м,

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

$d$  – диаметр вала шнека,  $d=0,05$  м

$$M_{кр} = 0,131 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 10^6 (0,12^3 - 0,05^3) \operatorname{tg} 21,6 = 489,4,$$

$$P_{п.шн} = \frac{489,4 \cdot 1,58}{1000} = 0,75$$

Требуемая мощность электродвигателя питающего шнека,  $P_{эл}$ , кВт определяется по формуле

$$P_{эл} = \frac{P_{п.шн}}{\eta_{муф}^3 \cdot \eta_{чр} \cdot \eta_{пк} \cdot \eta_{пс}} K_3, \text{ кВт}, \quad (4.24)$$

где  $\eta_{муф}$  – КПД муфты,  $\eta_{муф}=0,98$ ,

$\eta_{чр}$  – КПД червячного редуктора,  $\eta_{чр}=0,87$ ,

$\eta_{пк}$  – КПД пары подшипников качения,  $\eta_{пк}=0,99$ ,

$\eta_{пс}$  – КПД подшипников скольжения,  $\eta_{пс}=0,98$ ,

$K_3$  – коэффициент запаса мощности,  $K_3=1,2$

$$P_{эл} = \frac{0,75}{0,98^3 \cdot 0,87 \cdot 0,99 \cdot 0,97} 1,2 = 1,09$$

Из каталога [14, с.384] выбираем электродвигатель типа АИС90L4, мощность на валу электродвигателя  $P_3=1,1$  кВт, частота вращения вала электродвигателя  $n_3=925$  мин<sup>-1</sup>.

#### 4.3.2 Силовой и кинематический расчет привода подпрессовывающего шнека

Принципиальная схема подпрессовывающего шнека представлена на рисунке 4.2.

Определение общего КПД привода прессующего устройства

Общий КПД привода определим по формуле

$$\eta_{общ} = \eta_{муфты}^3 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{к.з.} \cdot \eta_n^5, \quad (4.25)$$

где  $\eta_{муфты} = 0,95$  - КПД муфты,

$\eta_{ред} = 0,85$  - КПД редуктора,

$\eta_{к.з.} = 0,96$  - КПД конического зацепления,

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

$\eta_n = 0,99$  - КПД одной пары подшипников,

$$\eta_{общ} = 0,95^3 * 0,85 * 0,96 * 0,99^5 = 0,665$$

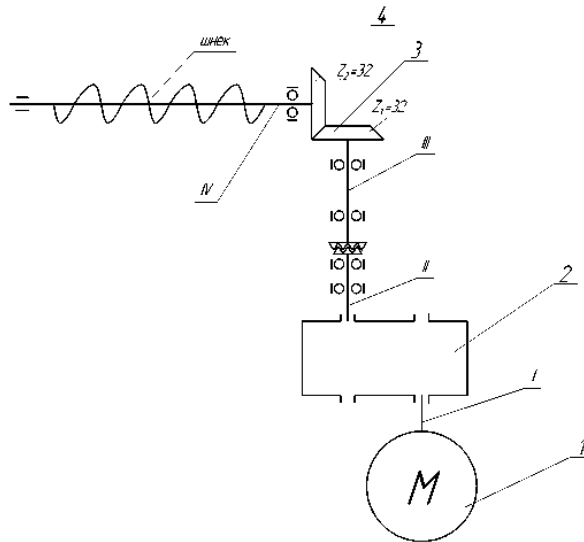


Рисунок 4.2 Принципиальная схема подпрессовывающего шнека

Требуемую мощность на рабочем органе (шнеке) определим по формуле

$$N = N_{об} * \eta_{общ}, кВт, \quad (4.26)$$

$$N = 2,2 * 0,665 = 1,463$$

Определим необходимое число оборотов двигателя

$$n_{min} = n_{р.м.} * U_{min} * U_{ред. min}, мин^{-1}, \quad (4.27)$$

$$n_{max} = n_{р.м.} * U_{max} * U_{ред. max}, мин^{-1},$$

где  $n_{р.м.} = 60, об / мин$  - частота вращения рабочей машины,

$U_{min} = 1$   
 $U_{max} = 6,3$  } передаточное отношение конического зацепления,

$U_{ред. min} = 1,6$   
 $U_{ред. max} = 12,5$  } передаточные отношения редуктора,

$$n_{\min} = 60 \cdot 1 \cdot 1,6 = 96,$$

$$n_{\max} = 60 \cdot 6,3 \cdot 12,5 = 4725$$

Подбор двигателя прессующего устройства.  
По ГОСТ 19523-81 примем электродвигатель 4А100L6

$$N_{\text{дв}} = 2,2, \text{ кВт},$$

$$n_{\text{дв}} = 1000, \text{ мин}^{-1},$$

$$\eta = 5,1\%$$

$$n = n_{\text{дв}} \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right), \quad (4.28)$$

$$n = 1000 \cdot \left(1 - \frac{5,1}{100}\right) = 950, \text{ мин}^{-1}$$

Общее передаточное отношение привода определим по формуле

$$U_{\text{н.п.}} = \frac{n}{n_{\text{р.м.}}}, \quad (4.29)$$

$$U_{\text{н.п.}} = \frac{950}{60} = 15,8$$

Передаточное отношение конического зацепления определим по формуле

$$U_{\text{к.з.}} = \frac{z_2}{z_1}, \quad (4.30)$$

$$U_{\text{к.з.}} = \frac{32}{25} = 1,28$$

Передаточное отношение редуктора определим по формуле

$$U_{\text{ред}} = \frac{U_{\text{н.п.}}}{U_{\text{к.з.}}}, \quad (4.31)$$

$$U_{\text{ред}} = \frac{15,8}{1,28} = 12,35$$

Выбор редуктора прессующего устройства.  
По каталогу выбираем редуктор У2С-63 (соосный 2-х ступенчатый).

$$U_{\text{ред}} = 12,5,$$

$$\eta_{\text{ред}} = 0,85$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим процент отклонения

$$\frac{12,5 - 12,35}{12,5} \cdot 100\% = 1,2\%$$

Определение силовых и кинематических параметров.

Определение мощности на валах привода.

$$N_{\text{дв}} = N = 1,463, \text{ Вт},$$

$$N_B = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{муфты}} \cdot \eta_n, \text{ Вт}, \quad (4.32)$$

$$N_B = 1,463 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 1,376,$$

$$N_T = N_B \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_n, \text{ кВт}, \quad (4.33)$$

$$N_T = 1,376 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 1,16,$$

$$N_1 = N_T \cdot \eta_{\text{муфты}} \cdot \eta_n, \text{ кВт}, \quad (4.34)$$

$$N_1 = 1,16 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 1,09,$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{муфты}} \cdot \eta_n, \text{ кВт}, \quad (4.35)$$

$$N_2 = 1,09 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 1,025,$$

$$N_{\text{р.м.}} = N_2 \cdot \eta_{\text{к.з.}} \cdot \eta_n, \text{ кВт}, \quad (4.36)$$

$$N_{\text{р.м.}} = 1,025 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 0,97$$

Определение частоты вращения на валах привода.

Частоту вращения на валах привода определим из формулы

$$n_{\text{дв}} = n = 950, \text{ мин}^{-1},$$

$$n_B = n = 950, \text{ мин}^{-1},$$

$$n_T = \frac{n_B}{U_{\text{ред}}}, \text{ мин}^{-1}, \quad (4.37)$$

$$n_T = \frac{950}{12,5} = 76,$$

$$n_1 = n_T = 76, \text{ мин}^{-1},$$

$$n_2 = n_1 = 76, \text{ мин}^{-1},$$

$$n_{\text{р.м.}} = \frac{n_2}{U_{\text{к.з.}}}, \text{ мин}^{-1}, \quad (4.38)$$

$$n_{\text{р.м.}} = \frac{76}{12,8} = 60,$$

Определение угловых скоростей на валах привода.

Угловую скорость на валах привода определим по формуле

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

$$\omega_{\partial\partial} = \omega_B = \frac{\pi \cdot n_{\partial\partial}}{30}, c^{-1}, \quad (4.39)$$

$$\omega_{\partial\partial} = \omega_B = \frac{3,14 \cdot 950}{30} = 99,43,$$

$$\omega_B = \frac{\pi \cdot n_B}{30}, c^{-1}, \quad (4.40)$$

$$\omega_B = \frac{3,14 \cdot 950}{30} = 99,43,$$

$$\omega_T = \frac{\pi \cdot n_T}{30}, c^{-1}, \quad (4.41)$$

$$\omega_T = \frac{3,14 \cdot 76}{30} = 7,95,$$

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_T = 7,95, c^{-1};$$

$$\omega_{p.m.} = \frac{\pi \cdot n_{p.m.}}{30}, c^{-1}, \quad (4.42)$$

$$\omega_{p.m.} = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28$$

Определение крутящего момента на валах привода.

Крутящий момент на валах привода определим по формуле

$$T_{\partial\partial} = \frac{N_{\partial\partial}}{\omega_{\partial\partial}} = \frac{N_{mp}}{\omega_{\partial\partial}}, H \cdot m, \quad (4.43)$$

$$T_{\partial\partial} = \frac{1,463 \cdot 10^3}{99,43} = 14,7,$$

$$T_B = \frac{N_B}{\omega_B}, H \cdot m, \quad (4.44)$$

$$T_B = \frac{1,376 \cdot 10^3}{99,43} = 13,8,$$

$$T_T = \frac{N_T}{\omega_T}, H \cdot m, \quad (4.45)$$

$$T_T = \frac{1,16 \cdot 10^3}{7,95} = 145,9,$$

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1}, H \cdot m, \quad (4.46)$$

$$T_1 = \frac{1,09 \cdot 10^3}{7,95} = 137,$$

$$T_2 = \frac{N_2}{\omega_2}, H \cdot m, \quad (4.47)$$

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

$$T_2 = \frac{1,025 \cdot 10^3}{7,95} = 128,9,$$

$$T_{p.m.} = \frac{N_{p.m.}}{\omega_{p.m.}}, H \cdot m, \quad (4.48)$$

$$T_{p.m.} = \frac{0,97 \cdot 10^3}{6,28} = 154,5$$

Полученные результаты занесем в таблицу 4.2

Таблица 4.2 Результаты кинематического расчета прессующего устройства

№ вала	Мощность, N, кВт	Частота вращения, n, мин <sup>-1</sup>	Окружная скорость, ω, с <sup>-1</sup>	Крутящий момент, T, Нм.
Дв.	1,463	950	99,43	14,7
Б	1,376	950	99,43	13,8
Т	1,16	76	7,95	145,9
1	1,09	76	7,95	137
2	1,025	76	7,95	128,9
Р.м.	0,97	60	6,28	154,5

#### 4.3.3 Силовой и кинематический расчет фарш - насоса

Принципиальная схема фарш - насоса представлена на рисунке 4.3.

