

В дипломном проекте рассмотрена линия производства вареных колбас и основное оборудование линии куттер Л5 – ФКБ. На основе анализа литературно - патентного обзора была предложена модернизация натяжного устройства приводного механизма, в результате будет улучшено качество измельченного фарша.

В пояснительной записке приведены необходимые расчеты: конструктивные, часть из которых выполнена на ЭВМ. Выполнена компоновка элементов линии и помещения цеха, монтаж модернизированного оборудования, также представлены разделы БЖД и экология. В разделе экономика проведен расчет экономической эффективности, подтверждающий целесообразность проведенной модернизации.

Оглавление

Введение	5
1. Литературный патентный обзор.....	7
1.1. Куттер Л5-ФК1-Н.....	7
1.2. Вакуумный куттер ВК-125.....	10
1.3. Куттер серии «Катмастер - В».....	10
1.4. Куттеров типа ПБВ-1150	11
1.5. Куттер ДУО фирмы «Кремер-Греббе»	13
1.6. Куттер типа ТК фирмы «Стефан»	15
1.7. Куттеры серии УМ фирмы «Стефан»	17
1.8. Вакуумный куттер КСФ9.....	19
1.9. Куттер-мешалка РЗ-ФСЕ	20
1.10. Куттер-мешалка ЦФЛ400	22
1.11. Куттер ВИНД.....	24
2 Техничко-экономическое обоснование.....	27
3. Описание технологического процесса	28
3.1 Требования к сырью, вспомогательным материалам и готовой продукции.....	31
3.2. Оборудование, входящее в линию	34
3.2.1 Волчок К6-ФВП-120	34
3.2.2 Шприц-дозировщик гидравлический Е8-ФНЛ-01	35
3.2.3 Термокамера Я5-ФТГ	36
3.3. Операторная модель линии по производству вареной колбасы	38
4. Техническое описание и расчеты оборудования специальной части.....	41
4.1 Техническое описание куттера Л5 – ФКБ	41
4.1.1 Состав изделия	42
4.1.2 Устройство и работа изделий и составных частей.....	43
4.1.3 Принцип работы куттера Л5 – ФКБ	44
4.1.4 Описание проведенной модернизации.....	45
4.1.5 Техника безопасности при эксплуатации куттера.....	47
4.2. Расчет производительности куттера	47
4.3. Расчет привода ножевого вала.....	48
4.3.1 Кинематический и силовой расчет привода ножевого вала	48
4.3.2 Расчет клиноременной передачи привода ножевого вала	50

					ФИА 00.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Грязнов М.В.			«Проект куттера в линии производства вареных колбас производительностью 2,5 т/ч» Специальная часть: «Расчет и модернизация куттера»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Петров В.И.					3	124
Реценз.		.				КемТИПП гр. ПМз-0191		
Н. Контр.		Петров В.И.						
Утв.		Руднев С.Д.						

4.4	Расчет привода чаши.....	56
4.4.1	Кинематический и силовой расчет привода чаши	56
4.4.2	Расчет клиноременной передачи привода чаши.....	59
4.4.3	Расчет червячной передачи привода чаши	60
4.5.	Расчет привода механизма загрузки.....	66
4.5.1	Кинематический и силовой расчет привода механизма загрузки	66
4.5.2	Расчет клиноременной передачи привода механизма загрузки	68
4.5.3	Расчет 1 червячной передачи привода механизма загрузки	70
4.5.4	Расчет 2 червячной передачи привода механизма загрузки	74
4.6.	Расчеты на ЭВМ	77
4.6.1.	Расчет вала	77
5	Монтажный проект	82
5.1	Компоновка и анализ помещений	82
5.2	Расчет фундаментной площадки и болтов для крепления куттера Л5 - ФКБ.....	84
5.2.1	Расчет фундаментной площадки для куттера Л5 - ФКБ	84
5.2.2	Расчет фундаментных болтов для крепления куттера	88
5.3	Сетевой график монтажа куттера.....	90
6.	Безопасность жизнедеятельности.....	92
6.1	Условия труда.....	92
6.2	Потенциальные опасности и вредности проектируемого объекта	97
6.3	Безопасность производственного оборудования и технологических процессов.....	101
7.	Охрана окружающей среды	104
7.1	Технические средства защиты окружающей среды, мероприятия по защите воздушного бассейна.....	107
7.2	Гравитационная очистка газов	108
7.3	Мероприятия по охране водоемов от загрязнения и методы отчистки сточных вод	108
8.	Экономика	114
	Заключение	118
	Список используемой литературы	119
	Приложение.....	124

Введение

Мясная промышленность, одна из наиболее крупных отраслей пищевой промышленности, осуществляющая комплексную переработку скота. Предприятия Мясная промышленность производят заготовку и убой скота, птицы, кроликов и вырабатывают мясо, колбасные изделия, мясные консервы, полуфабрикаты, котлеты, пельмени, кулинарные изделия. Наряду с производством пищевых продуктов в Мясной промышленности вырабатываются сухие животные корма, ценные медицинские препараты, а также клеи, желатин и перопуховые изделия [66, 67].

Мясная промышленность имеет тесные экономические связи с колхозами и совхозами. Объёмы поставок сырья по количеству, ассортименту и срокам определяются совместными договорами контрактации. Внедряется система приёмки скота непосредственно в хозяйствах, доставка его средствами предприятий. Эта система делает хозяйственные связи более прочными, создаёт условия для перехода на систему заказов промышленности сельскому хозяйству. Для перевозки скота на предприятия применяются специализированные автомобильные скотовозы и оборудованные ж.-д. вагоны. Автомобильным транспортом перевозится около 70% скота. Перегон скота сокращается и составляет не более 10% [11].

Ветеринарно-санитарный надзор на предприятиях Мясная промышленность осуществляют отделы производственно-ветеринарного контроля (ОПВК). Основные обязанности ОПВК — ветеринарный осмотр убойных животных, ветеринарно-санитарная экспертиза мяса и изделий из него, проверка доброкачественности вырабатываемых мясных продуктов и их соответствия ГОСТу. Без разрешения ОПВК выпуск мясных продуктов не допускается. Деятельность ОПВК находится под надзором государственной ветеринарной инспекции и вышестоящих органов ведомственной ветеринарной службы [22, 66].

Существующее в настоящее время деление туш животных (крупного рогатого скота, лошадей, овец и коз) по категориям упитанности на основании стандартов Российской Федерации основано, главным образом, на оценке развития подкожного жира. Показатели оценки мясности туш по степени развития мышечной ткани в этих стандартах не конкретны, требуют глубоких знаний морфологии животных и определенных навыков.

В условиях конвейерного производства это часто ведет к субъективной оценке, а иногда и к неприятию во внимание степени развития мышечной ткани, что совершенно недопустимо [23].

Сегодня мировой рынок мясной продукции по праву считается одним из наиболее перспективных и бурно развивающихся. Об этом свидетельствует практика как российских, так и зарубежных компаний,

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

занимающихся животноводством, переработкой мясного сырья и реализацией мясных товаров. Состояние отечественной мясной отрасли зависит от политической и экономической ситуации, складывающейся в стране. По сути, это внешний фон, который сегодня можно оценивать как не совсем благоприятный: ни одна из основных проблем, определяющих динамику развития отрасли, так и не решена. В отрасли физический износ производственных фондов сегодня превышает 50%, значительная часть мощностей не загружена, низок уровень технологического оснащения, что снижает конкурентоспособность мясных товаров. При этом не уменьшается хронический дефицит оборотных средств, не создана эффективная система распределения мясных ресурсов. Тем не менее, мясное хозяйство России вносит важный вклад в обеспечение продовольственной безопасности государства. Несмотря на существенное снижение среднелетнего потребления мясных продуктов, роль мяса в белковом питании населения по-прежнему является ключевой [23, 67, 68].

В условиях современного рынка предприятия мясной промышленности оперируют разнообразными экономическими приемами, моделями, алгоритмами и методами при планировании и организации хозяйственной деятельности. Вместе с тем, в практике отечественных фирм применяется лишь малая доля передового экономического инструментария, слабо используются эффективные технологии повышения эффективности функционирования. Уменьшить некоторый дисбаланс между теоретическими наработками менеджмента и маркетинга и их практическим применением - важная задача, стоящая перед исследователями [1].

Современное состояние информационных технологий, средств контроля и измерения, оперативной обработки замеренных параметров, управление машинами с помощью микропроцессов, имеющих обратную связь с рабочими органами, позволяют создавать комплексно автоматизированные и роботизированные установки, комплексы, линии.

Мясоперерабатывающая промышленность вплотную подошла к созданию безлюдных технологии на базе машин – автоматов, роботов и транспортных систем, управляемых компьютером. В большей степени автоматизация процесса достигнута в технологиях, где сырье является гомогенной массой или штучными одинаковой формы изделия: котлеты, фрикадельки, сосиски консервы.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ножа на 60°. Для регулировки зазора между чашей и ножом в последнем изготовлено продолговатое отверстие. Ножи на втулке зажимают гайкой 8 и затем комплект устанавливают на консоль ножевого вала 15, имеющего шпонку. Втулку закрепляют в осевом направлении шайбой и стопорным винтом 7. Ножевой вал установлен в двух подшипниковых опорах, одна из которых смонтирована в консоли верхнего корпуса и состоит из двух радиально-упорных подшипников 14. От вытекания смазки, которая подается через масленку 13, подшипники защищены сальниковым и лабиринтным 12 уплотнениями. Вторая опора имеет один роликовый подшипник 18, запрессованный в стакан 19. Подшипник также защищен сальниковым 16 и лабиринтным уплотнениями [64].

Ножевая головка приводится во вращение от односкоростного асинхронного электродвигателя 41 мощностью 17 кВт через клиноременную передачу 21. Двигатель установлен на плите натяжного устройства. Частота вращения ножевого вала $35,15 \text{ с}^{-1}$ [11, 55, 64].

Чаша 26 приводится во вращение от электродвигателя 36 через клиноременную передачу 35 и червячный редуктор. Червяк 39 входит в зацепление с червячным колесом 33, вращающимся на оси 34. На ступице червячного колеса изготовлены зубья муфты 32, которая входит в зацепление с зубьями на второй полумуфте, установленной на шпонке вала 31 чаши. Этот вал входит в отверстие опоры 27, прикрепленной снизу к чаше. На опоре сделана проточка для кольца шарикового упорного подшипника 28. Второе кольцо этого подшипника устанавливают на крышке 29 редуктора. Опора вращается в подшипнике скольжения 30. Для натяжения ремней двигатель устанавливают на плиту 38. Электродвигатель асинхронный, двухскоростной с мощностью 1,6/2,3 кВт обеспечивает две скорости движения чаши с частотой 1,53 и $2,3 \text{ с}^{-1}$ [11, 55, 64].

Загрузку куттера осуществляют вручную, а разгрузку - с помощью механизма выгрузки, состоящего из алюминиевой тарелки 24, которая приводится во вращение от электродвигателя 5 через червячный редуктор 4. Тарелка закреплена на валу, который проходит через трубу 6 и соединяется с валом червячного колеса. Весь выгружающий механизм установлен с помощью двух осей 3 на кронштейне и может быть повернут в горизонтальной и вертикальной плоскости [11, 55, 64].

В момент загрузки и резания тарелка поднята вверх и не вращается. При выгрузке ее опускают в чашу и при этом электродвигатель привода тарелки включается автоматически. Скребок 25 счищает фарш с тарелки и направляет его в лоток 2.

Для обеспечения безопасности зона резания закрыта защитной алюминиевой крышкой 22, усиленной стальным листом 23. Продолжительность цикла от загрузки сырья до выгрузки фарша 5...7 мин, производительность (по сосискам) до 1000 кг/ч. Масса машины 1300 кг [11, 55, 64].

						ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

1.2. Вакуумный куттер ВК-125

Он состоит из корпуса 1, в котором смонтированы приводы ножевого вала и чаши. Чаша вращается в вакуумном корпусе 7, который герметизируют крышкой 3 и уплотнением 8. Крышка закреплена на рычаге 4, который соединен со штоком гидроцилиндра. Чаша приводится во вращение двухскоростным асинхронным электродвигателем, а ножевой вал - от двигателя постоянного тока. При этом скорость резания может быть бесступенчато изменена от 13 до 130 м/с, при наибольшей частоте вращения $83,3 \text{ с}^{-1}$.

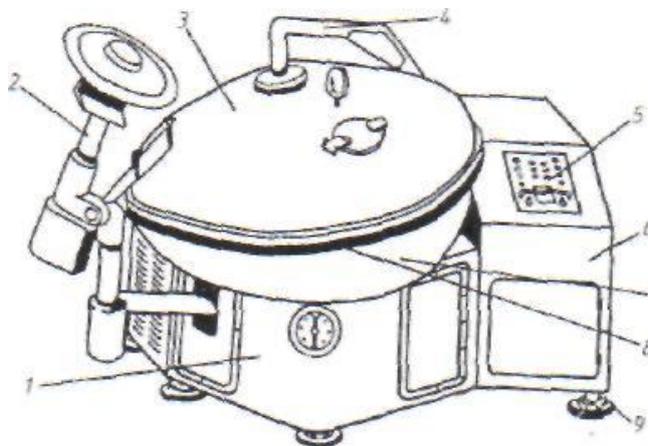


Рисунок 1.2 - Вакуумный куттер ВК-125:

- 1 - корпус; 2 - механизм выгрузки; 3 - вакуумная крышка; 4 - рычаг;
5 - пульт управления; 6 - машинный отсек; 7 – вакуумный корпус;
8 - вакуумное уплотнение; 9 - виброопоры.

Предусмотрена возможность перемешивания без резания при обратном направлении вращения ножей. Общая мощность электродвигателей приводов 37 кВт. При загрузке и выгрузке продукта крышку открывают, выгрузку производят тарелкой механизма 2. Режим куттерования может регулироваться в ручном или автоматическом режиме с пульта 5 [25].