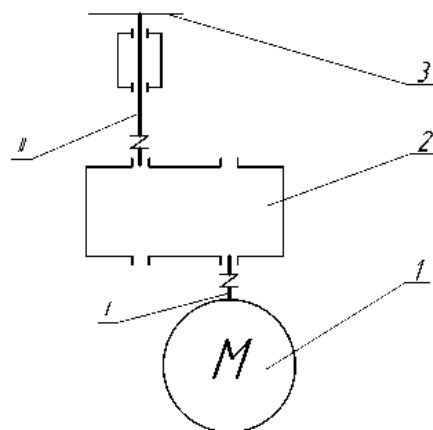


Рисунок 4.3 Принципиальная схема фарш – насоса

КПД привода фарш – насоса рассчитывается по формуле

$$\eta = \eta_{муфты}^2 \times \eta_{ред} \times \eta_n^3 \quad (4.49)$$

где  $\eta_{муфты} = 0,95$ - КПД муфты,

$\eta_{ред} = 0,95$ - КПД редуктора,

$\eta_n = 0,99$ - КПД одной пары подшипников,

$$\eta = 0,95^2 \times 0,95 \times 0,99^3 = 0,84$$

Определим число оборотов рабочей машины

$$n_{р.м} = \frac{6000}{10^{-3} \times 72 \times 20 \times 60} = 69 \text{ мин}^{-1}$$

Примем  $n_{р.м} = 70 \text{ мин}^{-1}$ ,  $N_{т.р} = 5,9 \text{ кВт}$  (по каталогу).

Определим мощность двигателя

$$N = \frac{N_{т.р}}{\eta_{общ}}, \text{ кВт}, \quad (4.50)$$

$$N = \frac{5,9}{0,84} = 7,02$$

Данная мощность больше требуемой, аналог импортного двигателя является двигатель 4A16058 ГОСТ 19523-81. ( $N_{дв} = 7,5 \text{ кВт}$ ,  $n_{дв} = 750 \text{ мин}^{-1}$ ,  $S = 2,5\%$ )

$$n_{ac} = n_{дв} \times \left(1 - \frac{S}{100}\right), \text{ мин}^{-1}, \quad (4.51)$$

$$n_{ac} = 750 \times \left(1 - \frac{2,5}{100}\right) = 730$$

Определяем передаточное отношение привода

$$U = \frac{n_{ac}}{n_{р.м}}, \quad (4.52)$$

$$U = \frac{730}{70} = 10,42$$

Аналог импортному редуктору, является отечественный У2С-63 ( $U_p = 10$ ,  $\eta = 0,98$ ).

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Процент расхождения

$$\frac{10,42 - 10}{10,42} \times 100\% = 4\%$$

Определяем силовые и кинематические параметры.

Мощность на валах

$$N_B = N_{Tp} \times \eta_{\text{муфты}} \times \eta_n, \text{кВт}, \quad (4.53)$$

$$N_B = 5,9 \times 0,95 \times 0,99 = 5,55,$$

$$N_T = N_B \times \eta_{ред} \times \eta_n, \text{кВт}, \quad (4.54)$$

$$N_T = 5,55 \times 0,95 \times 0,99 = 5,22 \text{ кВт},$$

$$N_{pm} = N_T \times \eta_{\text{муфты}} \times \eta_n, \text{кВт}, \quad (4.55)$$

$$N_{pm} = 5,22 \times 0,95 \times 0,99 = 4,9 \text{ кВт}$$

Частота вращения на валах привода

$$n_{\text{дв}} = n_{ac} = 730 \text{ мин}^{-1},$$

$$n_B = n_{ac} = 730 \text{ мин}^{-1},$$

$$n_T = \frac{n_B}{U_p}, \text{мин}^{-1}, \quad (4.56)$$

$$n_T = \frac{730}{10,42} = 70$$

Угловые скорости на валах привода

$$\omega_{\text{дв}} = \omega_A = \frac{\pi \times n_{\text{дв}}}{30}, \text{с}^{-1}, \quad (4.57)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \omega_A = \frac{3,14 \times 730}{30} = 76,4,$$

$$\omega_T = \frac{\pi \times n_T}{30}, \text{с}^{-1}, \quad (4.58)$$

$$\omega_T = \frac{3,14 \times 70}{30} = 7,32,$$

$$\omega_{pm} = \frac{\pi \times n_{pm}}{30}, \text{с}^{-1}, \quad (4.59)$$

$$\omega_{pm} = \frac{3,14 \times 70}{30} = 7,32$$

Крутящий момент на валах привода  $T, \text{Н} \cdot \text{м}$

					<b>ФФВ 00.00.000 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$T_{ос} = \frac{5,9 \times 10^3}{76,4} = 77,2,$$

$$T_B = \frac{5,55 \times 10^3}{76,4} = 72,6,$$

$$T_T = \frac{5,22 \times 10^3}{7,32} = 713,$$

$$T_{рм} = \frac{4,9 \times 10^3}{7,32} = 669$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 Результаты кинематического расчета фарш - насоса

№ вала	Мощность N, кВт	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Окружная скорость ω, с <sup>-1</sup>	Крутящий момент T, Н × м
Дв	5,9	730	76,4	77,2
Б	5,55	7 30	76,4	72,6
Т	5,22	70	7,32	713
Р.м	4,9	70	7,32	669

#### 4.4 Прочностные расчеты основных элементов

##### 4.4.1 Прочностной расчет питающего шнека

Исходные данные:

- 1) Диаметр шнека  $D=0,12$  м.
- 2) Диаметр вала шнека  $d_{ш}=0,05$  м.
- 3) Шаг витков шнека  $t=0,009$  м.
- 4) Вращающий момент, передаваемый шнеком  $M_{ш} = 568,5$  Н·м.
- 5) Материала шнека сталь X18H10T.
- 6) Допускаемое напряжение материала шнека  $[\sigma]_и=145$  МПа.

Изгибающий момент в витке шнека по внутреннему диаметру  $M_u$ , Н·м определяется по формуле

$$M_u = \frac{p_{\max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

(4.60)

					ΦФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_u = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,12^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 2,4^{-4} - 1,2 \cdot 2,4^{-2} - 5,2 \ln 2,4}{1,3 + 0,7 \cdot 2,4^{-2}} = -178,7$$

Эквивалентное напряжение на витке шнека  $[\sigma_u]$ , МПа определяется по формуле

$$[\sigma_u] = \frac{6 \cdot M_u}{\delta^2}, \text{ МПа}, \quad (4.61)$$

где  $\delta$  – толщина витка шнека,  $\delta=0,004$  м,

$$[\sigma_u] = \frac{6 \cdot 178,7}{0,004^2} = 67,01$$

Что значительно ниже номинального допускаемого напряжения  $[\sigma]_p = 145$  МПа для выбранной стали.

Осевое усилие  $S$ , Н на валу шнека определяем по формуле

$$S = 0,392 \cdot n \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{\max}, \text{ Н} \quad (4.62)$$

$$S = 0,392 \cdot 2 \cdot (0,12^2 - 0,05^2) \cdot 0,2 \cdot 10^6 = 2798,8$$

Нормальное и касательное напряжение в опасном сечении вала шнека в зоне питания  $\sigma_{сж}$  и  $\tau$ , МПа

$$\sigma_{сж} = \frac{S}{F}, \text{ МПа}, \quad (4.63)$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \text{ МПа}, \quad (4.64)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^2$

$W_p$  – полярный момент сопротивления поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^3$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2, \quad (4.65)$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \text{ м}^3, \quad (4.66)$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 0,002,$$

$$W_p = \frac{3,14 \cdot 0,05^3}{16} = 0,00002,$$

$$\sigma_{сж} = \frac{2798,8}{0,002} = 1,3,$$

$$\tau = \frac{568,5}{0,00002} = 28,4$$

Эквивалентное напряжение  $\sigma_э$ , МПа определяем по формуле

$$\sigma_э = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2}, \text{ МПа}, \quad (4.67)$$

$$\sigma_э = \sqrt{1,3^2 + 4 \cdot 28,4^2} = 56,8$$

Что значительно ниже номинального допускаемого напряжения  $[\sigma]_p = 145$  МПа для выбранной стали.

#### 4.4.2 Прочностной расчет подпрессовывающего шнека

Исходные данные:

- 1) Диаметр шнека  $D=0,1$  м.
- 2) Диаметр вала шнека  $d_{ш}=0,035$  м.
- 3) Шаг витков шнека  $t=0,007$  м.
- 4) Вращающий момент, передаваемый шнеком  $M_{ш} = 99,8$  Н·м.
- 5) Материала шнека сталь X18H10T.
- 6) Допускаемое напряжение материала шнека  $[\sigma]_и=145$  МПа.

Изгибающий момент в витке шнека по внутреннему диаметру  $M_{и}$ , Н·м определяется по формуле

$$M_{и} = \frac{P_{\max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (4.68)$$

$$M_{и} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 0,1^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 2,85^{-4} - 1,2 \cdot 2,85^{-2} - 5,2 \ln 2,85}{1,3 + 0,7 \cdot 2,85^{-2}} = 84,37$$

Эквивалентное напряжение на витке шнека  $[\sigma]_и$ , МПа определяется по формуле

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$[\sigma_u] = \frac{6 \cdot M_u}{\delta^2}, \text{ МПа}, \quad (4.69)$$

где  $\delta$  – толщина витка шнека,  $\delta=0,003$  м,

$$[\sigma_u] = \frac{6 \cdot 84,37}{0,003^2} = 125,13$$

Что значительно ниже номинального допускаемого напряжения  $[\sigma]_p = 145$  МПа для выбранной стали.