1.3. Куттер серии «Катмастер - В»

Современный вакуумный варочный куттер серии «Катмастер-В» фирмы «Кремер-Греббе» (Германия) (рисунок 1.3). Он состоит из станины 8, вакуумного корпуса 2 и крышки со смотровым окном 4. К корпусу прикреплен моторный отсек 6, в котором расположен электродвигатель привода ножевого вала. Могут быть установлены два вида электродвигателей:

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

двухскоростной асинхронный мощностью 130/175 кВт или постоянного тока мощностью 190 кВт. Частота вращения ножевого вала бесступенчато может быть изменена с 0,83 до 40 с⁻¹. При этом наибольшая скорость резания составляет 144 м/с. Ножевой вал оснащен электромагнитным тормозом, останавливающим ножи в течение нескольких секунд. Привод чаши имеет двухскоростной асинхронный двигатель. Куттер оснащен гидравлическим подъемником-опрокидывателем 9 с тележкой 7 и механизмом выгрузки, имеющим коническую тарелку 5.

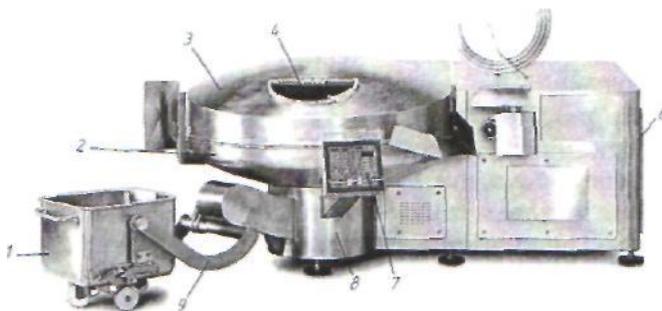


Рисунок 1.3 - Вакуумный куттер серии «Катмастер В»
 1 - тележка; 2 - вакуумный корпус; 3 - вакуумная крышка;
 4 - смотровое окно; 5 - тарелка выгрузителя; 6 - моторный отсек;
 7 - пульт управления; 8 - станина; 9 - подъемник-опрокидыватель

Управляют куттером с пульта 7 в двух режимах: ручном и автоматическом. Автоматический режим производят микропроцессором, имеющим несколько программ. В программах записаны все функции исполнительных механизмов куттера: скорость ножевого вала, чаши, подача воды, разгрузка. Продолжительность процесса куттерования связывается с видом исходного сырья и конечной продукции. В процессе регулируется температура фарша, для чего куттер оснащен датчиком температуры, связанным с пультом управления.

Для осуществления варки предусмотрены вводы для подачи пара, удаления конденсата, циркуляции охлаждающей воды. Куттер имеет вводы для подачи паров жидкого азота для охлаждения фарша в процессе куттерования. Масса куттера 5160 кг [25].

1.4. Куттеров типа ПБВ-1150

Фирма «Альпина» (Швейцария) (рисунок 1.4) выпускает серию куттеров типа ПБВ-1150, имеющих оригинальную конструкцию ограждающих элементов и привода чаши. Все механизмы собраны на

станции 1 куттера, сваренной из стальных профилей и облицованных стальными нержавеющейими листами. На станции Закреплены вертикальные стойки 4, на которых на осях установлены крышки 5 чаши, задняя 6 и передняя 9 вакуумные крышки. Спереди куттера шарнирно закреплен вакуумный корпус чаши 12. Все эти ограждающие элементы перемещаются гидравлическими механизмами. В рабочем положении чаша закрыта крышкой 5. Вакуумный корпус образуется при опускании задней крышки 6, которая прижимается к верхней плоской поверхности 2 станины при поднятии вакуумного корпуса 12. Их торцевые поверхности снабжены уплотнителями. После загрузки чаши с помощью подъемника 13 закрывают переднюю вакуумную крышку 9, что создает внутреннее герметичное пространство. Куттеры имеют механизм выгрузки 10 и пульт управления 12.

На схеме показана станина 4 и вертикальная стойка 6 с осями 8, к одной из которых прикреплена передняя вакуумная крышка 9. Приводы ножевой головки 7 и чаши 13 установлены под верхней поверхностью 5 станины. Привод ножевого вала состоит из двух- или трехскоростного электродвигателя 16, соединенного с ножевым валом 11 плоскоременной передачей 15. По сравнению с клиноременной, эта передача уменьшает потребление энергии на 3 %. Ножевую головку собирают из ножей. Ножи не требуют регулировки зазора с чашей. Закрепляют комплект ножей на валу с помощью механического или гидравлического зажимного механизма, что позволяет при небольших усилиях менять головку за 3 мин [25].

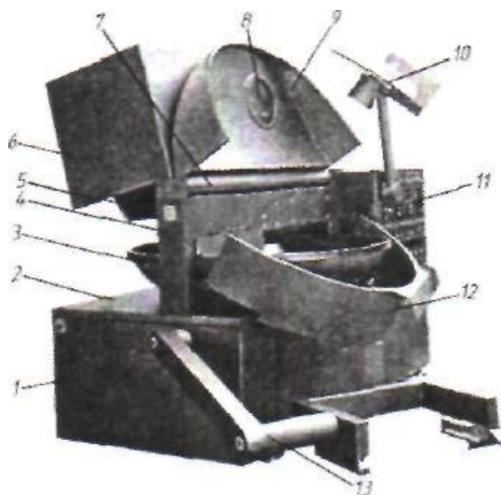


Рисунок 1.4 - Вакуумный куттер типа ПБВ-1150

1 - станина; 2 - верхняя поверхность станины; 3 - чаша; 4 - стойка;
5 - крышка чаши; 6,9 - задняя и передняя вакуумные крышки; 7- ось;
8 - окно; 10 - механизм выгрузки; 11 - пульт управления; 12 - вакуумный корпус чаши; 13 - подъемник

Чаша установлена на радиально-упорном шариковом подшипнике 14 и приводится во вращение от двухскоростного мотор редуктора 1. На валу

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.6. Куттер типа ТК фирмы «Стефан»

Куттер типа ТК фирмы «Стефан» (Германия) (рисунок 1.7) является универсальной машиной периодического действия, предназначенной для производства сосисок, колбас и ливерных изделий. Куттер состоит из цилиндрического корпуса 9, внутри которого размещен режущий и подающий механизм. Режущий механизм имеет четыре или шесть серповидных ножей 7, закрепленных спирально на валу.

Режущую кромку ножей выполняют по непрерывной кривой или в виде ломаной линии, состоящей из трех-четырёх отрезков. Ножевой вал проходит через дно 5 корпуса и соединяется с валом двухскоростного асинхронного электродвигателя. Ножевая головка установлена эксцентрично в корпусе, и зазор между внешними кромками ножей и обечайкой равен ширине транспортирующей лопасти 4. Лопасть прикреплена перпендикулярно к рычагу 3, ступица 2 которого, в свою очередь, установлена на подшипниках и соединена с выходным валом приводного механизма.

Обечайка корпуса спереди имеет фланец с кольцевой проточкой, в которую вставляют резиновый вакуумный уплотнитель 5. В нижней части обечайки проделано прямоугольное отверстие, которое закрывается шибером 9. Через это отверстие происходит выгрузка измельченного продукта. Приводной механизм лопасти состоит из асинхронного электродвигателя 2 и червячного редуктора 1, которые закрепляют на наружной стороне крышки корпуса 4. Крышка установлена на петле, и ее открывают при техническом обслуживании или ремонте машины. В рабочем состоянии крышку прижимают к корпусу откидными болтами 3.

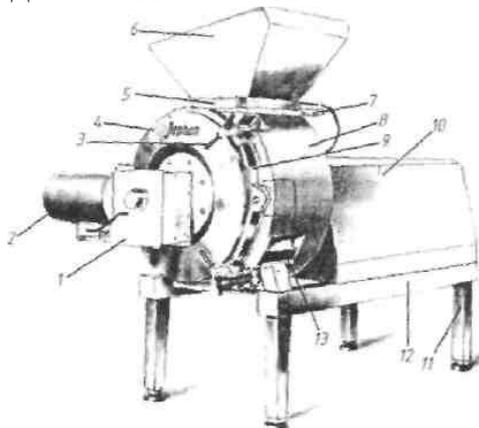


Рисунок 1.7 - Куттер типа ТК фирмы «Стефан»

- 1 - червячный редуктор; 2 - электродвигатель; 3 - откидной болт;
4 - крышка корпуса; 5 - корпус шибера загрузки; 6 - бункер;
7 - гидроцилиндр шибера загрузки; 8 - тепловая рубашка корпуса;
9 - корпус; 10 - моторный отсек; 11 - стойка; 12 - рама; 13 - металлорезиновый амортизатор

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

15

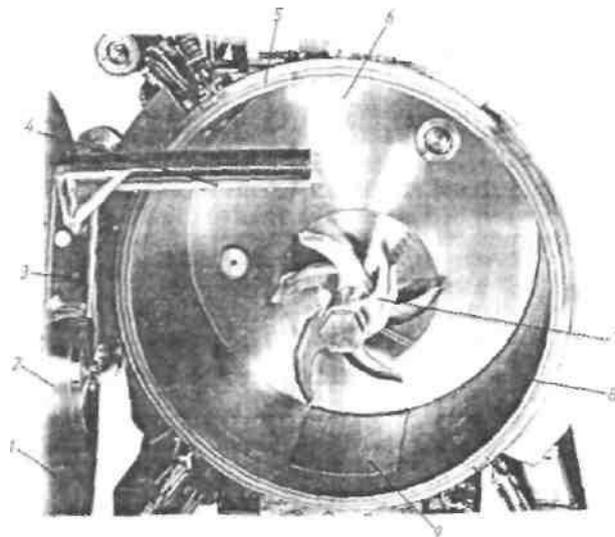


Рисунок 1.8 - Режущий и транспортирующий механизмы куттера типа ТК фирмы «Стефан»

1 - крышка корпуса; 2 - ступица вала лопасти; 3 - рычаг; 4 - лопасть; 5- резиновый уплотнитель; 6 - дно корпуса; 7 - нож; 8 - обечайка корпуса; 9 - шибер для выгрузки продукта.

Корпус изготовлен из нержавеющей стали, и снаружи к нему приварена рубашка 8, в которую при необходимости подают пар для нагрева или воду для охлаждения. В корпусе предусмотрены вводы для подачи пара непосредственно в продукт.

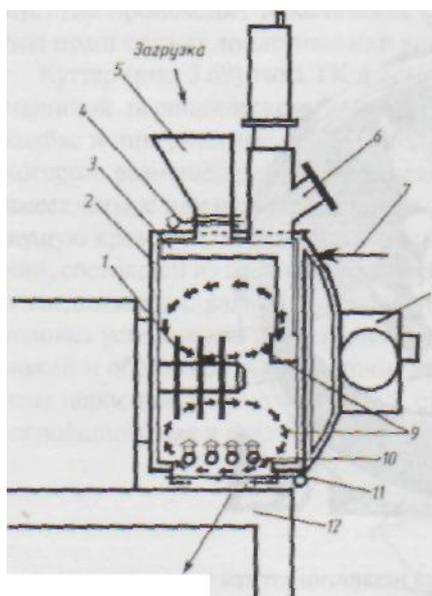


Рисунок 1.9 - Технологическая схема куттера типа ТК фирмы «Стефан»

1 - ножевая головка; 2 - рубашка; 3 - транспортирующая лопасть; 4- шибер загрузки; 5 - бункер; 6 - патрубок для вакуумирования; 7- подвод пара и воды в рубашку; 8 - привод транспортирующей лопасти; 9 - направление циркуляции продукта; 10 - форсунки для пара; 11 - шибер для выгрузки; 12 - рама.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

16

В верхней части обечайки корпуса изготовлено прямоугольное отверстие, над которым смонтирован бункер 4 для загрузки исходного сырья. Под бункером в корпусе 5установлен шибер, который перемещается штоком гидроцилиндра 7.

Корпус с помощью метало резиновых амортизаторов 13 закреплен на сварной раме 12, к которой прикреплены стойки 11 с регулируемыми опорами. На раме закреплен и моторный отсек 10, в котором размещены электродвигатели ножевой головки, гидростанция, вакуумный насос.

Куттер управляется вручную или автоматически с помощью микропроцессора с пульта, расположенного рядом с машиной.

После загрузки через бункер 5предварительно измельченного сырья и герметизации внутренней полости шибером через патрубок 6 удаляют воздух и производят измельчение ножевой головкой 1 при подаче сырья транспортирующей лопастью 3. Возможна подача в корпус инертных газов. При производстве колбас с добавками (шпик, кусочки мяса) после измельчения их добавляют в камеру и перемешивают лопастью. Если требуется более тонкое измельчение, предусмотрена возможность присоединения снизу к камере соответствующего измельчителя. Возможна и установка фаршевого насоса.

При производстве колбас и паштетов, содержащих ливер, измельчение продукта сопровождается нагревом через рубашку 2 или прямым подводом пара через форсунки 10. После варки продукт охлаждают водой, подаваемой в рубашку.

Куттеры серии ТК фирмы «Стефан» изготавливают с емкостью камеры 200...850л, при этом мощность двигателя со скоростями 25/50 с-1 изменяется от 54 до 135 кВт. Мощность привода транспортирующей лопасти меняется от 3 до 12,5 кВт [11].

1.7. Куттеры серии УМ фирмы «Стефан»

Куттеры серии УМ фирмы «Стефан» (Германия) (рисунок 1.10) имеют вертикально поставленный овальный корпус. Куттер УМ80 с емкостью камеры 80 л. Он состоит из литой рамы 1, на которой в подшипниках скольжения на оси установлен корпус 4. К корпусу снизу прикреплен двухскоростной электродвигатель 2 с частотой вращения вала 25/50 с⁻¹ и мощностью 20/25 кВт. На валу двигателя внутри корпуса установлены два серповидных ножа. Для создания циркуляции измельчаемого продукта ножи устанавливают не горизонтально, а наклонно под углом 20...25° к оси [11].

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

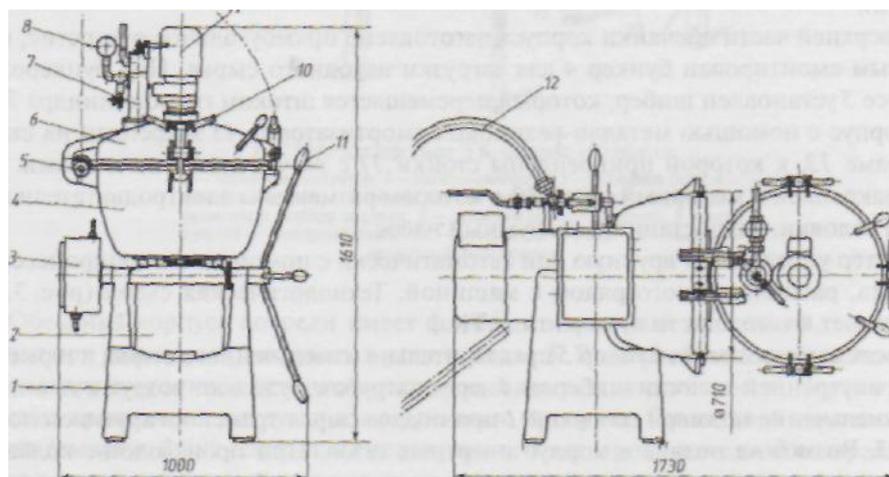


Рисунок 1.10 - Куттер УМ80 фирмы «Стефан»:
 1 - рама; 2- мотор ножевой головки; 3- распределительная коробка гидравлики; 4 - корпус; 5- ось; 6- крышка; 7- патрубок для вакуумирования;
 8 - вакуумметр; 9 - мотор-редуктор мешалки; 10 - откидные болты;
 11 - рукоятки; 12 - шланги для подачи пара и воды

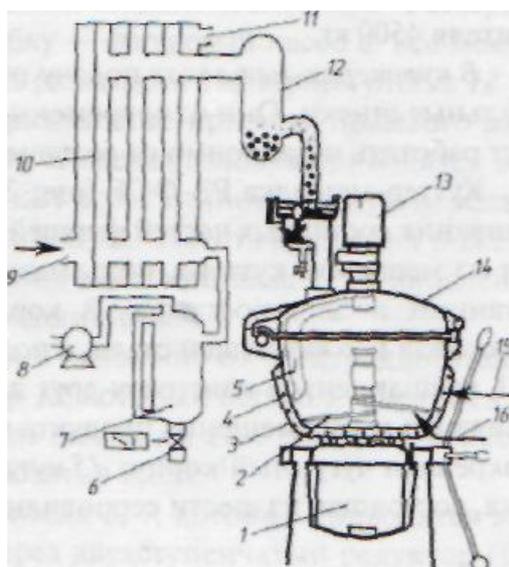


Рисунок 1.11 - Технологическая схема куттера УМ 80 фирмы «Стефан»: 1 - электродвигатель ножевого вала; 2- нож; 3, 4 - внешняя и внутренняя обечайка корпуса; 5 - лопасть; 6 - соленоидный клапан;
 7 - сборник конденсата; 8- вакуумный насос; 9, 11 - патрубки подвода и отвода охлаждающей воды; 10 - трубчатый конденсатор; 12 - ловушка-расширитель; 13 - мотор-редуктор; 14 - крышка; 15 - подвод в рубашку пара или холодной воды; 16 - подвод пара непосредственно в продукт

Сверху на корпусе на оси 5 установлена крышка 6. При загрузке и выгрузке крышку открывают, а при рабочем режиме закрывают и прижимают откидными болтами 10. Герметизируется стык резиновым

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

18

жгутом, который устанавливают во фланец крышки. При разгрузке рукояткой 11 поворачивают корпус в горизонтальное положение.

Сверху в центре крышки установлен мотор-редуктор 9 мощностью 1,5 кВт, на выходном валу которого закреплена плоская лопасть, перемешивающая продукт. Для подсоединения к вакуумной магистрали на крышке установлен патрубок 7. Давление измеряют вакууметром 8.

На видны куттере можно измельчать и эмульгировать мясные фарши, перемешивать их с добавками, вакуумировать объем или проводить обработку под инертным газом; осуществлять нагрев фарша через рубашку или вводом пара непосредственно в продукт. В связи с этим в машине имеются два серповидных ножа 2, приводимых в движение электродвигателем 1, и перемешивающая плоская лопасть 5, закрепленная на выходном валу мотор редуктора 13.

Корпус состоит из внутренней 4 и внешней 3 обечаек, образующих рубашку, в которой может циркулировать пар или холодная вода, для чего предусмотрены отдельные подводы 15. Предусмотрены вводы 16 для подачи пара непосредственно в продукт.

Вакуумная система куттера состоит из вакуумного насоса и трубчатого конденсатора 10, соединенного с крышкой 14 через ловушку-расширитель 12, в которой задерживаются частицы материала. Пар конденсируется холодной водой, которая подводится через патрубок 9 и отводится через патрубок 11. Конденсат собирается в сборник 7 и периодически выводится из него через соленоидный клапан 6.

Куттеры серии УМ фирмы «Стефан» (Германия) выпускают с объемом корпуса от 18 до 130 л. При емкости чаши менее 40 л лопасть приводится вручную, для чего устанавливают на оси мешалки рукоятку [11].

1.8. Вакуумный куттер КСФ9

Вакуумный куттер КСФ9 фирмы «Карл Шнель» (Германия) имеет вертикальный неподвижный цилиндрический корпус с коническим днищем. На коническом днище установлены две режущие головки, состоящие каждая из трех двойных серповидных ножей, установленных непосредственно на валах двух электродвигателей мощностью 74 кВт и частотой вращения 48 с^{-1} . Измельчаемое сырье подается к ножам спиральным шнеком, приводимым в действие электродвигателем мощностью 1 кВт. Кроме того, в корпусе установлена лопастная мешалка, которая производит очистку стенок и перемешивание сырья. Мощность привода мешалки 5,5 кВт [11].

Загрузку сырья в корпус производят подъемником-опрокидывателем при открытой крышке, затем корпус герметизируют, производят удаление воздуха и включают механизмы резания и перемешивания.

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

навстречу друг другу, что обеспечивает одновременное перемешивание и перемещение продукта вдоль дежи. На передней торцевой стенке дежи закреплен чугунный корпус 15 куттера, внутри которого вращается ножевая головка, состоящая из шести серповидных ножей. Ножи закреплены на консоли ножевого вала, проходящего снизу дежи от моторного отсека 12. Корпус куттера закрывают крышкой 7 и затягивают откидными болтами 8. На корпусе установлен механизм блокировки, исключающий запуск ножей при открытой крышке.

В передней стенке дежи имеются два окна, через которые фарш подается в куттер и удаляется из него. Для регулирования расхода фарша окна снабжены двумя шиберами, перемещаемыми гидроцилиндрами и. Управление шиберами ведется с пульта 3. Загрузку фарша производят встроенным подъемником-опрокидывателем 9. Подъемник с помощью гидроцилиндра 10 поднимает стандартную тележку 11 и опрокидывает ее в дежу.

Выгрузка фарша производится через отверстие 14 в нижней части дежи. К отверстию присоединен патрубок с шибром, а к патрубку - фаршевый насос 6. Все механизмы смонтированы на станине 5, а силовая часть размещена в моторном отсеке 12.

Куттер-мешалка РЗ-ФСЕ (рисунок 1.13) имеет отдельные приводы ножевого вала, мешалки, фаршевого насоса и гидростанции. Ножевая головка приводится во вращение электродвигателем мощностью 55 кВт через клиноременную передачу, состоящую из шкивов 23, 26 и клиновых ремней 25. Частота вращения ножей $24,3 \text{ с}^{-1}$. Шкив 2 закреплен на консольном конце ножевого вала 1, установленного в радиальном 24 и радиально-упорном подшипниках.

Спиральные шнеки 20 мешалки приводятся в движение от электродвигателя мощностью 5,5 кВт через муфту 16 и редуктор 18, который цепью 19 соединен с ведущим валом зубчатой передачи, состоящей из шестерни 21 и зубчатого колеса 27. Шнеки вращаются навстречу друг другу с частотой $0,65 \text{ с}^{-1}$.

Фаршевый насос имеет два кулачка-вытеснителя 6, 7, которые приводятся во встречное движение от электродвигателя 11 через двухступенчатый редуктор (9, 10, 12, 13) и зубчатую передачу 8, 14.

Сырье подъемником загружают в дежу, добавляют остальные ингредиенты фарша. В процессе перемешивания открывают торцевые шиберы, и сырье одним шнеком подается через окно к вращающимся ножам. Происходит измельчение. Измельченный фарш центробежными силами выдавливается через второе окно в дежу к шнеку, который продолжает перемешивание и перемещает фарш вдоль дежи. После окончания процесса перемешивания-измельчения торцевые шиберы закрывают и открывают шибер фаршевого насоса. Происходит выгрузка продукта [11].

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Производительность машины до 3000 кг/ч, установочная мощность электродвигателей 93 кВт, масса 2150 кг.

В процессе эксплуатации куттера Л5 – ФКБ на предприятии были отмечены такие недостатки как: точность дозирования лядиной воды, а также влияние работы приводного устройства на качество измельчаемого продукта. Анализ литературного обзора показал, что в ряде рассмотренных конструкции куттеров различных фирм были отмечены в качестве улучшающих фактов получаемого полуфабриката, а именно на стадии дозирование воды, устанавливается насос – дозатор, что обеспечивает равномерную подачу и улучшает тем самым качество фарша.

Также в ряде конструкций в приводных устройствах натяжение осуществляется с помощью специальных натяжных устройств это обеспечивает регулировку натяжения ремней. Анализ приведенных выше конструкций послужил основой для проведение модернизации.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2 Технико-экономическое обоснование

Мясная промышленность, одна из наиболее крупных отраслей пищевой промышленности, осуществляющая комплексную переработку скота. Предприятия мясной промышленности производят заготовку и убой скота, птицы, кроликов и вырабатывают мясо, колбасные изделия, мясные консервы, полуфабрикаты, котлеты, пельмени, кулинарные изделия. Наряду с производством пищевых продуктов в Мясной промышленности вырабатываются сухие животные корма, ценные медицинские препараты, а также клеи, желатин и перопуховые изделия [26, 66].

При производстве отдельных видов мясных продуктов, в частности бесструктурных колбас, сосисок и сарделек, требуется тонкая степень измельчения мясного сырья, обеспечивающая его превращение в однородную гомогенную массу и обладающая определенными свойствами.

Для этого применяются машины тонкого измельчения, в частности куттеры, которые позволяют измельчать сырье до размера частиц 1-0,04 см.

Процесс измельчения мясного сырья на куттере называют куттерованием, и является важной и ответственной операцией и имеет первостепенное значение в образовании белковых дисперсионных систем, типа колбасных фаршей, с заданными структурно-механическими свойствами. От качества его выполнения зависят выход и качество готовой продукции, а именно, структура и консистенция.

В машинно-аппаратурную схему производства вареных колбас входит такой комплекс оборудования как волчок, шпикорезка, фаршемешалка, куттер, ледогенератор, шприц и термокамера. Куттер является ведущей единицей оборудования входящей в данную линию.

Однако не всегда имеется возможность получить высокое качество измельчаемого продукта т.к. в процессе работы приводное устройство (ременная передача) не обеспечивает необходимую частоту вращения ножевой головки, т.е. возникает проскальзывания ремней. В связи с этим в данной конструкции предлагается провести модернизацию с целью улучшения качества готового фарша.

Поэтому привод ножевого устройства предлагается изменить следующим образом. Осуществить усиления натяжения ремней с помощью дополнительного натяжного устройства, что позволит повысить эффективность передачи вращательного момента и как следствие улучшение качества измельчаемого продукта.

В результате осуществления модернизации в куттере улучшится качество измельчаемого продукта и увеличится срок службы приводного механизма ножевого устройства. С увеличением качества измельчаемого продукта улучшится структура готовых колбасных изделий [28].

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

3. Описание технологического процесса

Варёные колбасы - это изделия, которые вырабатываются из измельчённого мяса, шпика, пряностей и других продуктов, заключённые в оболочку и подвергнутые обжарке, варке и охлаждению. Варёные колбасы имеют упругую консистенцию, особый вкус и аромат с выраженным вкусом пряностей свойственным данному виду продукта.

Машинно-аппаратурная схема линии производства вареной колбасы представлена на рисунке 3.1 [29].

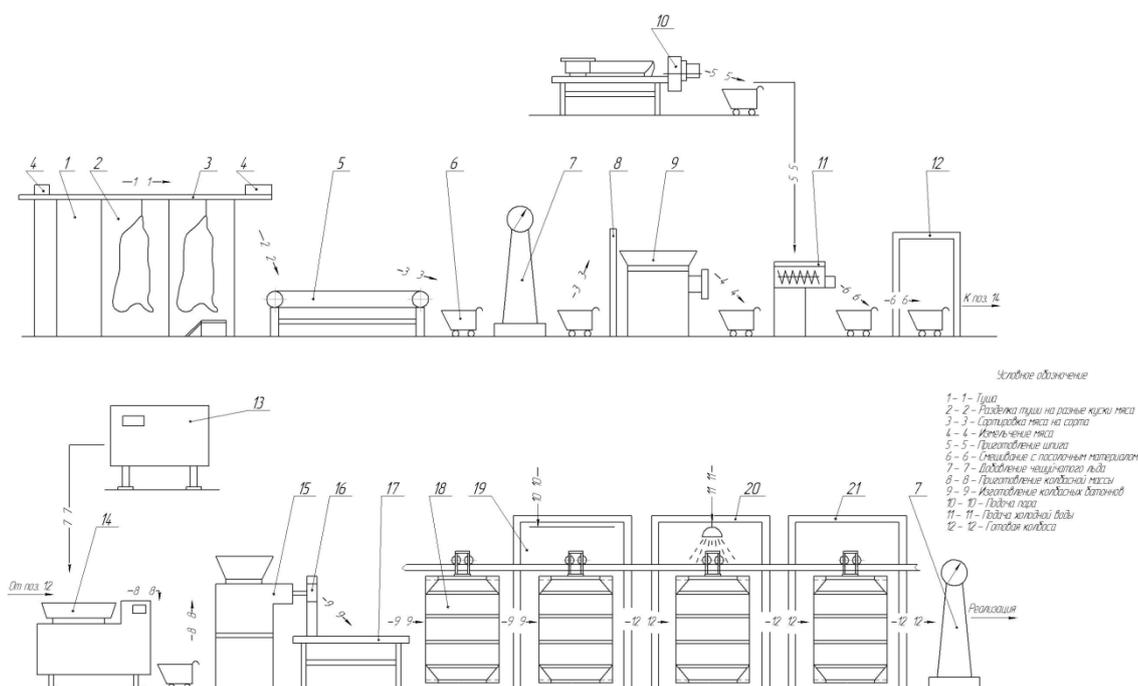


Рисунок 3.1 - Машинно-аппаратурная схема линии производства вареной колбасы

- 1 – камера размораживания; 2 – камера накопления; 3 – подвесной путь; 4 – многорельсовые весы; 5 – конвейерный стол; 6 – тележка накопитель; 7 – товарные весы; 8 – подъемник; 9 – волчек; 10 – шпигорезка; 11 – фаршмешалка; 12 – камера посола; 13 – льдогенератор; 14 – куттер; 15 – вакуумный шприц; 16 – клипсатор; 17 – стационарный стол; 18 – рама; 19 – термокамера; 20 – камера охлаждения; 21 – камера хранения.