Осевое усилие  $S$ , Н на валу шнека определяем по формуле

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

$$S = 0,392 \cdot 2 \cdot (0,1^2 - 0,035^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 1031,94$$

Нормальное и касательное напряжение в опасном сечении вала шнека в зоне питания  $\sigma_{сж}$  и  $\tau$ , МПа

$$\sigma_{сж} = \frac{S}{F}, \text{ МПа},$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \text{ МПа},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^2$   
 $W_p$  – полярный момент сопротивления поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^3$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2,$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \text{ м}^3,$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4} = 0,00096$$

$$W_p = \frac{3,14 \cdot 0,035^3}{16} = 0,000008,$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{сж} = \frac{1031,94}{0,00096} = 1,07,$$

$$\tau = \frac{99,8}{0,000008} = 12,4$$

Эквивалентное напряжение  $\sigma_э$ , МПа определяем по формуле

$$\sigma_э = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2}, \text{ МПа},$$

$$\sigma_э = \sqrt{1,07^2 + 4 \cdot 12,4^2} = 24,8$$

Что значительно ниже номинального допускаемого напряжения  $[\sigma]_p = 145$  МПа для выбранной стали.

#### 4.4.3 Ориентировочный расчет приводных валов шнеков

Ориентировочный расчет приводного вала питающего шнека

Исходные данные:

1) Вращающий момент передаваемый валом  $T = 568,5$  Н·м.

2) Материал вала сталь Ст5.

Разрабатываем конструкцию вала привода питающего шнека.

Схема вала привода питающего шнека представлена на рисунке 4.4.

Диаметр выходного конца вала  $d_в$ , мм, определяем исходя из условия прочности на кручение.

Расчет ведем по пониженным допускаемым касательным напряжениям  $[\tau_к] = 11 \dots 40$  МПа.

Принимаем для стали Ст5  $[\tau_к] = 35$  МПа

$$d_э \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot [\tau_к]}}, \text{ мм}, \quad (4.70)$$

$$d_э \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 591,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 35}} = 31,9$$

Чтобы обеспечить надежное соединение выходного конца вала шнека с проектируемым валом принимаем  $d_в = 40$  мм. (согласно ряда Ra 40).

Конструктивно назначаем диаметр вала под подшипник.

$$d_п = d_в + (3 \dots 4 \text{ мм}) = 40 + (3 \dots 4 \text{ мм}) = 43 \dots 44 \text{ мм}.$$

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

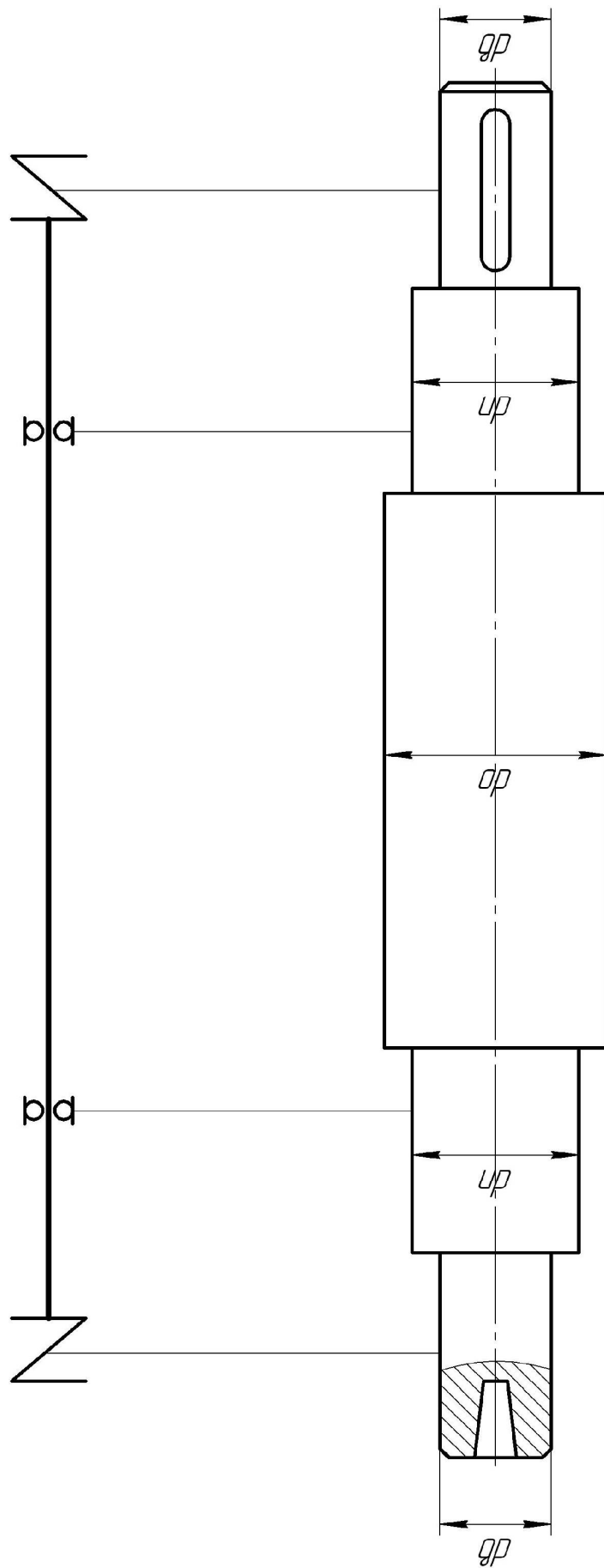


Рисунок 4.4 Схема приводного вала питающего шнека

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФФВ 00.00.000 ПЗ

Лист

Принимаем  $d_{\text{п}} = 45\text{мм}$ .  
Диаметр средней части вала

$$d_c = d_{\text{п}} + (3 \dots 5\text{мм}) = 45 + (3 \dots 5\text{мм}) = 48 \dots 50\text{мм}.$$

Принимаем  $d_c = 50\text{мм}$ .

Ориентировочный расчет приводного вала подпрессовывающего шнека.

Исходные данные:

1) Вращающий момент передаваемый валом  $T = 100,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

2) материал вала сталь Ст5.

Разрабатываем конструкцию вала привода питающего шнека.

Схема вала привода подпрессовывающего шнека представлена на рисунке 4.5.

Диаметр выходного конца вала  $d_{\text{в}}$ , мм, определяем исходя из условия прочности на кручение.

Расчет ведем по пониженным допускаемым касательным напряжениям  $[\tau_{\text{к}}] = 11 \dots 40 \text{ МПа}$ .

Принимаем для стали Ст5  $[\tau_{\text{к}}] = 35 \text{ МПа}$

$$d_{\text{в}} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot [\tau_{\text{к}}]}}, \text{ мм},$$
$$d_{\text{в}} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 100,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 35}} = 24,4$$

Чтобы обеспечить надежное соединение выходного конца вала шнека с проектируемым валом принимаем  $d_{\text{в}} = 25 \text{ мм}$ . (согласно ряда Ra 40).

Конструктивно назначаем диаметр вала под подшипник.

$$d_{\text{п}} = d_{\text{в}} + (3 \dots 4\text{мм}) = 25 + (3 \dots 4\text{мм}) = 28 \dots 29\text{мм}$$

Принимаем  $d_{\text{п}} = 30\text{мм}$ .

Диаметр средней части вала

$$d_c = d_{\text{п}} + (3 \dots 5\text{мм}) = 30 + (3 \dots 5\text{мм}) = 33 \dots 35\text{мм}$$

Принимаем  $d_c = 35\text{мм}$ .

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



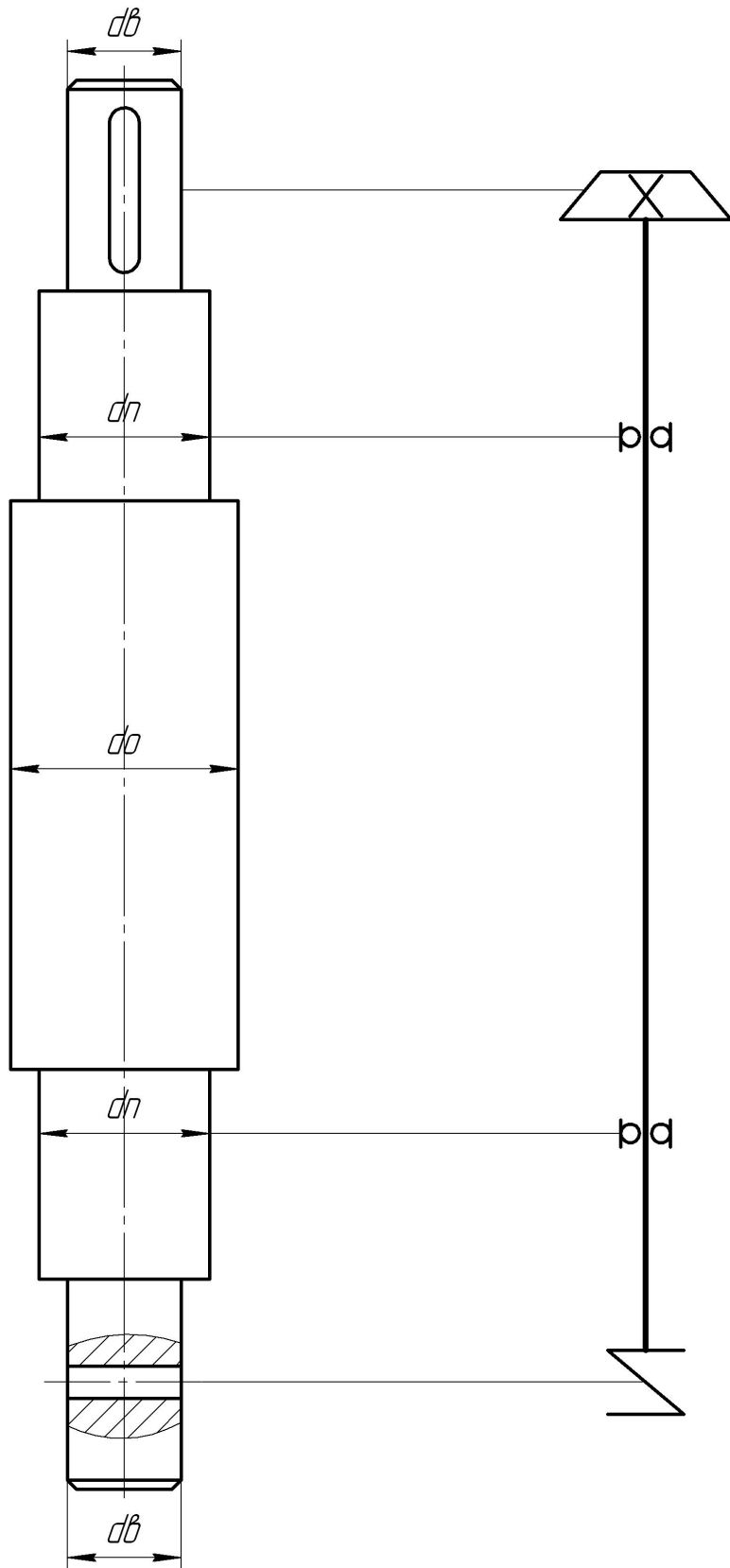


Рисунок 4.5 Схема приводного вала подпрессовывающего шнека

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФФВ 00.00.000 ПЗ

Лист

#### 4.4.4 Прочностной расчет приводного вала питающего шнека

Исходные данные:

- 1) Вращающий момент, передаваемый валом  $T = 568,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
- 2) Усилие, передаваемое на вал от шнека  $F_{r1} = 475,3 \text{ Н}$ .
- 3) Усилие, передаваемое на вал от муфты  $F_{r2} = 575 \text{ Н}$ .
- 3) Осевое усилие, передаваемое на вал от шнека  $S = 2798,8 \text{ Н}$ .
- 4) Диаметр выходного конца вала  $d_b = 40\text{мм}$ .
- 5) Диаметр среднего участка вала  $d_c = 50\text{мм}$ .
- 6) Материал вала сталь Ст5.

Вычерчиваем расчетную схему вала (Рисунок 4.6).

Определяем изгибающий момент в каждой характерной точке вала и строим эпюру изгибающих моментов.

$$M_{y_c} = 0,$$

$$M_{y_A} = F_{r1} \cdot a, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.71)$$

$$M_{y_A} = 475,3 \cdot 0,083 = 39,44,$$

$$M_{y_B} = F_{r2} \cdot c, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.72)$$

$$M_{y_B} = 550,5 \cdot 0,08 = 44,04,$$

$$M_{y_d} = 0$$

Определяем крутящие моменты на каждом участке вала и строим эпюру крутящих моментов.

$$M_z^{CA} \cdot M_z^{AB} \cdot M_z^{BD} \cdot m_1 = 591,9 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Определяем продольную силу на каждом участке вала и строим эпюру продольных сил.

$$N_z^{CA} = N_z^{CB} = -S = -2798,8 \text{ Н},$$

$$N_z^{BD} = 0$$

Определения опасного сечения вала. Наиболее опасным является сечение, проходящее через точку В. Концентратором напряжения является посадка подшипника на вал с натягом. Нормальное напряжение в опасном сечении  $\sigma_A$ , МПа определяется по формуле

					$\Phi\Phi\text{В } 00.00.000 \text{ ПЗ}$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

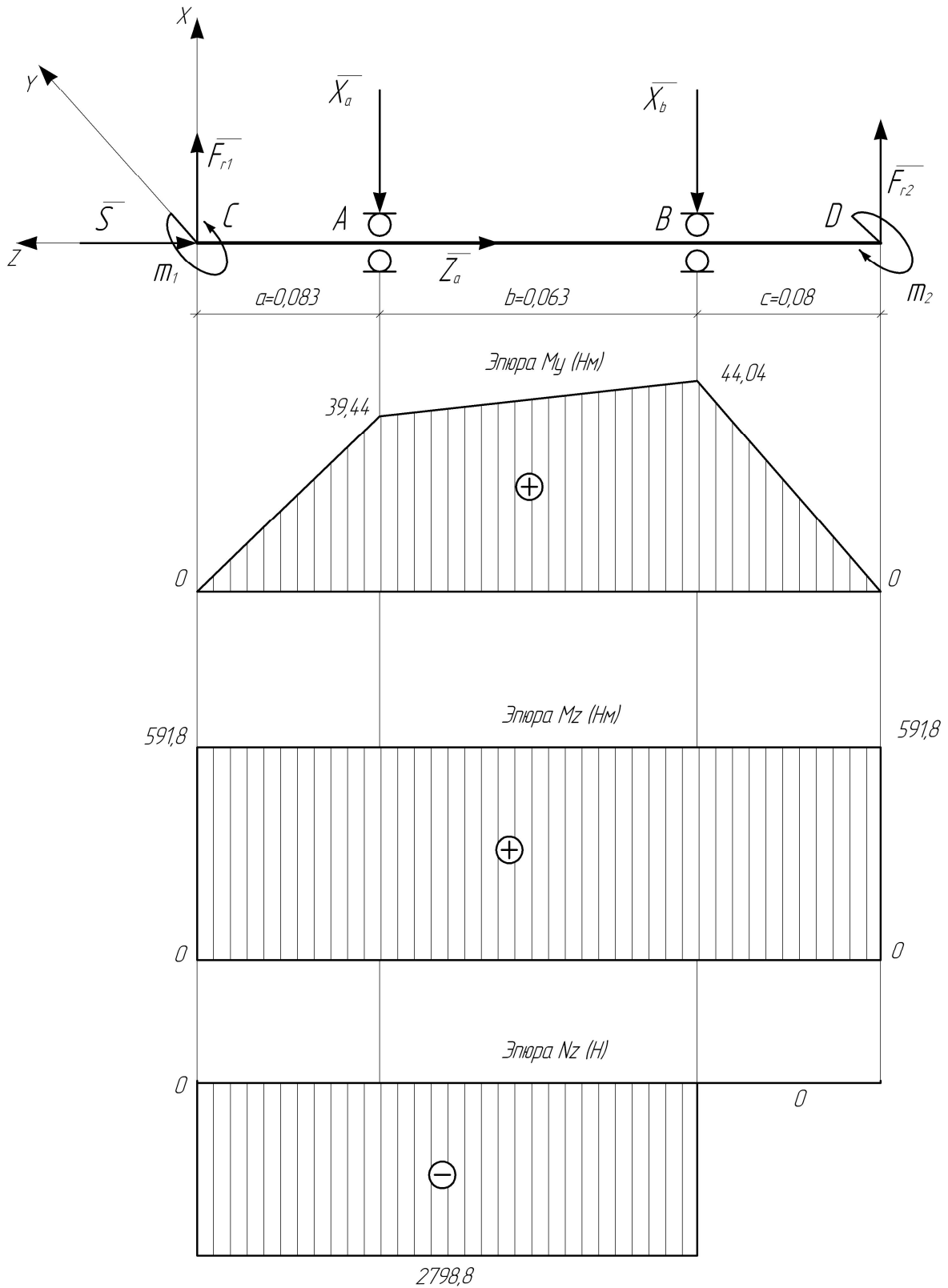


Рисунок 4.6 Расчетная схема вала и эпюры крутящих, изгибающих моментов и продольных сил

					<b>ФФВ 00.00.000 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_A = \frac{M_{y_A}}{W_H} + \frac{N_{z_A}}{F}, \text{ МПа},$$

где  $W_X$  - осевой момент сопротивления поперечного сечения вала,  $\text{мм}^3$

$F$  – площадь поперечного сечения вала,  $\text{м}^2$ ,

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2,$$

$$W_X = \frac{\pi d^3}{32}, \text{ мм}^3, \quad (4.73)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} = 19625,$$

$$W_X = \frac{3,14 \cdot 50^3}{32} = 12265,6,$$

$$\sigma_A = \frac{44,04 \cdot 10^3}{12265,6} + \frac{2798,8}{19625} = 5,03$$

Касательное напряжения в опасном сечении  $\tau_A$ , МПа определяется по формуле

$$\tau_A = \frac{M_{z_A}}{W_P}, \text{ МПа},$$

где  $W_P$  - полярный момент сопротивления поперечного сечения вала,  $\text{мм}^3$ ,

$$W_P = \frac{\pi d^3}{16}, \text{ мм}^3, \quad (4.74)$$

$$W_P = \frac{3,14 \cdot 50^3}{16} = 24531,2,$$

$$\tau_A = \frac{568,5 \cdot 10^3}{24531,2} = 2,7$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эквивалентное напряжения в опасном сечении рассчитывается по формуле

$$\sigma_{\text{экв}_A} = \sqrt{\sigma_A^2 + 4\tau_A^2}, \text{ МПа,}$$
$$\sigma_{\text{экв}_A} = \sqrt{5,03^2 + 4 \cdot 2,7^2} = 48,5$$

Что значительно меньше  $[\sigma]=224$  МПа.

Коэффициент запаса прочности по текучести  $S_T$  рассчитывается по формуле

$$S_T = \frac{\sigma_T}{K_n \cdot \sigma_{\text{экв}}} \quad (4.75)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала вала; Для сталь Ст5  $\sigma_T = 280$ ,  
 $K_n$  – коэффициент перегрузки  $K_n = 3,5 \dots 5$ ,

$$S_T = \frac{280}{3,5 \cdot 48,5} = 1,66$$

Условие прочности по текучести

$$S_T \geq [S_T]$$

где  $[S_T]$  – требуемый запас прочности по текучести  $[S_T] = 1,6 \dots 2,8$ .

Условие прочности вала выполнено.

#### 4.4.5 Проектировочный расчет конических передач

Расчет конических передач выполнен на ЭВМ. Исходные данные и результаты расчета представлены в ПРИЛОЖЕНИИ 3.

#### 4.4.6 Расчет вала вертикального и подбор подшипников (вал №1)

Диаметр вала определим из формулы

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 * T_1}{\pi * [\tau]}}, \text{ мм,}$$

где  $[\tau] = 50, \text{ МПа,}$

					$\Phi\Phi\text{В } 00.00.000 \text{ ПЗ}$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 * 137 * 10^3}{3,14 * 50}} = 19,8$$

Примем  $d_1=20$ мм, (диаметр вала под муфту). Диаметр вала под подшипник принимаем равным  $d_{п}=25$ мм.