Для производства колбасных изделий мясное сырье поступает в виде говяжьих, свиных полутуш и мороженных блоков из жилованного мяса. По термическому состоянию: полутуши охлажденные или замороженные. Замороженные полутуши подвергаются размораживанию на подвесных путях в специально оборудованных камерах ускоренным способом при температуре

нарезается на кубики размером 25x25мм на стационарном столе и охлаждается до температуры 0.. 4 °С [29].

Приготовление белково-жировой эмульсии осуществляется в куттере 14, в который закладываются куски шпика, добавляется 1/3 холодной воды и производится обработка в течение 0,5-1,0 мин, затем добавляется 1/3 часть воды температурой 30-35 °С. Продолжают вести обработку в течение 5-10 минут до температуры эмульсии 35-40 °С. В конце куттерования добавляется оставшаяся 1/3 часть воды в виде льда для снижения температуры до 12-15 С. Полученную эмульсию выгружают в тележки и направляют в камеру охлаждения. БЖЭ может быть использована после хранения при температуре 0.. 4 °С не позднее 3 суток.

Приготовление фарша.

Перед составлением фарша мясное сырье, соль, пряности и другие компоненты взвешивают в соответствии с рецептурой.

В куттер вносится говядина, поваренная соль, нитрит натрия, фосфаты, каррагинан, часть воды и льда (2/3) порциями, гель и куттеруются в течение 3-4 минут, затем добавляется свинина, БЖЭ, специи, оставшаяся вода и лед, за 30 секунд до конца куттерования вносится шпик. Общая продолжительность куттерования составляет 10 мин. Конечная температура фарша не более 12 °С [29].

Куттерование представляет собой механическое измельчение сырья (гомогенизацию), сопровождающееся формированием стабильной водно-белковой эмульсии с определенными реологическими (липкость, пластичность), технологическими (водосвязывающая способность) и органолептическими (однородность, нежность) показателями. При гомогенизации сырья происходит разрушение морфологической структуры тканей, разволокнение отдельных структурных элементов, экстракция растворимых миофибриллярных и саркоплазматических белков, их гидратация и растворение, диспергирование жира, связывание воды, образование структурной белковой матрицы и, собственно, водно-белково-жировой эмульсии, перемешивание, нагрев [29].

Процесс измельчения сырья и образования мясной эмульсии протекает в три фазы. На первой (2-3мин) преобладает механическое разрушение клеточной структуры тканей, мышечные волокна разрушаются, их содержимое вытекает. Происходит экстракция белков в водную фазу. На второй фазе мышечные белки начинают интенсивно набухать, связывать добавляемую в мясную систему воду: идет вторичное структурообразование белков между собой и образование матрицы эмульсии, увеличивается величина водосвязывающей способности системы. На третьей фазе при продолжающемся измельчении сырья происходит частичное диспергирование жира с образованием мелкодисперсных жировых шариков, которые соединяются с белковым каркасом - образуется эмульсия [29].

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

Наполнение оболочек фаршем. Подготовка искусственных оболочек: оболочки поступающие в рулонном виде, предварительно нарезаются на отрезки необходимой длины и замачиваются с проливанием воды внутрь рукава при $t=20$ С. Фарш из куттера с помощью тарельчатого выгрузателя выгружается в тележки. Фарш из тележек с помощью подъёмо-опрокидывателя подается в приемную воронку шприца 15, при помощи которого производится наполнение оболочек фаршем по давлением 1,1 МПа с 10% переполнением, с помощью клипсатор на концы оболочки накладываются клипсы. Затем батоны попадают на стол где вручную навешиваются на вешала и устанавливаются на рамы таким образом, чтобы они не соприкасались друг с другом [29].

Рамы с нашприцованным в оболочку сырьем направляют на термообработку в термокамеру 19. Это заключительная фаза обработки сырья, сопровождающаяся физико-химическими, биохимическими, ферментативными, структурными и другими изменениями продукта, существенно влияющими на его выход, вкусовые и пищевые достоинства, в результате проведения которой, продукт приобретает готовый вид.

Для колбасных изделий в искусственной оболочке варка это процесс многоступенчатый с постепенным повышением температуры это необходимо для исключения производственных дефектов: усадка, сморщивание и разрыв оболочки, наличие бульоно-жировых отеков, кусочков оплавленного шпика, появление серых пятен на разрезе.

После термообработки готовую продукцию охлаждают под душем до температуры 8 – 15 °С, вода подается через форсунки, установленные в потолке 20. Продолжительность охлаждения 10-15 мин. Затем продукцию отправляют на охлаждение на воздухе, которое осуществляется в камере охлаждения до температуры 0-8 °С, после охлаждения колбасы подаются в камеру хранения 21, где готовая продукция на столе укладывается в ящики и отправляется на реализацию [29].

3.1 Требования к сырью, вспомогательным материалам и готовой продукции

Колбасными изделиями называют изделия, приготовленные на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергнутые тепловой обработке до готовности к употреблению [30, 56, 61].

Для выработки колбасных изделий используют сырье от здоровых животных без признаков микробиальной порчи и прогоркания жира. Загрязнения, побитости, кровоподтеки, клейма должны быть удалены. Туши без запаха в глубине, но с поверхностным ослизнением, плесенью и

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

темно-коричневого цвета с красноватым или коричневатым оттенком. Влажность должна быть не более 12%, общая зола составляет не более 6%.

Кориандр по ГОСТ 29055-91, содержит 0,8-1,15% эфирного масла. Представляет собой плоды однолетнего растения. Допускается расколотых плодов не более 10%, незрелых 10%.

Орех мускатный ГОСТ 29048-91, это плод мускатного дерева, основным ароматическим вкусовым веществом является эфирное масло (10-15%) широко применяют для придания изделиям остроты вкуса и аромата.

Яйца куриные пищевые по ГОСТ 27583-88.

Техническими условиями (ТУ 10.02.01.70-88) на меланж яичный регламентируется цвет, запах, вкус и консистенция, содержание влаги, жира и белковых веществ, а также величина рН, кислотность, температура внутри продукта. В меланже не допускаются следы свинца, который может переходить в него при длительном хранении в жестяной таре, а также патогенные и гнилостные бактерии.

Молоко коровье сухое цельное по ГОСТ 4495-87 или обезжиренное по ГОСТ 10970-87.

Кишечные оболочки (черевы свиные по ГОСТ 16402-70), применяемые в колбасном производстве, должны быть хорошо очищены от содержимого, без запаха разложения и патологических изменений [61].

Искусственные оболочки должны быть стандартных размеров (диаметр, толщина), достаточно прочными, плотными, эластичными, влаго- и газопроницаемыми (для копченых колбас), обладать хорошей адгезией, устойчивыми к действию микроорганизмов и хорошо храниться при комнатной температуре. Для каждого вида и сорта колбасных изделий используют оболочку определенного вида и калибра [30].

В соответствии со стандартом к готовой продукции предъявляются следующие требования [61].

Поверхность колбасных изделий должна быть чистой, сухой, без повреждений, пятен, слипов, стеков жира или бульона под оболочкой, наплывов фарша над оболочкой, плесени и слизи. Оболочка должна плотно прилегать к фаршу, за исключением целлофановой [61].

Колбасные изделия должны иметь упругую, плотную консистенцию. На разрезе продукта фарш монолитный. Цвет продуктов на разрезе равномерный, розовый или красный, без серых пятен [61].

Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без признаков затхлости, кислотности. Вкус в меру соленый у вареных колбас, у полукопченых и копченых колбас — солоноватый, острый, с выраженным ароматом копчения. Запах вареных изделий должен быть приятным. Изделия не должны иметь постороннего привкуса и запаха [30].

Мясопродукты должны содержать определенные количества соли, влаги, крахмала, нитрита в соответствии со стандартом [61].

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

3.2. Оборудование, входящее в линию

3.2.1 Волчок К6-ФВП-120

В волчке К6-ФВП-120 рисунок 3.2 подающий 5 и питающий 8 шнеки установлены в линию, но вращаются с разными скоростями. У волчка сварная станина 1, на которой установлен корпус цилиндра 6 с внутренними винтовыми ребрами 7. Спереди в корпус вставляют гильзу 2, в которой установлены решетки режущего механизма 3. Ножи закрепляют на хвостовике шнека. К корпусу шнеков 15 прикреплен корпус подшипников 12. В корпусе на подшипниках установлен промежуточный полый вал, в котором вращается приводной вал подающего шнека.

Подающий шнек состоит из двух частей: сплошного вала 9 и собственно шнека 5. Сплошной вал муфтой соединен с приводным валом. Привод подающего шнека состоит из электродвигателя 14 и клиноременной передачи 13, ведомый шкив которой установлен на приводном валу. Спираль питающего шнека 8 соединена с полым валом и вращается снаружи вала подающего шнека.

Приводится в движение питающий шнек от автономного мотор-редуктора 11 через цепную передачу. Мясо в волчок поступает через загрузочную горловину 10. Суммарная мощность электродвигателей 18,5 кВт [25].

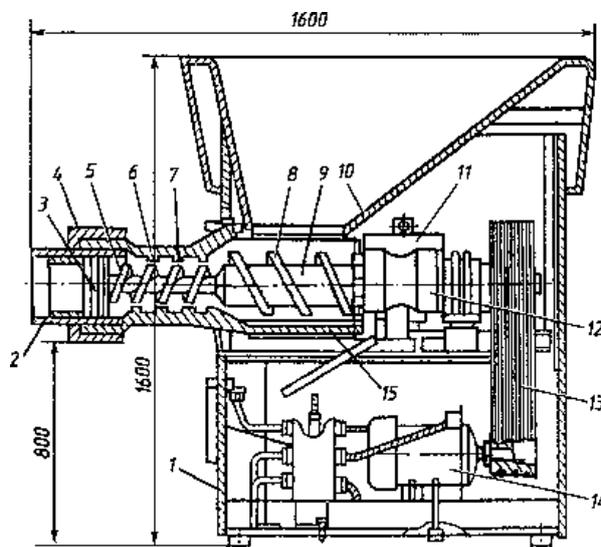


Рисунок 3.2 - Волчок К6-ФВП-120

- 1 - станина; 2 - гильза; 3 - режущий механизм; 4 - накидная гайка;
5- подающий шнек; 6- корпус цилиндра; 7 - ребро; 8- питающий шнек;
9- сплошной вал; 10 - загрузочная горловина; 11 - мотор-редуктор;
12 - корпус подшипников; 13 - клиноременная передача;
14 - электродвигатель; 15 - корпус шнеков

3.2.2 Шприц-дозировщик гидравлический Е8-ФНЛ-01

Шприц-дозировщик гидравлический Е8-ФНЛ-01 (рисунок 3.3) состоит из станины, фаршевого цилиндра, силового гидроцилиндра, поршней, дозирующих устройств и гидроцилиндра, регулятора доз, электродвигателя, шестеренчатого насоса, подколенного рычага, дозирочного стакана, цевки, шкафа с электроаппаратурой, крышки, бункера и зеркала [73].

Фарш загружают в бункер, включают электродвигатели приводов шестеренчатого и вакуумного насосов. В поршневой полости цилиндра образуется вакуум, конусный клапан опускается вниз, и фарш через кольцевую щель втягивается в цилиндр. Загрузка продолжается до тех пор, пока не загорится сигнальная лампочка и золотниковый шток не поднимется в исходное положение. Переключением подколенного рычага золотника включается шприц. Гидромотор сообщает вращение валу с закрепленной на нем цевкой и передает реверсивное движение дозирочному стакану. Последний начинает вращаться вокруг оси в тот момент, когда его отверстие совмещается с отверстием фаршевого цилиндра, и фарш под давлением поступает в полость стакана, начинает давить на дозирочный поршень. Стакан заполняется. Дозу регулировать можно на ходу, а ее величина фиксируется на шкале [25, 73].

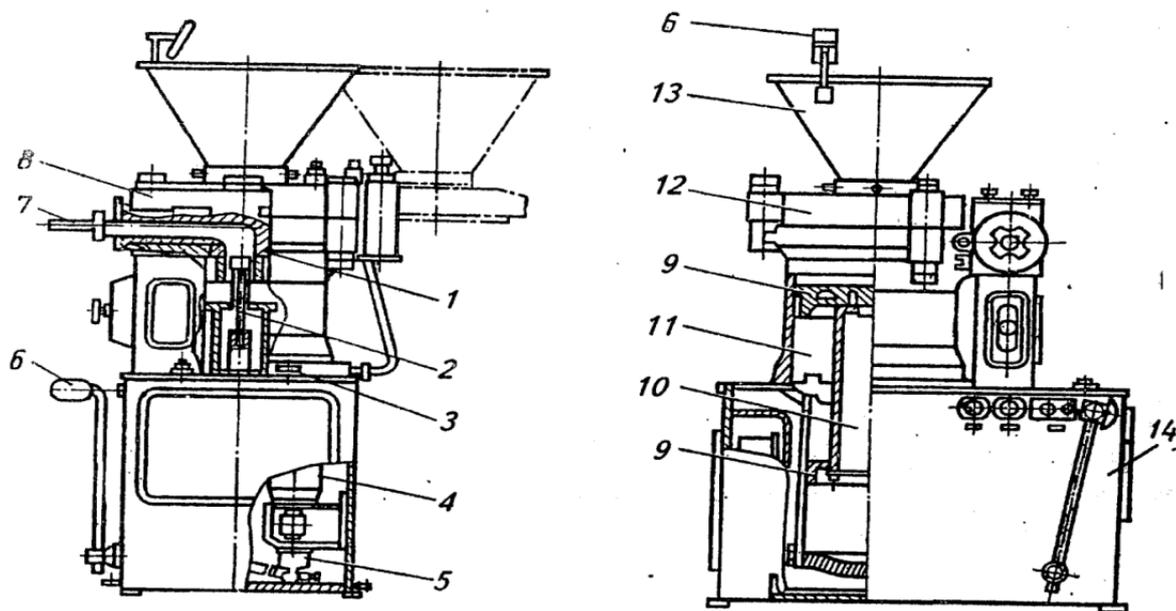


Рисунок 3.3 - Шприц гидравлический Е8- ФНА-01

Вытеснение фарша происходит до тех пор, пока поршень дозирующего цилиндра не упрется в его крышку. Когда подколенный рычаг будет опущен, прекратится шприцевание [25, 73].

3.2.3 Термокамера Я5-ФТГ

Термокамера Я5-ФТГ (рисунок 3.4) состоит из трех секций, воздухопроводов и щита управления, обеспечивающих единый технологический цикл. Корпус термокамеры собран из торцевых панелей, в которых установлены двери 22, боковых 1, внутренних 8 и потолочных 19 панелей. Панели имеют сварную раму, заполненную теплоизоляционным материалом и облицованную внутри алюминиевыми и снаружи стальными листами. На внутренних панелях установлены калориферы 12 и напорные воздухопроводы 11, которые соединены с распределителями 9 обрабатываемой среды.

Сверху на потолочных панелях смонтированы вентиляторы 18 с электродвигателями 16 и подшипниковыми опорами 17, воздухопроводы 20 для подачи свежего воздуха и дыма и трубопроводы 21 для отсоса части отработавшей смеси. На внутренней пластине потолочной панели установлены отсасывающие воздухопроводы 4, направляющие среду на рециркуляцию и воздухопроводы 5 для выброса части среды в атмосферу.

Продукцию в камеру загружают на напольных или подвесных рамах. Во втором случае рамы перемещают на ходовых роликах по рельсу 6, закрепленному на подвесках 7. При подсушке и обжарке воздух и воздушно-дымовая смесь нагнетается в боковые короба, проходит через калориферы, где нагревается до температуры 100...105 °С, и через распределитель 9 поступает снизу в продуктовые тележки. После обжарки включаются вентиляторы, на калориферы из трубы 15 разбрызгивается вода, за счет чего температура среды снижается до 80...85°С. и через трубу 23 подается острый пар для варки. В калорифер пар поступает по трубе 14, а конденсат отводится по трубе 10. Смена режимов обработки осуществляется автоматически. В камеру Я5-ФТГ загружают 12 рам. Продолжительность термической обработки зависит от диаметра продукта: для сосисок она составляет 75 мин, для колбас диаметром 150мм — 190мин. Соответственно производительность аппарата составляет 1150 и 1180 кг/ч. Расход пара в камере 450 кг/ч, воды 500л/ч, электроэнергии 18...26 кВт/ч.

После варки колбасные изделия направляют на охлаждение с помощью душевого устройства в течение 5-10 минут до температуры в центре батона 0-15°С. Камера охлаждения рисунок 3.6 работает следующим образом ледяная вода, имеющая температуру 1-3°С распыляется на продукт при помощи форсунок 1 и стекает через дренажную трубу 2. Кроме воды в камеру подается холодный воздух, нагнетаемый вентилятором 3. Воздух удаляется через трубу 4. Длительность процесса составляет 12-20 минут до достижения температуры в центре батона 13-15°С. Контроль температуры осуществляется оператором визуально при помощи термометра сопротивления. Контроль параметров холодного воздуха и ледяной воды задается и осуществляется при помощи микропроцессора.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ФИА 00.00.000 ПЗ					

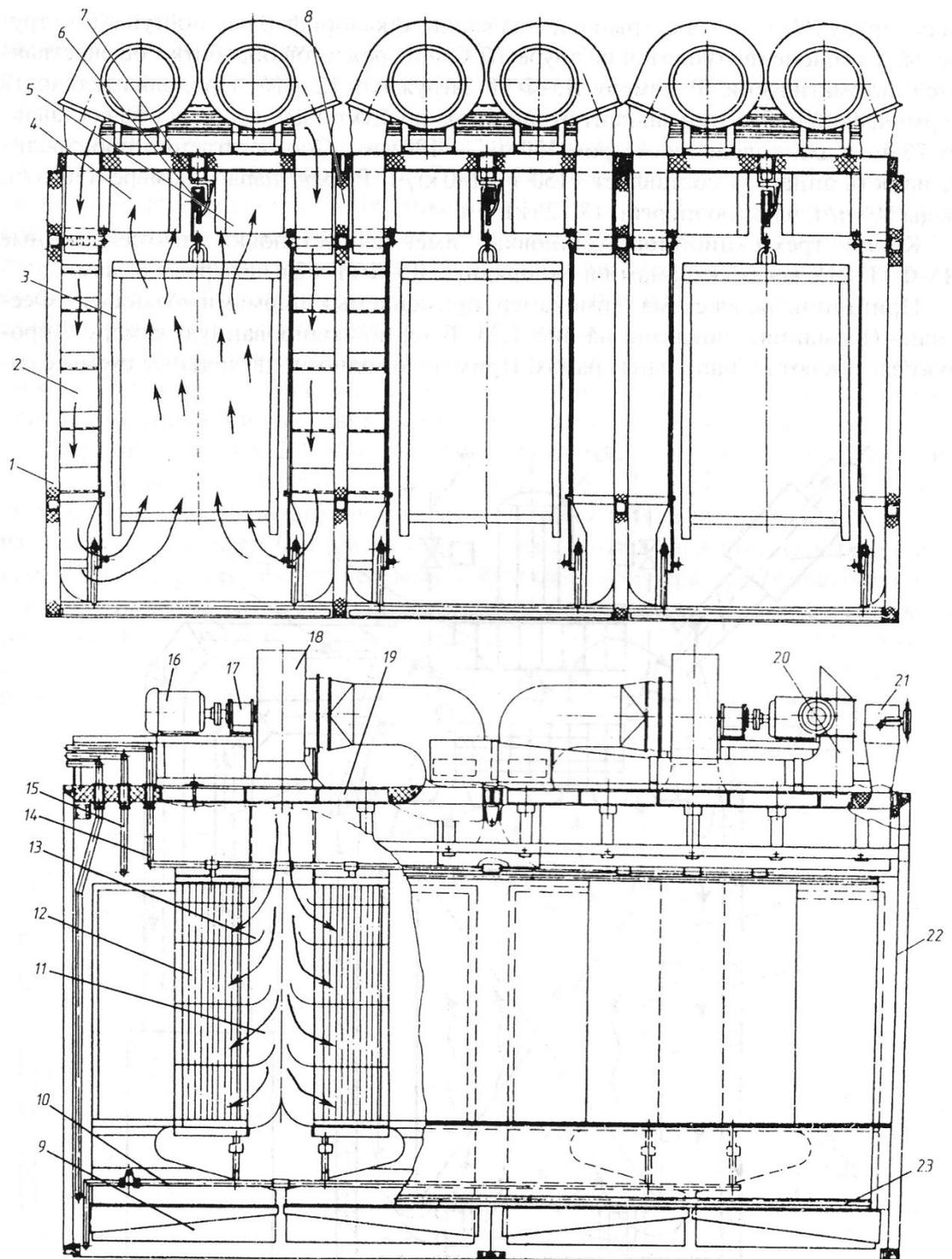


Рисунок 3.4 - Термокамера Я5 – ФТГ

1,8,19-боковые, внутренние, потолочные панели; 2-подающие воздухопроводы; 3-рама;4-отводящие воздухопроводы; 5-воздуховоды для выброса; 6 –рельсы; 7-подвесы; 9-распределители; 10-труба отвода конденсата; 11-напорные воздухопроводы; 12-калориферы;13-камера;14-труба; 15-труба разбрызгивания воды; 16-электродвигатели; 17-подшипниковые опоры; 18-вентилляторы; 20-воздухоотводы; 21-трубопроводы; 22- двери; 23-труба подачи острого пара

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

37

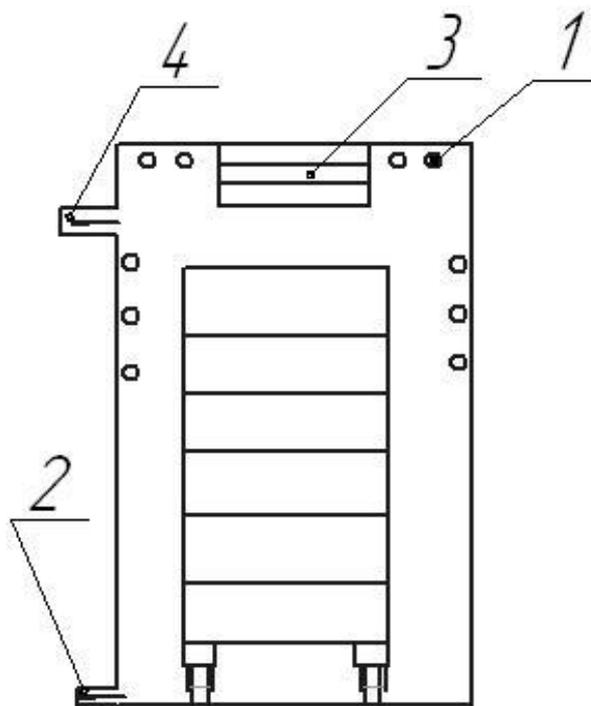


Рисунок 3.5 - Принципиальная схема камеры интенсивного охлаждения
1-форсунки; 2-дренажная труба; 3-вентилятор; 4-труба

3.3. Операторная модель линии по производству вареной колбасы

Проведем операцию объединения операций в свои совокупности – подсистемы. Это действие – системный синтез.

На рисунке 3.7 представлена операторная модель линии производства вареных колбас.

Для операторной модели приведены следующие обозначения:

А - подсистема получения упакованного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

І - упаковка готового продукта;

ІІ - охлаждение;

В - подсистема получения основного продукта, которая включает в себя следующие операторы:

І - обработка в термокамере;

ІІ - укладка батонов;

ІІІ - шприцевание;

С - подсистема получения промежуточного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

І - измельчение в куттере;

ІІ - смешивание с солью;

ІІІ - смешивание рецептурных смесей с фаршем;

- IV - измельчение в волчке;
- V - забеловка;
- VI - промежуточное хранение;
- VII - размораживание.

В таблице 3.1 приведено деление оборудования на классы по морфологии технологических операций.

Таблица 3.1 - Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
Шпигорезка		+		
Волчек		+		
Фаршмешалка	+			
Куттер	+			
Шприц		+		

Технологический поток относится к первому классу, так как наименьшим является 1 класс операций.

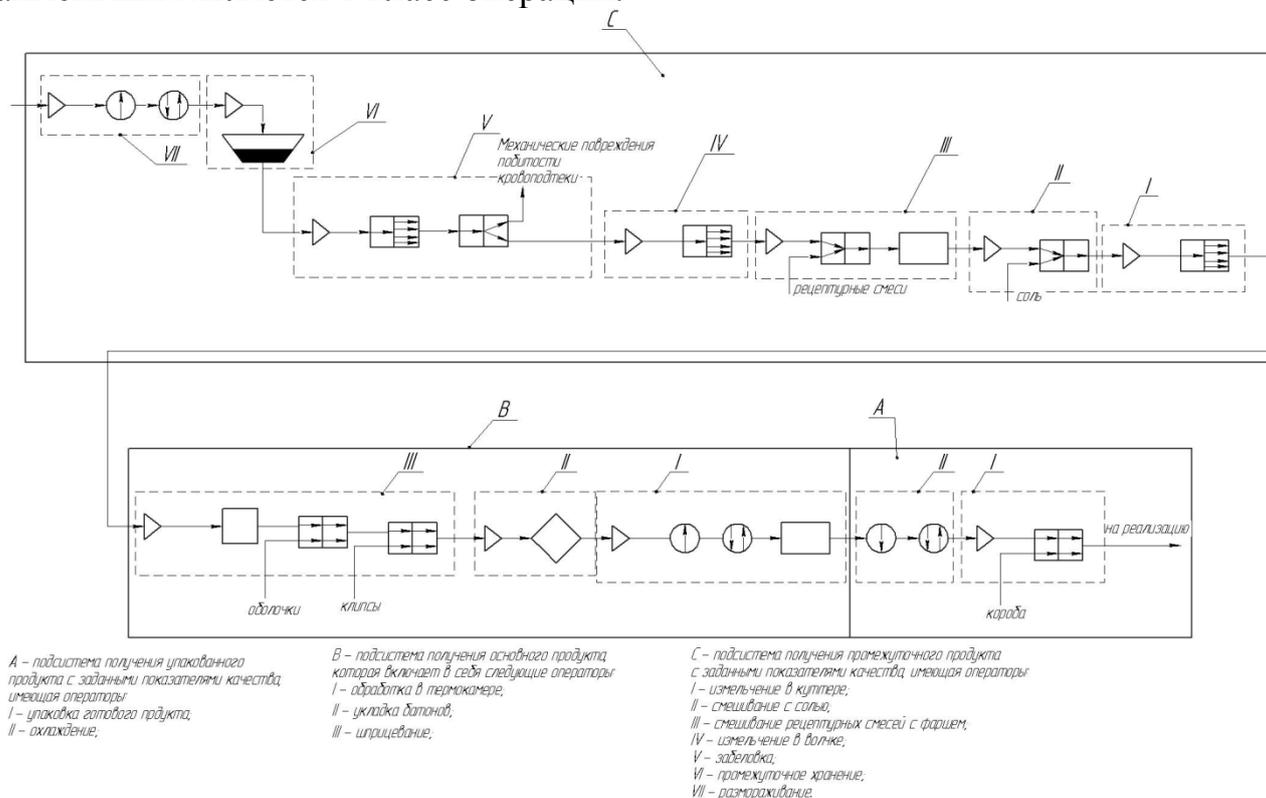


Рисунок 3.7 - Операторная модель линии производства вареных колбас

По виду связей между операциями технологический поток относится к потоку с полужесткой связью (рисунок 3.6). К нему относятся группы операций, имеющие жесткие связи внутри группы, но между собой эти группы имеют гибкие связи в виде операций хранения.