По ГОСТ 8338-75 принимаем шарикоподшипник радиальный однорядный особо легкой серии №105.

Параметры подшипника:  $d_{п}=25$ мм,  $D_{п}=47$ мм,  $B=12$ мм,  $c=11,2$ кН,  $c_0=15,6$ кН.

Верхний подшипник №205  $d_{п}=25$ мм,  $D_{п}=52$ мм,  $B=15$ мм,  $c=14$ кН,  $c_0=6,95$ кН.

Для установки быстроходной шестерни (вал №2) примем подшипник №105 ГОСТ7242-81.

Параметры подшипника:  $d_{п}=25$ мм,  $D_{п}=47$ мм,  $B=12$ мм.

Диаметр рабочего вала фарш - насоса

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * T_{pm}}{\pi * [\tau]}}$$

где  $[\tau] = 50$ МПа,

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * 669 * 10^3}{3,14 * 50}} = 30 \text{ мм}$$

Примем по ГОСТ 333-79 роликоподшипник конический, однорядный, особолегкой серии №2007106

( $d_n = 30$ мм,  $D_{п} = 55$ мм,  $T = 17$ мм,  $B = 16$ мм,  $C = 27$ кН,  $C_0 = 19,9$ кН)

Расчет вала под шнек.

$$d_{p.v.} = \sqrt[3]{\frac{16 * 154,5 * 10^3}{3,14 * 60}} = 19,5, \text{ мм.}$$

По ГОСТ 7242-81 принимаем особо легкий подшипник №106.

Параметры подшипника:  $d_{п}=20$ мм,  $D_{п}=47$ мм,  $B=12$ мм.

Посадочный диаметр вала под колесо коническое – 20мм, диаметр вала шнека – 25мм.

Расчет стенки шнека.

Толщину стенки шнека определим по формуле

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S = \frac{P * D}{2 * [\varphi] * [\sigma_p]}, \text{ мм}, \quad (4.76)$$

где  $P = 1,5 \text{ кН}$  - усилие, действующее на стенку шнека,  
 $[\varphi] = 0,8$  - коэффициент прочности сварного шва,  
 $[\sigma_p] = 160, \text{ МПа}$  - допускаемое напряжение

$$S = \frac{1,5 * 10^3}{2 * 0,8 * 160} = 5,8$$

Принимаем  $S = 6 \text{ мм}$ .

Расчет сварного шва (фланец к стенке шнека).

Принимаем  $K = 6 \text{ мм} = S$  – катет шва, равный толщине стенки шнека

Необходимую длину шва определим по формуле

$$l = \frac{P}{0,7 * K * [\tau_c]}, \text{ м}, \quad (4.77)$$

где  $[\tau_c] = 100 \text{ МПа} \approx 0,6 * \sigma_p$ ,

$$l = \frac{1,5 * 10^3}{0,7 * 0,06 * 100} = 357 \text{ мм} = 0,36 \text{ м}.$$

Длина шва по чертежу

$$l' = \pi * D' = 3,14 * 0,122 = 0,38 \text{ м}$$

Т.е.  $l' > l = 0,36 \text{ м}$ .

					$\Phi\Phi\text{В } 00.00.000 \text{ ПЗ}$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5 МОНТАЖНЫЙ ПРОЕКТ

### 5.1 Анализ технологических связей и компоновка помещений цеха

В производственном корпусе различают следующие основные участки:

1. камера хранения мороженого сырья,
2. дифростерная,
3. камера мойки,
4. отделение обвалки и жиловки,
5. склад специй,
6. склад оболочки,
7. фаршеприготовительное отделение,
8. шприцовочное отделение,
9. камера осадки,
10. термическое отделение,
11. цех полуфабрикатов,
12. отделение мойки тары и другого инвентаря,
13. помещение точки ножей,
14. склад готовой продукции,,
15. экспедиция,
16. склад полуфабрикатов.

Кроме того, в производственном корпусе находятся подсобно-производственные помещения, производственные лаборатории, а также служебные и бытовые помещения.

Компоновка должна обеспечивать поточность технологического процесса и удобную связь между отдельными помещениями и участками. При компоновке производственных помещений необходимо сочетать высокие экономические показатели строительства с технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями, предъявляемыми к пищевым предприятиям, а при планировке технологического оборудования следует учитывать и основные требования научной организации труда.

Функциональные связи цеха по выработке продукта представлены в таблице, на рисунке 5.1. На рисунке 5.2 изображены парные функциональные связи данного цеха. Принципиальная безразмерная схема компоновки цеха производства колбас представлена на рисунке 5.3.

### 5.2 Сетевой график монтажа

Для правильного решения вопросов, возникающих по организации и управлению монтажных и ремонтных операций, применяют различные методы сетевого планирования.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





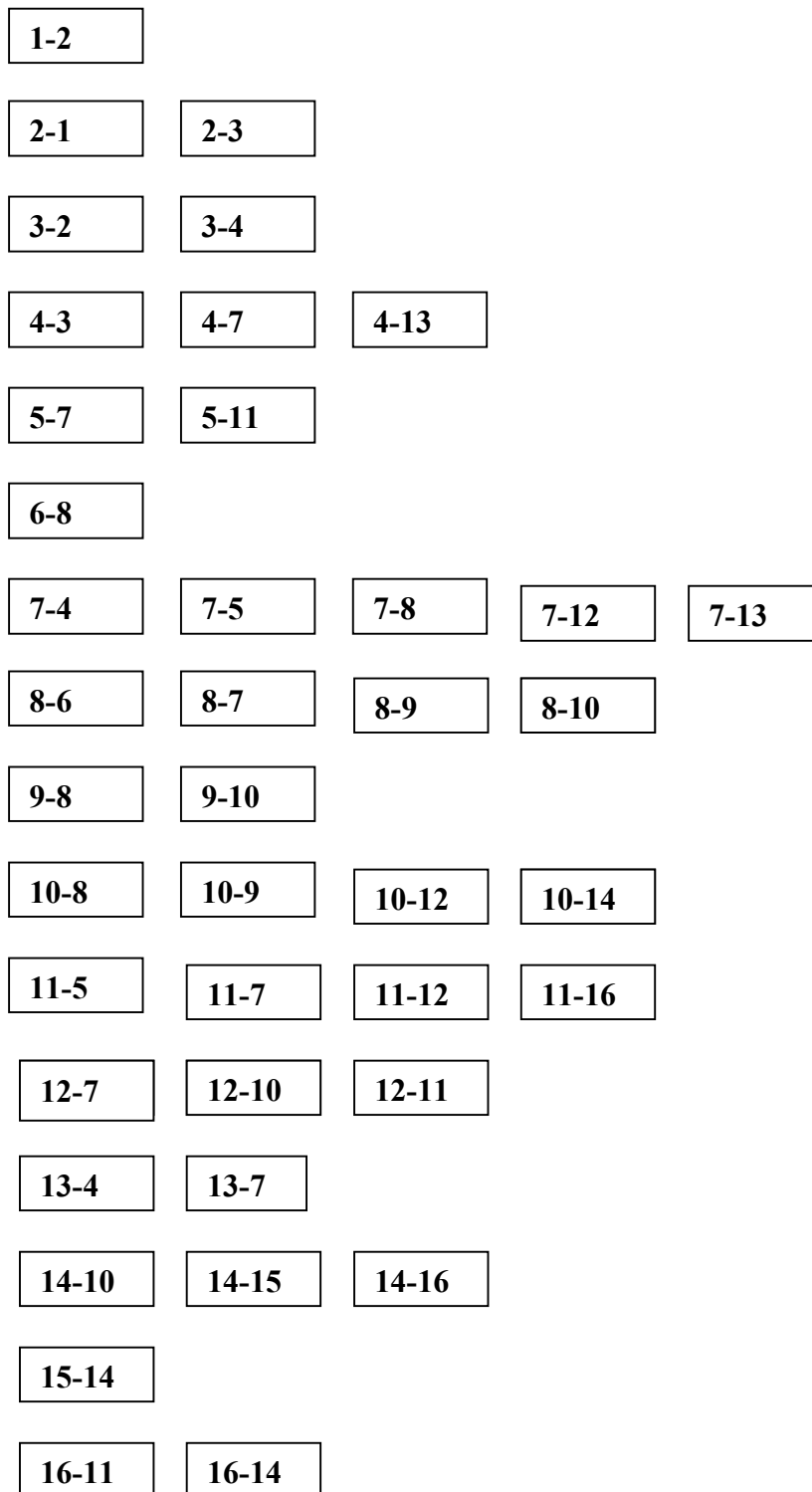


Рисунок 5.2 Парные функциональные связи мясокомбината



№ начального события предшествующих работ	Наименование работы	Шифр работ	Продолжительность работ, ч		Резерв времени
			min	max	
1	2	3	4	5	6
0	Такилажные работы и разметка	0-1	1	1,5	0,4
1	Подготовка пола	1-2	3	3,6	0,6
2	Изготовление опалубок и шаблонов	2-3	2	2,4	0,4
3	Установка опалубок и шаблонов	3-4	0,5	0,6	0,1
4	Заливка бетона	4-5	0,5	0,6	0,1
5	Застывание бетона	5-6	48	56	8
6	Демонтаж опалубок	6-7	0,5	0,6	0,1
1	Крепление ножек к корпусу	1-8	0,4	0,5	0,1
7	Установка корпуса на фундаментную площадку	7-9	0,3	0,4	0,1
1	Установка втулки на подающий шнек	1-11	0,1	0,2	0,01
11	Установка подшипников на узел подающего шнека	11-12	0,2	0,3	0,01
1	Сборка корпуса подающего шнека	1-13	0,1	0,2	0,01
9	Установка корпуса и узла подающего шнека в корпус волчка	9-10	0,3	0,5	0,1
1	Сборка гильзы рабочего шнека	1-14	0,1	0,2	0,01
1	Установка втулки на рабочий шнек	1-15	0,1	0,2	0,01
15	Установка пружины и уплотнительного кольца	15-16	0,1	0,2	0,01
16	Установка подшипников	16-17	0,2	0,3	0,01
17	Установка шкива	17-18	0,1	0,2	0,01
10	Установка гильзы рабочего шнека и монтирование узла рабочего шнека	10-19	0,4	0,5	0,2
19	Установка двигателя привода рабочего шнека	19-20	0,2	0,3	0,1
19	Установка двигателя привода подающего шнека	19-21	0,2	0,3	0,1
20	Установка шкива на двигатель привода рабочего шнека	20-22	0,1	0,3	0,1
21	Установка шкива на двигатель привода подающего шнека	21-23	0,2	0,3	0,1
23	Установка редуктора и шкива	23-25	0,3	0,5	0,1
22	Установка и натяжка ремней	22-24	0,3	0,4	0,1
25	Установка и натяжка ремней	25-26	0,3	0,4	0,1
26	Установка накидной гайки	26-27	0,1	0,2	0,01
27	Обкатка привода на холостом ходу	27-28	0,5	1	0,1
28	Устранение неполадок	28-29	0,5	0,6	0,1
29	Испытание механической части	29-30	1	1,2	0,2
30	Испытание на продукте	30-31	2	2,5	0,1
31	Оформление акта приемки	31-32	4	4,5	0,4



$\Delta$  - припуск на каждую сторону, 0,1 - 0,2, м,

$$F = (1,430 + 2 \cdot 0,12)(0,83 + 2 \cdot 0,125) = 1,80$$

Определим объем фундаментной площадки,  $\text{м}^3$ , по формуле [10, стр.39]

$$V = F \cdot H, \quad (5.2)$$

где  $H$  - высота фундаментной площадки, м,

$$V = 1,8 \cdot 0,1 = 0,18$$

Определим вес фундаментной площадки по формуле, Н, [17, стр.39]

$$G_{\phi} = V \cdot \gamma, \quad (5.3)$$

где  $\gamma$  - удельный вес материала (бетон  $\gamma = 12000 \text{ Н/м}^3$ ).

$$G_{\phi} = 0,18 \cdot 12000 = 2130$$

Определим удельную нагрузку на перекрытие по формуле [17, стр.39]

$$P = \frac{(G_m + G_{\phi})}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_n], \text{ Па}, \quad (5.4)$$

где  $G_m$  – вес машины в рабочем состоянии (при заполнении продуктом), 18200 Н,

$\alpha$  - коэффициент уменьшения динамичности, 0,8,

$[R_n]$  - нормативное (допускаемое) давление на перекрытие, 25000 Па,

$$P = \frac{(18200 + 2130)}{0,8 \cdot 1,8} = 14118 \leq 25000$$

Следовательно, фундаментная площадка с принятыми размерами спроектирована правильно.

### 5.3.2 Динамический расчет фундаментной площадки

Определим фактическое давление на перекрытие при наличии динамических составляющих по формуле [17, стр.46]

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

$$P_{\phi} = \frac{G_m + G_{\phi} + P_z}{\alpha \cdot F} \leq [R_u], \quad (5.5)$$

где  $P_z$  - вертикальная составляющая неуравновешенных сил инерции,

$$P_z = q \cdot \omega^2 \cdot e, \text{ Н}, \quad (5.6)$$

где  $q$  - вес шнеков, 320 Н;

$\omega$  - угловая частота вращения шнека-ротора, рад/мин,

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (5.7)$$

где  $n$  - частота вращения шнека, 398,9 об/мин.,

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 398,9}{30} = 41,75,$$

$e$  - эксцентриситет шнека, 0,001 м,

$$P_z = 320 \cdot 41,75^2 \cdot 0,001 = 557,78,$$

$\alpha$  - динамический коэффициент, 0,8,

$$P_{\phi} = \frac{(18200 + 2130 + 557,78)}{(0,8 \cdot 1,8)} = 14505 \leq 25000$$

Коэффициент упругости перекрытия, Н/м<sup>2</sup>, [17, стр.48]

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (5.8)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{1,8}} = 23880$$

Определим частоту вертикальных колебаний, мин<sup>-1</sup>, по формуле [17, стр.48]

$$N_z = K_1 \sqrt{\frac{C_z \cdot F}{G_0}}, \quad (5.9)$$

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

$G_0$  - вес фундамента и машины, 20330 Н,

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{23880 \cdot 1,8}{20330}} = 13,88$$

Определим амплитуду вынужденных вертикальных колебаний, м, по формуле [17, стр.47]

$$A_z = K \frac{P_z}{G_0(N_z^2 - n^2)} \leq [A_z], \quad (5.10)$$

где К - коэффициент, 90 м/мин<sup>2</sup>,  
n - частота вращения массивной детали вызывающей динамику, 250 об/мин.

$$A_z = 90 \cdot \frac{557,78}{20330 \cdot (13,88^2 - 398,9^2)} = -0,00000155 \leq 0,0003$$

Определим частоту собственных горизонтальных (сдвиговых) колебаний, мин<sup>-1</sup>, по формуле [17, стр.48]

$$N_x = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_x \cdot F}{G_0}}, \quad (5.11)$$

где C<sub>x</sub> - коэффициент упругости перекрытия, Н/м<sup>2</sup>, при сдвиговых смещениях

$$C_x = 0,5 \cdot C_z, \quad (5.12)$$

$$C_x = 0,5 \cdot 23880 = 11940.$$

$$N_x = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{11940 \cdot 1,8}{20330}} = 9,81$$

Определим амплитуду перемещений в горизонтальной плоскости (колебаний сдвига), м, по формуле [17, стр.48]

$$A_x = K \frac{P_x}{G_0(N_x^2 - n^2)} \leq [A_x], \quad (5.13)$$

где [A<sub>x</sub>] - допускаемая амплитуда горизонтальных колебаний, м,  
P<sub>x</sub> – горизонтальная составляющая неуравновешенных сил инерции,  
при проектных расчетах можно принять P<sub>x</sub> = P<sub>z</sub>.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$A_x = 90 \cdot \frac{557,78}{20330(9,81^2 - 398,9^2)} = -0,0000015 \leq 0,0003$$

При проверке на резонанс найдем отношение вынужденных и собственных колебаний системы “фундаментная площадка - машина” по формулам

$$0,7 \geq n / N_z \geq 1,3, \quad (5.14)$$

$$0,7 \geq 398,9 / 13,88 \geq 1,3,$$

$$0,7 \leq 28,73 \leq 1,3,$$

$$0,7 \geq n / N_x \geq 1,3, \quad (5.15)$$

$$0,7 \leq 398,9 / 9,81 \geq 1,3,$$

$$0,7 \leq 40,66 \geq 1,3$$

Расчет показал, что система работает вне зоны резонанса. Эскиз фундаментной площадки изображен на рисунке 5.5.