Рисунок 3.6 – Схема строения технологического потока

По виду связей ветвей технологический поток относится к сходящемуся потоку.

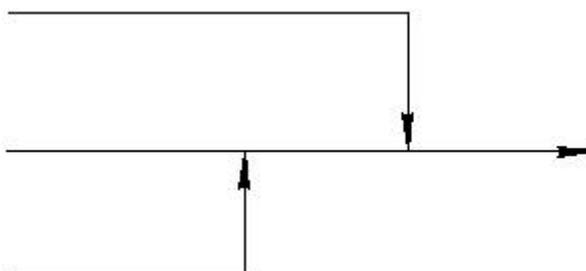


Рисунок 3.7 – Схема формы технологического потока

4. Техническое описание и расчеты оборудования специальной части

4.1 Техническое описание куттера Л5 – ФКБ

Куттер Л5 – ФКБ с механической выгрузкой фарша емкостью чаши 0,250 м³ является ротационной мясорезательной машиной, предназначенной для окончательного измельчения мяса, поступающего на приготовление фарша вареных и ливерных колбас, а также сосисок и сарделек.

На куттере допускается измельчение охлажденного мяса в кусках массой не более 0,5 кг, а также замороженных блоков размером 190×190×75 мм, и температура их не должна быть ниже минус 8 °С [11, 56].

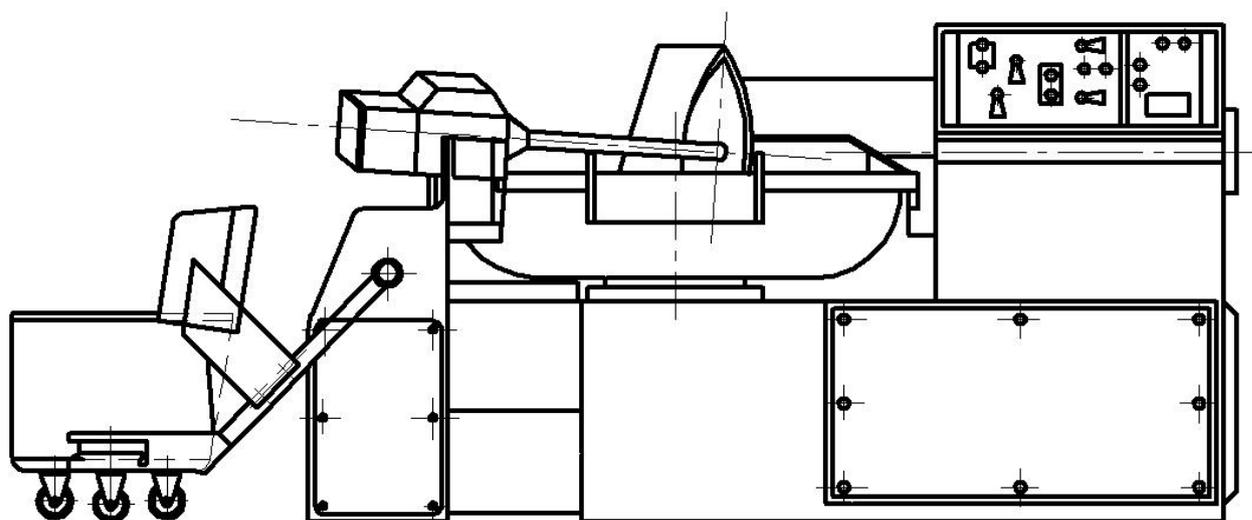


Рисунок 4.1 – Куттер Л5 – ФКБ

Техническая характеристика [56]:

Тип куттера: 1 – работающий при атмосферном давлении (открытый)
ГОСТ 10103 – 73Е [56].

Производительность техническая, кг/ч, не менее	
По охлажденному сырью	2250
По мороженому сырью	2400
Геометрическая емкость чаши, м ³	0,250
Коэффициент загрузки чаши, не более	
По основному сырью	0,6
По мороженому сырью	0,4
Масса загрузки, кг, не более	
По охлажденному сырью	150
По мороженому сырью	75
Длительность цикла, мин	4 – 7

Число двойных ножей	3
Привод вала ножевого:	
Мощность электродвигателя, кВт	37,5/44
Частота вращения, об/мин	1475/2945
Привод чаши:	
Мощность электродвигателя, кВт	2,5/2,8
Частота вращения, об/мин	1000/1500
Высота загрузки, мм	1060±5
Габаритные размеры машина: мм, не более	
Длина	3500
Ширина	2300
Высота	2500
Масса с механизмом загрузки, кг, не более	3310

Куттера Л5 – ФКБ состоит из основных сборочных единиц [56]:

1. Диск выгрузной;
2. Вал ножевой;
3. Лоток;
4. Механизм выгрузки;
5. Механизм загрузки;
6. Пульт управление;
7. Станция насосная;
8. Станция приводная;
9. Станина;
10. Тележка;
11. Трубопровод;
12. Чаша.

4.1.1 Состав изделия

Станина куттера состоит из двух отдельных пустотелых частей, отлитых из чугуна и жестко соединенных между собой с помощью болтов [56].

В нижней внутренней полости станины на жестко закрепленных плитах установлены электродвигатели привода ножей и чаши, в верхней части смонтирован ножевой вал, а в проеме станины установлен червячный редуктор привода чаши [56].

Ножевой вал смонтирован на подшипниках качения, расположенных в корпусе станины. На правой стороне ножевого вала имеется шкив для его вращения, на другой, расположенной над чашей, надеты ножевые головки с

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

ножами. Для предотвращения попадания смазки в продукт между подшипниками вала и ножевыми имеетя лабиринт канавки [56].

Привод чаши представляет собой червячный редуктор с вертикальным расположением вала червячного колеса. Чаша опирается на упорный подшипник, вмонтированный в крышке червячного редуктора.

Механизм выгрузки представляет собой конструкцию, состоящую из цилиндрического редуктора, с одной стороны к которому прифланцован электродвигатель привода, а другой – труба выгрузателя с проходящим через нее валом привода тарелки [56].

Внутри корпуса установлена электромагнитная муфта, отключающая механизм опускания при нижнем крайнем положении тарелки.

Зона куттерных ножей закрыта защитной крышкой снизу к которой крепится специальный скребок [56].

Дозатор воды состоит из насоса с электродвигателем для подачи чистой воды в чашу, водомера и соленоидного клапана [56].

Механизм загрузки состоит из тележки, предназначенной для транспортировки продукта к куттеру и механизма ее опрокидывания, смонтированного в чугунной станине. Механизм опрокидывания представляет собой систему рычагов. Получающих вращение от специального червячного редуктора. Пульт управления представляет собой отдельный шкаф с панелью управления, закрепленной на специальном кронштейне с правой стороны станины. Силовые аппараты, элементы автоматики и защиты электрооборудования от перегрузок и коротких замыканий размещены в нише, выполненной в станине куттера. Проемы станины закрыты специальными облицовочными крышками с резиновыми уплотнениями [56].

4.1.2 Устройство и работа изделий и составных частей

Вращение чаши осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор, внутри которого на общем валу установлена храповая муфта. Муфта обеспечивает возможность поворота чаши вручную (в направлении рабочего вращения – против часовой стрелки) для удобного расположения сливной пробки при полной санитарной, обработки машины и промывки чаши.

Положение механизма выгрузателя при верхнем положении тарелки является нерабочим. Рабочим органом выгрузателя является тарелка. В момент начала выгрузки продукта тарелка начинает вращаться при помощи зубчатой передачи, а так как одновременно включается электромагнитная муфта червячной пары, тарелка выгрузателя медленно опускается в чашу и производится выгрузка готового продукта. Крайнее положение, также как и

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

верхнее, фиксируется специально установленными ограничителями и блокируется конечными выключателями. При достижении тарелкой дна чаши (зазор между тарелкой выгрузателя и дном чаши – не более 2 мм) электромуфта отключается – движение тарелки вниз прекращается, тарелка продолжает вращаться до полной выгрузки продукта, затем включается реверс и тарелка поднимается вверх до первоначального положения.

Вал выгрузателя над рабочим пространством чаши проходит через трубу, которая одним концом с помощью фланца неподвижно с корпусом редуктора выгрузателя, на другом – закреплен металлический скребок.

Скребок служит для удаления с наружной поверхности тарелки выгрузателя фарша и направления его в лоток, установленный у борта чаши.

Для обеспечения безопасных условий работы, а также для предотвращения выбрасывания приготовляемого фарша, часть чаши в зоне работы ножей закрывается сверху защитной крышкой.

Защитная крышка в поднятом положении фиксируется упором за счет собственной массы, а в опущенном положении на регулируемый упор на верхней кромке центра чаши. Зазор между крышкой и чашей устанавливается 0,5 мм за счет прокладок между станиной и кронштейном, на котором крепится крышка. Открывание крышки производится при помощи ручки, установленной на наружной стороне защитного листа.

Поворот рычагов механизма загрузки осуществляется специальным червячным редуктором, смонтированным в единой станине. Червячный редуктор состоит из двух червячных пар. Быстроходная ступень получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу, а на выходе вала тихоходной ступени крепятся рычаги. Ограничение хода поворота рычагов осуществляется установкой блокирующих конечных выключателей, расположенных внутри станины. Механизм загрузки посредством переходника связан со стороны куттера. Концы рычагов снабжены захватами для фиксации тележки в поднятом положении.

4.1.3 Принцип работы куттера Л5 – ФКБ

Перед включением куттера в работу производится осмотр санитарного состояния, проверяется заточка ножей и надежность их крепления на ножевом валу. Затем опускают и закрепляют защитную крышку при помощи болтов к раме и производят его включение.

Включение куттера производится нажатием кнопки “ Пуск “ на блоке управления. Вращение от электродвигателя через клиноременную передачу передается на ножевой вал и режущий механизм. Одновременно, от этого же электродвигателя, через муфту и червячный редуктор вращение передается приемной чаше куттера. После чего производится равномерная загрузка

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

сырья в чашу. Чаша куттера, совершая вращение с частотой 25 об/мин непрерывно подает сырье под режущий механизм, где измельчается серповидными быстровращающимися ножами и отводится от них. Многократное прохождение сырья через режущий механизм в результате вращения чаши, обеспечивает необходимую степень его измельчения. Во время куттерования скребок, закрепленный на внутренней поверхности защитной крышки, счищает измельченное сырье с краев чаши и направляет его в центр [61, 63].

При использовании куттера просто, как машины для тонкого измельчения, продолжительность куттерования составляет 2 - 4 мин. в зависимости от сырья. При использовании куттера дополнительно для вымешивания фарша, проводится определенный порядок закладки сырья и его обработка, включающая следующую последовательность: в начале загружают говядину или нежирную свинину, через 1-3 мин добавляют воду и после тщательного измельчения вносят специи, муку или крахмал, а затем жирную свинину или жир. Для отдельных сортов колбас предусматривается закладка шпика за одну минуту до окончания куттерования [61, 63].

По окончании процесса куттерования производят остановку куттера нажатием кнопки "Стоп". После чего производят выгрузку готового фарша вручную при помощи специального скребка.

По окончанию работы производится санитарная обработка куттера, при этом все рабочие узлы, находящиеся в непосредственном контакте с фаршем, тщательно очищаются, промываются горячей водой и вытираются начисто сухой тряпкой.

4.1.4 Описание проведенной модернизации

Натяжное устройство (рисунок 4.2), которое предлагается установить состоит из ролика 3 установленного на подшипниках качения закрепленных на оси 4. Ось 4 закреплена в корпусе натяжного устройства 1. Перемещение ролика и соответственно натяжение ременной передачи осуществляется с помощью тяги 2 закрепленной в стойке 8 штифтом 24. Ролик изготавливается из фторопласта Ф-40, что обеспечивает его долговечность. Корпус натяжного устройства 1 крепится на оси 10 соединенной с корпусом куттера.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

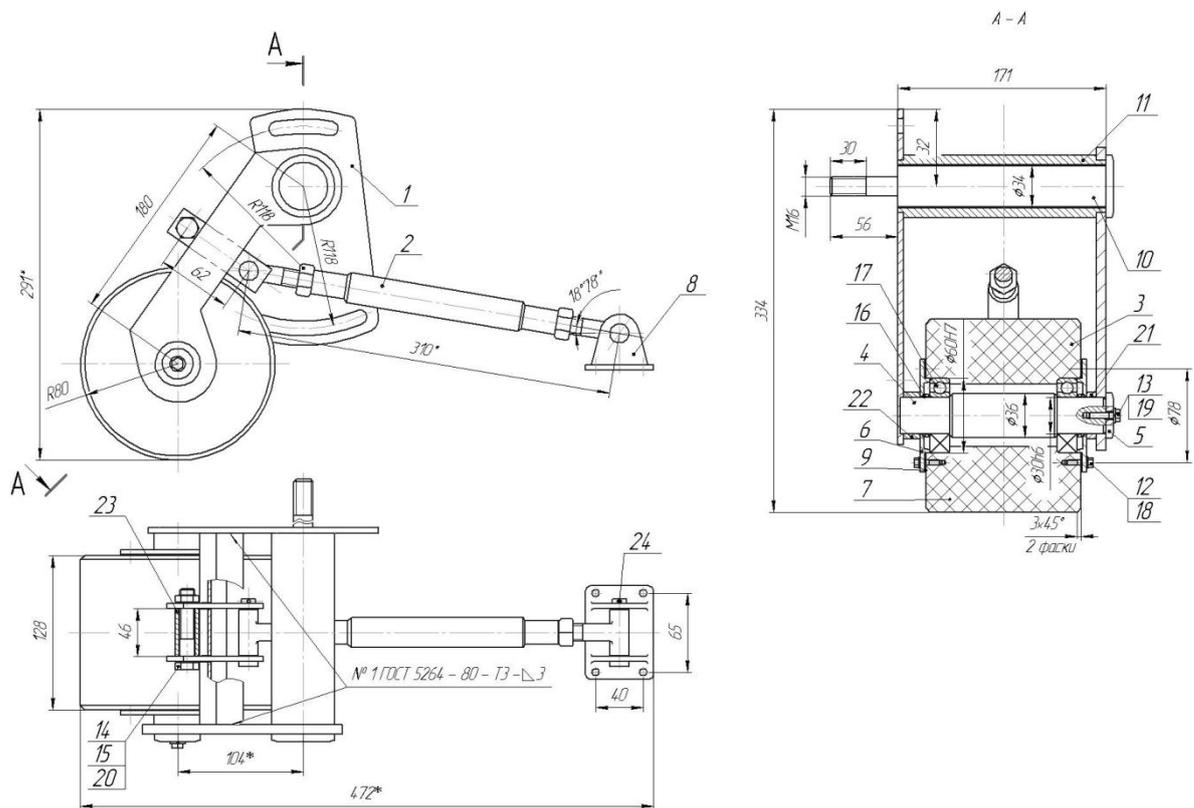


Рисунок 4.2 – Натяжное устройство

1 – корпус натяжного устройства; 2 – тяга; 3 – ролик; 4 – ось;
 5 – кольцо; 6 – крышка; 7 – бобышка; 8 – стойка; 9 – прокладка;
 10 – ось; 11 – труба; 12, 13, 14 – болт; 15 – гайка; 16 – манжета;
 17 – подшипник; 18, 19, 20 – шайба; 21, 22, 23 – втулка; 24 – штифт.

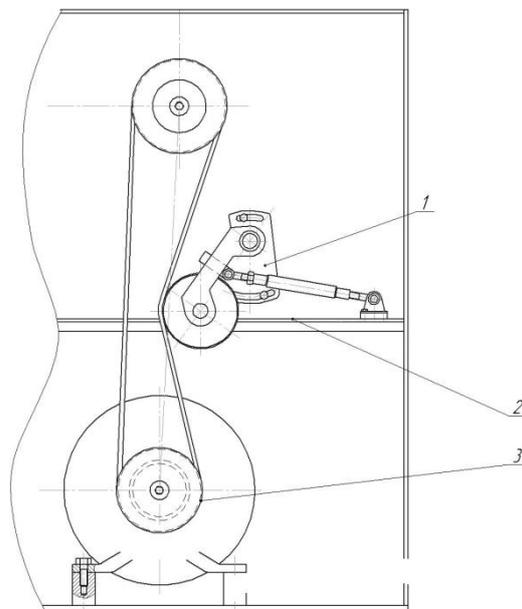


Рисунок 4.3 – Привод ножевого механизма
 1 – натяжное устройство; 2 – уголок; 3 – двигатель

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

46

4.1.5 Техника безопасности при эксплуатации куттера

Основные угрозы возникающие во время эксплуатации куттера это [11, 63]:

1. Риск инфекции, заражения;
2. Опасность поражения электрическим током;
3. Риск механических травм.

С целью устранения этих угроз применяются следующие технические средства безопасности [11, 63]:

Биологическая угроза: элементы, соприкасающиеся с сырьем, изготавливаются из кислотостойких коррозионных сталей. Чаша куттера выполнена литой, омегаобразной формы, что облегчает санитарную обработку куттера. Обеспечено легкое удаление (вытекание) производственных жидкостей, а также чистящих и дезинфицирующих жидкостей [11, 63].

Опасность поражения электрическим током: куттера принадлежат к машинам, которым присвоена вторая степень опасности удара. В связи с этим применяется специальная изоляция проводки, с учетом заземления и зануления. Угроза механических травм: опасность травм механического характера возникает из-за возможного контакта с подвижными элементами приводов или рабочими органами. С целью ликвидации данного вида травм предпринимаются следующие меры [11, 63]:

1. Все элементы приводов закрыты кожухами, которые прикреплены к раме привода болтами;
2. Вращающаяся чаша установлена внутри не вращающегося корпуса, которая закрывается крышкой.

Категорически запрещается: включать куттер при поднятой защитной крышке; во время работы куттера руками перемешивать сырье и производить его выгрузку; определять готовность фарша, помогать какими - либо предметами процессу куттерования; не допускать попадания посторонних предметов в приемную чашу куттера; санитарную обработку куттера производить только при отключенном питании [11, 63].

4.2. Расчет производительности куттера

Расчет производительности [11]:

$$Q = 3600 \cdot \frac{m}{T} = 3600 \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{\varphi}{t_3 + t_0 + t_B}, \text{ кг/ч} \quad (4.1)$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

где m - масса загружаемого сырья, кг;
 T - продолжительность полного цикла обработки, (4мин = 240 с)
 V – геометрический объем чаши, (250 л = 0,25 м³)
 ρ - плотность фарша, (900 кг/м³)
 φ - коэффициент загрузки чаши, 0,61
 $t_з$ - время загрузки фарша в чашу куттера, с
 t_0 - время измельчения и перемешивания сырья, с
 $t_в$ - время выгрузки фарша, с

$$Q = 3600 \cdot \frac{m}{T} = 3600 \cdot 0,25 \cdot 900 \cdot \frac{0,61}{60 + 120 + 60} = 2059$$

4.3. Расчет привода ножевого вала

4.3.1 Кинематический и силовой расчет привода ножевого вала

Исходные данные: кинематическая схема ножевого вала (рисунок 4.4), электродвигатель марки ИСП-М101 с мощностью $P_0 = 44$ кВт и частотой вращения вала электродвигателя $n_0 = 2945$ об/мин; частота вращения ножевого вала $n_1 = 2650$ об/мин.

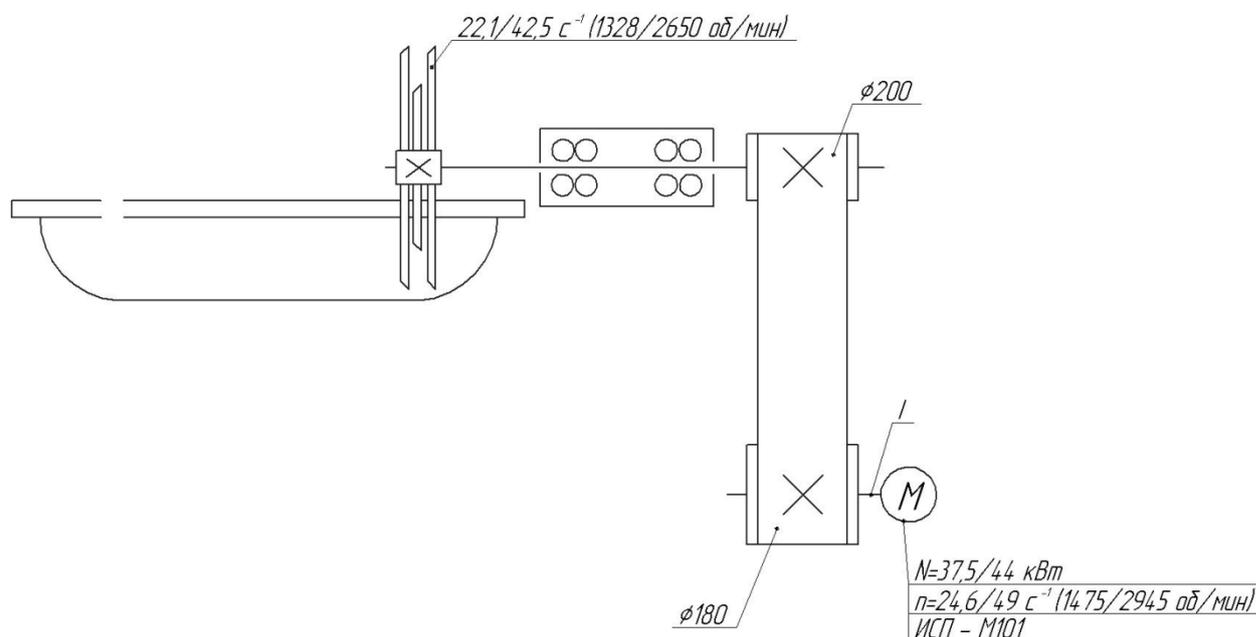


Рисунок 4.4 - Кинематическая схема ножевого вала

Определим КПД привода η по формуле [63]

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^2, \quad (4.2)$$

где η_1 , η_2 – КПД соответственно ременной передачи и пары подшипников, значения КПД каждой передачи принимаем из таблицы 1.1 [9, с. 8];

$$\eta = 0,96 \cdot 0,99^2 = 0,94$$

Определим передаточное отношение ременной передачи u_1 по формуле

$$u_i = \frac{n_{i+1}}{n_i}, \quad (4.3)$$

$$u_1 = \frac{2945}{2650} = 1,11$$

Определим угловые скорости ω_i , рад/с, каждого вала по формулам

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30}, \quad (4.4)$$

$$\omega_0 = \frac{3,14 \cdot 2945}{30} = 308,24,$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{u_{\text{общ}}}, \quad (4.5)$$

$$\omega_1 = \frac{308,24}{1,11} = 277,37$$

Определяем мощность P_i , кВт, на каждом валу привода

$$P_0 = 44,$$

$$P_1 = P_{\text{эл}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2^2, \quad (4.6)$$

$$P_1 = 44 \cdot 0,96 \cdot 0,99^2 = 41,4$$

Определяем крутящий момент T_i , Н•м, на каждом валу привода

$$T_0 = \frac{P_0}{\omega_0}, \quad (4.7)$$

$$T_0 = \frac{44000}{308,24} = 142,74 ,$$

$$T_1 = T_0 \cdot u_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2^2, \quad (4.8)$$

$$T_1 = 142,74 \cdot 1,11 \cdot 0,96 \cdot 0,99^2 = 149,23$$

Данные расчёта сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристика привода

Вал	Частота вращения n, об/мин	Угловая скорость ω , с ⁻¹	Мощность P, кВт	Крутящий момент T, Н·м
Вал электродвигателя	2945	308,24	44	142,74
Вал ножевой	2650	277,37	41,4	149,23

4.3.2 Расчет клиноременной передачи привода ножевого вала

Дано: мощность электродвигателя $T_0 = 142,74$ Н·м, частота вращения ведущего $n_0 = 2945$ об/мин; частота вращения ведомого вала $n_1 = 2650$ об/мин.

По монограмме 7.3 [9, с. 134] принимаем сечение клинового ремня Б.

Определим диаметр ведущего шкива d_1 , мм, по формуле 7.25 [9, с. 130]

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T_0}, \quad (4.9)$$

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{142,74 \cdot 10^3} = 156,78 \div 209,04$$

Принимаем по стандартному ряду [9, с.120] $d_1=180$ мм.

Находим диаметр ведомого шкива d_2 , мм, по формуле 7.3 [9, с. 120]

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \varepsilon), \quad (4.10)$$

где ε – коэффициент относительного скольжения, %, для передач с регулируемым натяжением ремня $\varepsilon=0,01$ [9, с. 120];

$$d_2 = 180 \cdot 1,11 \cdot (1 - 0,02) = 195,8$$

Принимаем по стандартному ряду $d_2 = 200$ мм.

Уточняем передаточное отношение u_{1P} с учетом ε формуле [9, с. 137]

$$u_{1P} = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (4.11)$$

$$u_{1P} = \frac{200}{180 \cdot (1 - 0,02)} = 1,13$$

При этом угловая скорость вала ω_{1P} , рад/с, определим по формуле

$$\omega_{1P} = \frac{\omega_0}{u_{1P}}, \quad (4.12)$$

$$\omega_{1P} = \frac{308,24}{1,13} = 272,78$$

Расхождение с рассчитанным ранее δ , %, определим по формуле [9, с.330]

$$\delta = \frac{\omega_1 - \omega_{1P}}{\omega_1} \cdot 100\%, \quad (4.13)$$

$$\delta = \frac{277,37 - 272,78}{277,37} \cdot 100\% = 1,66$$

Расхождение составил 1,66 %, что менее допустимого (± 3 %). Таким образом, окончательно принимаем $d_1=180$ мм и $d_2=200$ мм.

Межосевое расстояние a_p , мм, выбираем в интервале, исходя из следующих формул 7.26 [9, с.130]

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (4.14)$$

где T_0 – высота сечения ремня, по таблице 7.7 [9, с.131] $T_0=10,5$ мм для сечения ремня А;

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (4.15)$$

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (180 + 200) + 10,5 = 209,$$

$$a_{\max} = 180 + 200 = 380$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Предварительно принимаем $a_p=800$ мм, исходя из конструктивных соображений.

Расчетная длина ремня L , мм, определим формуле 7.7 [9, с. 121]

$$L_p = 2 \cdot a_p + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_p}, \quad (4.16)$$

$$L_p = 2 \cdot 800 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (180 + 200) + \frac{(200 - 180)^2}{4 \cdot 800} = 2396,85$$

Принимаем по стандартному ряду по таблице 7.7 [9, с. 131] $L=2400$ мм.

Уточняем значение a_p , мм, с учетом стандартной длины L по формуле 7.27 [92, с. 130]

$$a = 0,25 \cdot \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y} \right], \quad (4.17)$$

где

$$w = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2), \quad (4.18)$$

$$y = (d_2 - d_1)^2, \quad (4.19)$$

$$w = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (180 + 200) = 596,6,$$

$$y = (200 - 180)^2 = 400,$$

$$a = 0,25 \cdot \left[(2400 - 596,6) + \sqrt{(2400 - 596,6)^2 - 2 \cdot 400} \right] = 801,58$$

При монтаже передачи необходима обеспечить возможность уменьшения a_p на $0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 2400 = 14$ мм для облегчения надевания ремней на шкивы и возможность увеличения его a_p на $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 2400 = 35$ мм для увеличения натяжения ремней.