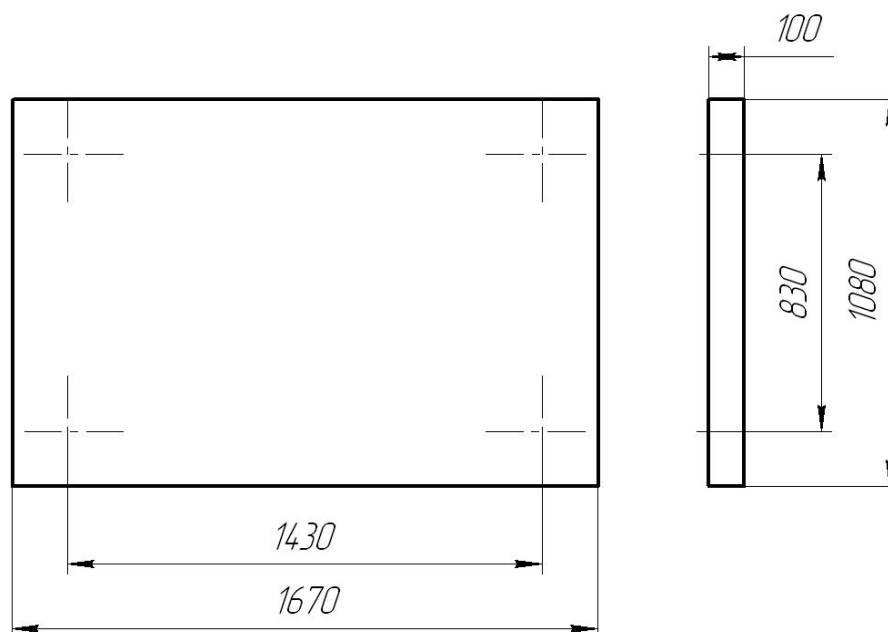


Рисунок 5.5 Фундаментная площадка под волчок

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

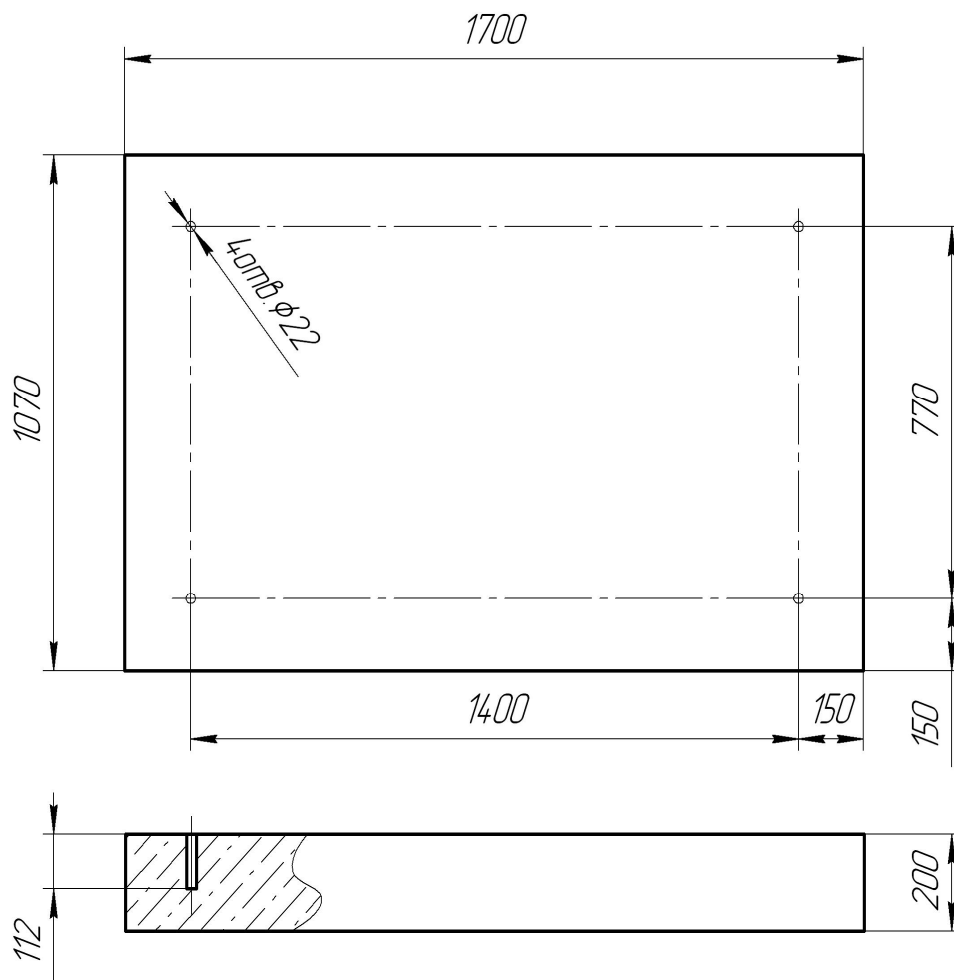


Рисунок 5.6 Окончательная схема фундаментной площадки куттера

### 5.3.3 Расчет фундаментных болтов для крепления волчка К6-ФВП-1200.

Материал шпилек болтов принимаем сталь 09Г2С ГОСТ380-89  $[\sigma_p] = 170 \text{ МПа}$ , марка бетона М150, принимаем количество болтов  $z=4$

По таблице 4.1 [7, с.57] для данного болта и способа его установки находим:

$$X=0,65, K_{ст}=2,2, H=7d.$$

Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов  $P_з$ , Н вычисляют по формуле

$$P_з = K_{ст} \cdot P(1 - x), \quad (5.16)$$

где  $P$ - динамическая нагрузка ( $P=G_M=10 \text{ кН}$ )

$$P_з = 2,2 \cdot 10000(1 - 0,65) = 7700$$

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимую площадь сечения болтов по прочности  $S$ ,  $m^2$  вычисляют по формуле

$$S = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.17)$$

$$S = \frac{7700 + 0,65 \cdot 10000}{4 \cdot 170 \cdot 10^6} = 0,2 \cdot 10^{-4}$$

По таблице 4.2 [7, с.61] принимается болт с резьбой диаметром М10  
 $S = 0,523 \cdot 10^{-4} m^2$

Проверяем сечение болта на выносливость.

Расчетное сопротивление болта  $[\sigma_d]$ , Па вычисляют из формулы

$$[\sigma_d] = \frac{0,278[\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu} \quad (5.18)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий число циклов нагружения,  
 при  $10^6$  циклах  $\alpha = 1,25$ ,

$\mu$  - коэффициент, учитывающий масштабный фактор, для болтов  $M < 16$ ,  $\mu = 1$

$$[\sigma_d] = \frac{0,278 \cdot 170 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1} = 59,08 \cdot 10^6$$

Необходимую площадь сечения болта  $S_d$ ,  $m^2$  вычисляют по формуле

$$S_d = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.19)$$

$$S_d = \frac{7700 + 0,65 \cdot 10000}{4 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 0,5 \cdot 10^{-4}$$

По таблице 4.2 [7, с.61] принимаем болт с резьбой диаметром М10  
 $S = 0,523 \cdot 10^{-4} m^2$ .

Глубину заделки болтов  $H$ , мм вычисляют по формуле

$$H = 7d, \quad (5.20)$$

$$H = 7 \cdot 10 = 70$$

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



В случае смятия, выкрашивания рабочих поверхностей и баз шпонок, шпонку заменяют. Новую шпонку изготавливают с припуском 0,1-0,15 мм для последующей пригонки по пазу. Пригонка осуществляется по краске путем опилования или шабрения.

Износ и смятие шпоночного паза устраняют одним из следующих способов:

1. расширение и углубление паза под шпонку следующего стандартного размера. При этом либо ставится ступенчатая шпонка, либо обычная шпонка (тогда расширяют и паз в ступице),
2. изготовление нового шпоночного паза под углом 90-120° к старому, который заваривается,
3. наплавка изношенного паза с последующей обработкой.

Основными дефектами валов являются износ шеек, при котором изменяются их диаметр и форма и увеличиваются зазоры между подшипником и валом; появление царапин, рисок и задиров, возникновение трещин.

Износ шеек валов допускается до 0,05 мм. При износе до 0,2...0,3 мм ремонт производят шлифованием, при большем износе - обточкой с последующим шлифованием. При этом допускается уменьшение диаметра вала не более чем на 5...10%; сопряженная деталь (звездочка) заменяется.

При значительном износе на вал устанавливают ремонтную втулку из того же материала, из которого изготовлен вал. Для этого конец вала отжигают, обтачивают и напрессовывают втулку. Для фиксирования на валу втулку по торцу раскернивают, приваривают точечной сваркой или устанавливают на эпоксидном клее, после чего шейку обрабатывают до требуемого размера.

Чаще всего шейки валов изнашиваются под подшипниками. Это объясняется тем, что при точности изготовления деталей, достижимой в условиях массового производства, контактирует около 50% общей поверхности вала находящейся под подшипником. Это вызывает повышенные напряжения смятия и ускоренный износ. Этот недостаток устраняется путем смазывания места под подшипник, слой масла перераспределяет нагрузку на шейку вала, тем самым, выравнивая напряжения по поверхности контакта и снижая их.

Кроме того, опытным путем установлено, что наибольшие напряжения в соединении вал - подшипник возникают в крайних точках касания подшипника и вала. Этот недостаток устраняется путем создания на валу в крайних точках касания подшипника и вала небольшой конусности, что позволяет выровнять напряжения по поверхности контакта (рисунок 5.8).

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





на зубьях ведомого колеса проявляются пятна касания (отпечатки), по расположению которых определяют правильность зацепления. В правильно собранной передаче пятна располагаются в средней части боковой поверхности зубьев по высоте и длине. Если пятна смещены к верхней части (головке) зубьев, межцентровое расстояние больше требуемого; если к нижней части, то оно меньше требуемого. Если пятно сдвинуто вправо или влево, то колеса установлены с перекосом осей. Аналогично цилиндрическим зубчатым передачам проверяют правильность зацепления конических зубчатых колес.

При плохом контакте поверхностей зубьев доводку производят шабрением, притиркой абразивными порошками и пастами, приработкой зубчатых колес с маслом под нагрузкой.

Дополнительно можно отметить, что устройство для подпрессовывания, изображенная, состоит из вала на котором расположен шнек и корпуса. При контакте продукта шнека и корпуса, может происходить истирание краев витков шнека, так как часть продукта будет оттягиваться в противоположную сторону, за счет вакуума. Другая часть продукта будет вращаться вместе со шнеком. В таких случаях на корпус приваривают продольные пластинки, в виде ребер. Если все-таки произошло истирание краев шнека, изношенную поверхность восстанавливают наплавкой твердых сплавов.

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



## 6 ЭКОЛОГИЯ

На любом мясокомбинате имеются следующие основные производства: разделка туш, обработка субпродуктов, кишок, производство пищевых жиров, переработка отходов сырья на кормовые и технические цели, холодильная обработка, производство колбасных изделий и полуфабрикатов. Наряду с этими, основными цехами имеется ряд вспомогательных: ремонтно-механический, электроцех, котельная, бытовой участок, которые обеспечивают работу предприятия [41].

### 6.1 Защита атмосферы от загрязнения

#### 6.1.1 Источники загрязнения атмосферы

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна в мясной промышленности являются цеха технических и кормовых фабрикатов, термические отделения колбасных заводов, отделения переработки пищевых жиров и получения альбумина, вспомогательные цеха, водоочистные сооружения и т.д [41].

Часть выбросов предприятий мясной промышленности содержит белковые вещества как животного, так и растительного происхождения, которые после возвращения в основной технологический цикл могут быть использованы для выработки пищевых и технических продуктов или удобрений. Кроме газо- и парообразных веществ в различных технологических процессах мясоперерабатывающих предприятий образуется большое количество пыли, выбрасываемой вытяжными вентиляционными системами в атмосферу. К таким производствам относятся: котельная предприятия, цех ширпотреба, клеевые отделения дымогенераторов.

#### 6.1.2 Очистка вентиляционного воздуха перед выбросом в атмосферу

Пылеосадительные камеры (рисунок 6.1) и пылеосадители имеют простую конструкцию. В них применяют завесы, перегородки, жалюзи, полки и другие элементы, благодаря которым пылевые частицы, стремясь сохранить направление своего движения после поворота потока, выпадают в приемный бункер. Пылеосадительные камеры используют для очистки воздуха от крупных частиц пыли и применяют в основном для предварительной очистки воздуха.

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		









от 50 до 4000 м<sup>3</sup> в день. Основная доля жидких отходов от технологических операций мясоперерабатывающего производства приходится на операции мойки и зачистки туш, душирования колбас и сосисок, сепарирование жира и бульона [37].

Особенность состава производственных сточных вод мясоперерабатывающих предприятий - высокое содержание крови, жира, белков, различных солей частиц мяса и других органических веществ, преимущественно устойчивого коллоидного состояния.

Как правило, мясоперерабатывающие предприятия расположены вблизи городов и населенных пунктов и передают свои очищенные стоки на дальнейшую очистку в городские системы канализации, и лишь немногие сбрасывают их в водоемы.

Особенно большое количество жира найдено в водах от мойки комплекса оборудования для посола мяса, куттера-мешалки, фарш - мешалки, пельменного аппарата, фаршепровода, оборудования для производства ливерных колбас, шпигорезки, накопительного бункера, волчка, линии производства сырокопченых колбас.

Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий представляет собой серьезную проблему.

#### 6.2.2 Очистка сточных вод на предприятиях мясной промышленности

Производственные сточные воды содержат песок, частицы шлама, кусочки мяса, щетины, остатки крови, характеризуются высоким содержанием животных жиров, органических кислот, белков, протеинов, спиртов [37].

Очистка осуществляется на локальных очистных сооружениях с целью снижения всех показателей до уровня требований, установленных к сточным водам, сбрасываемым в канализационную систему.

Модульная схема очистки сточных вод включает оборудование, заключенное в одном модуле (рисунок 6.6).

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



При применении более мелкой решетки (6-10мм) увеличивается гидравлическое сопротивление решетки, снижается пропускная способность.

Для улавливания грубодисперсных примесей и части жира (до 20 %) применяют перфорированные самоочищающиеся желоба, которые устанавливают под углом 15-20° к горизонтали. Сточные воды попадают с нижнего торца желоба, а выгружают осадок с верхнего торца вращающимся шнеком.

Для улавливания топленого жира из жиросодержащих стоков различных цехов мясокомбинатов и мясоперерабатывающих предприятий устанавливают жироловки.

Жироловки отстойного типа, устанавливаемые на мясокомбинатах в качестве средства предварительной очистки производственных стоков, рассчитаны на отстой жиросодержащих стоков, в процессе которого легкие компоненты всплывают на поверхность, образуя жиромассу, а также оседают на дно жироловки. Жиромассу собирают вручную или с помощью скребкового транспортера. Осевшие частицы (осадок) удаляют гидросмывом, с помощью вакуум-насоса, вручную и взмучиванием.

Фильтрацию применяют для выделения из сточных вод тонкодисперсных твердых или жидких веществ, удаление которых отстаиванием затруднено. Фильтры могут применяться как одна из ступеней сложной схемы очистки воды (после отстойников и осветлителей с взвешенным осадком) либо как самостоятельное очистное сооружение в зависимости от концентрации загрязнений в исходной воде.

Известны сетчатые барабанные фильтры, микрофильтры, дисковые фильтры с зернистой загрузкой [36].

Последние получили наибольшее применение. Зернистые фильтры засыпают на высоту до двух метров зернистыми фильтрующими материалами: кварцевым песком, антрацитом, гранитным щебнем, керамзитом, мраморной крошкой и другими материалами. Такая засыпка называется тяжелой, так как плотность материала, из которого она состоит, больше плотности воды. Достоинством таких фильтров является высокая степень очистки сточных вод (70-95 %), но их применяют редко, так как они дороже.

В настоящее время при очистке производственных сточных вод начали использовать высокопористые полимерные пенопласты, в частности полистирол и эластичный пенополиуретан (ППУ). Они обладают большой грязеемкостью, механической устойчивостью к истиранию и измельчению, эффективной адгезии ей к загрязнениям.

Установка (рисунок 6.7) работает следующим образом. Жиросодержащая сточная вода попадает через патрубок (10) в крышке (18) в бак-уплотнитель (3), который под действием тяжести воды начинает опускаться вниз, уплотняя предварительно помещенную в корпус (1) высокопористую полимерную загрузку (2). При достижении водой уровня

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





Наиболее эффективным методом очистки сточных вод мясокомбината перед спуском в городскую канализационную сеть является электрофлотокоагуляция (рисунок 6.8).

При электрофлотации газовые пузырьки, переносящие растворенные и взвешенные вещества на поверхность сточной воды, образуются в результате электролиза воды под действием электрического тока. Основную роль в процессе флотации, как правило, выполняют пузырьки, выделяющиеся с поверхности катода, которые по мере роста при достижении определенного размера отрываются и устремляются вверх.

При введении в сточную воду коагулянтов происходит одновременная коагуляция и флотация загрязнений из сточной воды пузырьками газа. В качестве коагулянта можно применить растворимые электроды (железные или алюминиевые).

Наиболее оптимальным методом очистки является биосорбционный, сущность, которого заключается в том, что процессы сорбции органических веществ на поверхности активного угля протекают одновременно с его биологической регенерацией. Совмещение процессов сорбции органических загрязнений активированным углем и окисления адсорбированных загрязнений микро организмами, приводит к постоянной биологической регенерации активированного угля и исключает необходимость его последующей термической обработки или его замены.

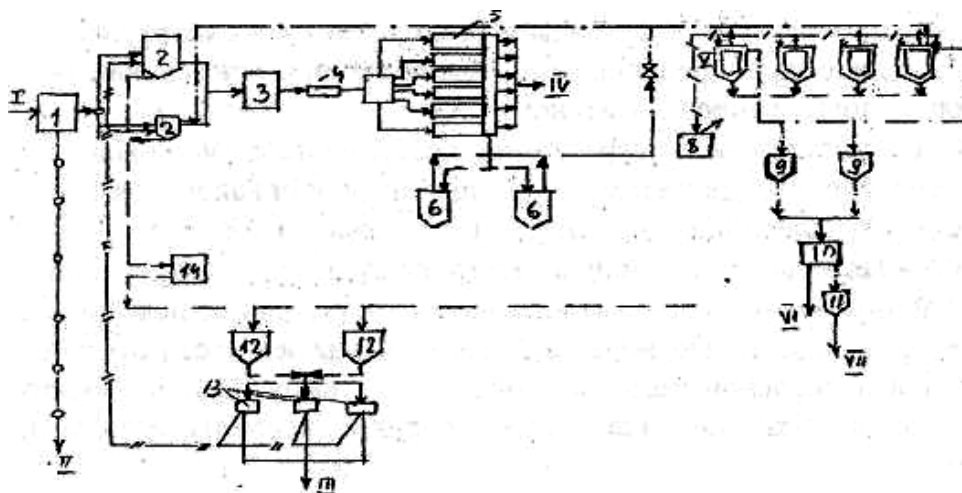


Рисунок 6.8 Технологическая схема очистки сточных вод с использованием электрофлотокоагуляции

- 1 - насосная станция с решеткой; 2 - отстойники; 3 - усреднитель;
- 4 - регулятор расхода воды; 5 - ЭФК-У; 6 - пеногаситель; 7 - вакуумные аппараты для перетопки жировой массы; 8 - вакуумный насос; 9 - сборник жировой эмульсии; 10 - сепаратор; 11 - сборник технического жира; 12 - сборники осадка; 13 - центрифуги;
- 14 - насосная станция перекачки осадка

Применение биосорбера (рисунок 6.9) позволяет получить воду, очищенную до предельно допустимых концентраций (ПДК) для сброса в рыбохозяйственные водоемы.

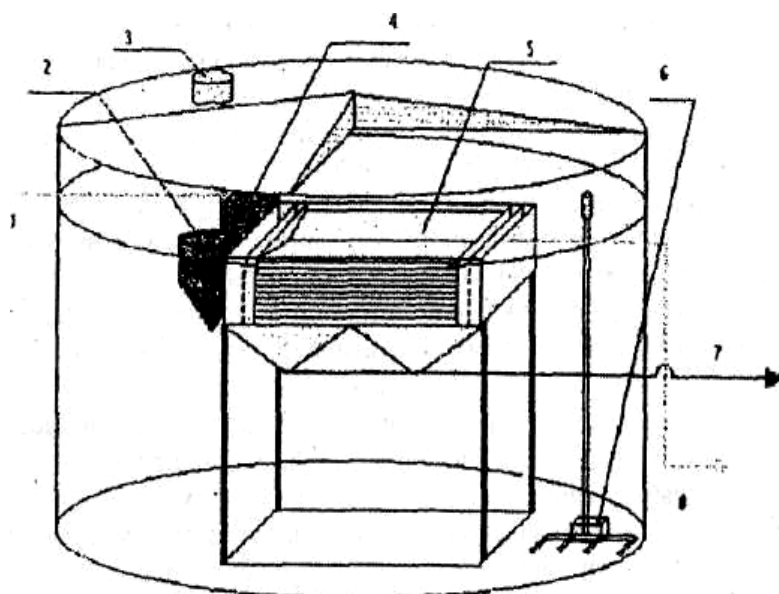


Рисунок 6.9 Принципиальный вид аэротенка со встроенным отстойником с тонкослойными модулями, песколовкой и процеживателем  
 1 - исходная вода; 2 - песколовка; 3 - вытяжка; 4 - процеживатель;  
 5 - отстойник; 6 - эжекторная система аэрации; 7 - осадок на обработку с последующим вывозом; 8 - очищенная вода

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дипломный проект состоит из графической части, выполненной на 7 листах формата А1 и пояснительной записки. В пояснительной записке выполнены такие разделы как литературно - патентный обзор, ТЭО, описание машинно-аппаратурной схемы производства колбас, техническое описание шприца и модернизации, расчеты, ремонт и монтаж, экология.

В разделе экология рассмотрены основные выбросы, осуществляемые данным производством, в водный бассейн. Предложены методы очистки сточных вод и оборудования для их осуществления.

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





химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

32. ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновений и токов».

33. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник в 3-х томах [Текст] / А.С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочаровой, 2002. Петров В. И. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности. Учебное пособие; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2003. – 120с.

34. Основы теории технологического потока / Сорокопуд А. Ф.: Учеб. пособие. – КемТИПП. – Кемерово, 2004. – 104 с.

35. Электронный ресурс:  
<http://www.znaytovar.ru/s/Tehnologicheskaya liniya proizvod1...>

36. Электронный ресурс:  
<http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec244...>

37. Электронный ресурс: <http://bestreferat.ru/archives/58/bestref-206958.zip>

38. Электронный ресурс: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=471033>

39. Электронный ресурс: <http://bestreferat.ru/referat-194636.html>

40. Электронный ресурс:  
[http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00140527\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00140527_0.html)

41. Электронный ресурс:  
[http://otherreferats.allbest.ru/cookery/00055752\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/cookery/00055752_0.html)

42. Электронный ресурс: <http://vunivere.ru/work55891/page6>

43. Электронный ресурс: <http://diplomba.ru/work/128135>

44. Электронный ресурс: [http://studopedia.net/15\\_134393\\_opisanie-i-analiz-mashino---...](http://studopedia.net/15_134393_opisanie-i-analiz-mashino---...)

45. Электронный ресурс: <http://vunivere.ru/work55891/page4>

46. Электронный ресурс: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>

47. Электронный ресурс:  
<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004400000/rsl01004400...>

48. Электронный ресурс:  
[http://sinref.ru/000\\_uchebniki/04200produkti/104\\_pererabotka...](http://sinref.ru/000_uchebniki/04200produkti/104_pererabotka...)

49. Электронный ресурс: <http://vunivere.ru/work55891/page5>

					ФФВ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		