Угол обхвата меньшего шкива α_1 , °, определим формуле 7.28 [9, с. 130]

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a_p}, \quad (4.20)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{200 - 180}{801,58} = 177,16$$

Коэффициент режима работы, учитывающий условия эксплуатации,

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

при двухсменном режиме работы и легком режиме работы по таблице 7.10 [9, с. 137] принимаем равным $C_p=1,3$.

Коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, для ремня сечения Б и при длине $L=2400$ мм по таблице 7.9 [9, с. 135] принимаем равным $C_L=0,92$.

Коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата, при $\alpha_1=177,16^\circ$ принимаем равным $C_\alpha=0,98$ [9, с. 135], с учетом установки натяжного ролика коэффициент увеличивается на 0,1.

Коэффициент режима работы, учитывающий число ремней в передаче, принимаем равным $C_Z=0,85$ [9, с. 135], предполагая, что число ремней в передаче будет более 6.

Число ремней Z в передаче определим по формуле 7.29 [9, с. 135]

$$Z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z}, \quad (4.21)$$

где P – мощность электродвигателя, кВт;

P_0 – мощность, передаваемая одним клиновым ремнем, кВт, для ремня сечения А при длине $L=2400$ мм, работа на шкиве $d_1=180$ мм и $i \leq 1,2$ мощность будет составлять $P_0=6,16$ кВт;

$$Z = \frac{44 \cdot 1,3}{6,16 \cdot 0,92 \cdot 0,98 \cdot 0,85} = 12,12$$

Принимаем $Z=12$.

Натяжение ветви клинового ремня F_0 , Н, определим по формуле 7.30 [9, с. 136]

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{Z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2, \quad (4.22)$$

где v – скорость клинового ремня в передаче [9, с. 332], м/с;

θ – коэффициент, учитывающий влияние центробежных сил, для ремня сечения А $\theta=0,18$ Н·с²/м² [9, с. 136];

$$v = 0,5 \cdot \omega_0 \cdot d_1, \quad (4.23)$$

$$v = 0,5 \cdot 308,24 \cdot 180 \cdot 10^{-3} = 27,74,$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 44 \cdot 1,3 \cdot 0,92}{12 \cdot 27,74 \cdot 0,98} + 0,18 \cdot 27,74^2 = 275,64$$

Давление на валы F_B, H , определим по формуле 7.31 [9, с. 136]

$$F_B = 2F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}, \quad (4.24)$$

$$F_B = 2 \cdot 275,64 \cdot 12 \cdot \sin \frac{177,16^\circ}{2} = 6613,26$$

Ширину шкивов $B_{Ш}$, мм, определим по формуле 7.12 [9, с. 121]

$$B_{Ш} = (Z - 1) \cdot e - 2f, \quad (4.25)$$

где e, f – размеры канавок по таблице 7.12 [9, с. 138], мм;

$$B_{Ш} = (12 - 1) \cdot 19 - 2 \cdot 12,5 = 234$$

Таким образом, принимаем ремень клиновидный Б-1400 по ГОСТ 1284-96.

При использовании натяжных роликов применяются схемы, представленные на рисунке 4.5. Диаметр натяжного ролика d_3 для рисунка 4.5 должен быть меньше минимального расчетного диаметра d_p для данного типа ремня.

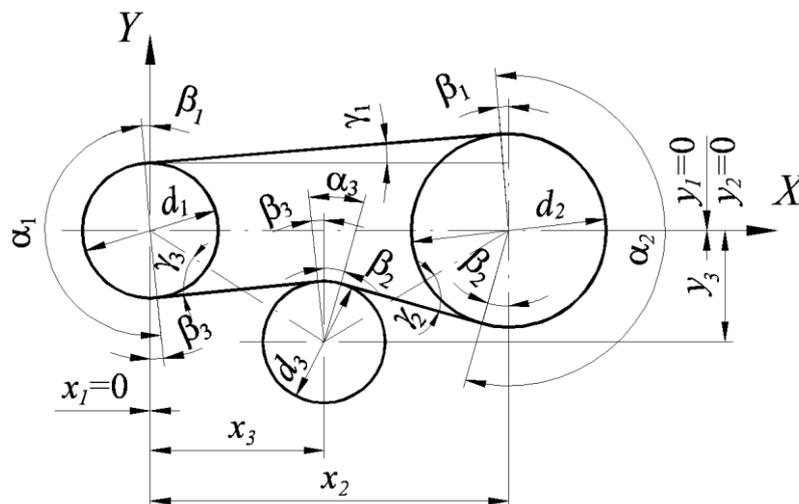


Рисунок 4.5 – Расчетная схема

Геометрический расчет клиноременной передачи:

Межцентровое расстояние:

$$a_1 = x_2, \text{ мм} \quad (4.26)$$

$$a_2 = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + y_3^2}, \text{мм} \quad (4.27)$$

$$a_3 = \sqrt{x_3^2 + y_3^2}, \text{мм} \quad (4.28)$$

$$a_1 = 800$$

$$a_2 = \sqrt{(800 - 380)^2 + 6400} = 412$$

$$a_3 = \sqrt{14400 + 6400} = 388$$

Углы наклона ветвей к линиям, соединяющим центры шкивов, рад

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{d_1 - d_2}{2a_1} \quad (4.29)$$

$$\gamma_2 = \arcsin \frac{d_2 + d_3}{2a_2} \quad (4.30)$$

$$\gamma_3 = \arcsin \frac{d_1 + d_3}{2a_3} \quad (4.31)$$

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{200 - 180}{2 \cdot 800} = 0.71$$

$$\gamma_2 = \arcsin \frac{180 + 80}{2 \cdot 412} = 19.88$$

$$\gamma_3 = \arcsin \frac{200 + 80}{2 \cdot 388} = 21$$

Углы наклона ветвей к оси x, рад

$$\beta_1 = \gamma_1 \quad (4.32)$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{y_3}{x_2 - x_3} - \gamma_2 \quad (4.33)$$

$$\beta_3 = \arctg \frac{y_3}{x_3} - \gamma_3 \quad (4.34)$$

$$\beta_1 = 0.71$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{80}{800 - 360} - 19.88 = 9.7$$

$$\beta_3 = \arctg \frac{80}{380} - 21 = 9.7$$

Углы наклона ветвей к оси x, рад

$$\alpha_1 = \pi + \beta_1 - \beta_3 \quad (4.35)$$

$$\alpha_2 = \pi - \beta_1 - \beta_2 \quad (4.36)$$

$$\alpha_3 = |\beta_1 + \beta_3| \quad (4.37)$$

$$\alpha_1 = 5.85$$

$$\alpha_2 = 7.27$$

$$\alpha_3 = 10.41$$

Длина ремня

$$L_p = a_1 \cos \gamma_1 + a_2 \cos \gamma_2 + a_3 \cos \gamma_3 + \frac{d_1}{2} \alpha_1 + \frac{d_2}{2} \alpha_2 + \frac{d_3}{2} \alpha_3, \text{ мм} \quad (4.38)$$

$$L_p = 800 \cos 0.71 + 412 \cos 19.88 + 388 \cos 21 + 100 \cdot 5.85 + 90 \cdot 7.27 + 40 \cdot 10.41 = 2600$$

4.4 Расчет привода чаши

4.4.1 Кинематический и силовой расчет привода чаши

Исходные данные: кинематическая схема чаши (рисунок 4.6), электродвигатель марки ИСП-М100 с мощностью $P_0=2,8$ кВт и частотой вращения вала электродвигателя $n_0=1500$ об/мин.

Определим КПД привода η по формуле [63]

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4, \quad (4.39)$$

где η_1, η_2 – КПД соответственно ременной передачи, пары подшипников, червячной передачи и муфты, значения КПД каждой передачи принимаем из таблицы 1.1 [9, с. 8];

$$\eta = 0,96 \cdot 0,99^2 \cdot 0,8 \cdot 0,98 = 0,74$$

Определим передаточное отношение ременной передачи u_1 по формуле

$$u_1 = \frac{d_2}{d_1}, \quad (4.40)$$

$$u_1 = \frac{160}{90} = 1,78$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

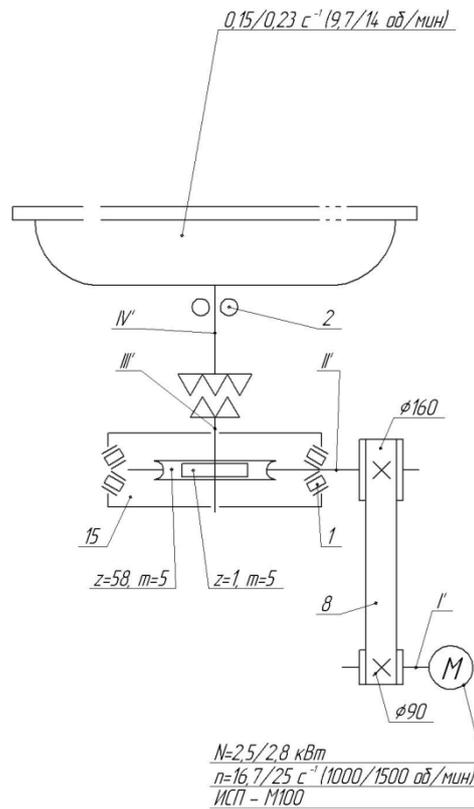


Рисунок 4.6 - Кинематическая схема чаши

Определим передаточное отношение червячной передачи u_2 по формуле [63]

$$u_i = \frac{z_{i+1}}{z_i}, \quad (4.41)$$

$$u_2 = \frac{58}{1} = 58$$

Определим угловые скорости ω_i , рад/с, каждого вала по формулам (4.3) и (4.4)

$$\omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157,$$

$$\omega_1 = \frac{157}{1,78} = 88,31,$$

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{88,32}{58} = 1,52$$

Определяем частоту вращения n_i , об/мин, на каждом валу по формуле [63]

$$n_0 = 1500 ,$$

$$n_i = \frac{n_{i+1}}{u_i} , \quad (4.42)$$

$$n_1 = \frac{1500}{1,78} = 843,75 ,$$

$$n_2 = n_3 = \frac{843,75}{58} = 14,55$$

Определяем мощность P_i , кВт, на каждом валу привода по формуле (4.5)

$$P_0 = 2,8 ,$$

$$P_1 = 2,8 \cdot 0,96 = 2,69 ,$$

$$P_2 = 2,69 \cdot 0,8 \cdot 0,99^3 = 2,1 ,$$

$$P_3 = 2,1 \cdot 0,98 = 2,06$$

Определяем крутящий момент T_i , Н·м, на каждом валу привода по формулам (4.6) и (4.7)

$$T_0 = \frac{2800}{157} = 17,83 ,$$

$$T_1 = 17,83 \cdot 1,78 \cdot 0,96 = 30,44 ,$$

$$T_2 = 30,44 \cdot 58 \cdot 0,8 \cdot 0,99^2 = 1385,67 ,$$

$$T_3 = 1385,67 \cdot 0,98 = 1357,96$$

Таблица 4.2 – Характеристика привода [63]

Вал	Частота вращения n , об/мин	Угловая скорость ω , с ⁻¹	Мощность P , кВт	Крутящий момент T , Н·м
Вал электродвигателя	1500	157	2,8	17,83
Вал быстроходный	843,75	88,31	2,69	30,44
Вал тихоходный	14,55	1,52	2,1	1385,67
Вал чаши	14,55	1,52	2,06	1357,96

4.4.2 Расчет клиноременной передачи привода чаши

Дано: диаметры шкивов $d_1=90$ мм и $d_2=160$ мм.

По монограмме 7.3 [9, с. 134] принимаем сечение клинового ремня А.

Межосевое расстояние a_p , мм, выбираем в интервале, исходя из следующих формул (4.13) и (4.14)

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (90 + 160) + 8 = 137,5 ,$$

$$a_{\max} = 90 + 160 = 250$$

Предварительно принимаем близкое значению $a_p=300$ мм.

Расчетная длина ремня L , мм, определим формуле (4.15)

$$L_p = 2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 160) + \frac{(160 - 90)^2}{4 \cdot 300} = 996,58$$

Принимаем по стандартному ряду по таблице 7.7 [2, с. 131] $L=1000$ мм.

Уточняем значение a_p , мм, с учетом стандартной длины L по формулам (4.16), (4.17) и (4.18)

$$w = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 160) = 392,5 ,$$

$$y = (160 - 90)^2 = 4900 ,$$

$$a = 0,25 \cdot \left[(1000 - 392,5) + \sqrt{(1000 - 392,5)^2 - 2 \cdot 4900} \right] = 301,72$$

При монтаже передачи необходима обеспечить возможность уменьшения a_p на $0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 1000 = 10$ мм для облегчения надевания ремней на шкивы и возможность увеличения его a_p на $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 1000 = 25$ мм для увеличения натяжения ремней.

Угол обхвата меньшего шкива α_1 , °, определим формуле (4.19)

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{160 - 90}{301,72} = 166,78$$

Коэффициент режима работы, учитывающий условия эксплуатации, при двухсменном режиме работы и легком режиме работы по таблице 7.10 [9, с. 137] принимаем равным $C_p=1,3$.

Коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, для ремня

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

сечения А и при длине $L=1000$ мм по таблице 7.9 [9, с. 135] принимаем равным $C_L=0,9$.

Коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата, при $\alpha_1=166,78^\circ$ принимаем равным $C_\alpha=0,967$ [9, с. 135].

Коэффициент режима работы, учитывающий число ремней в передаче, принимаем равным $C_Z=0,95$ [9, с. 135], предполагая, что число ремней в передаче будет от 2 до 3.

Число ремней Z в передаче определим по формуле (4.20)

$$Z = \frac{2,8 \cdot 1,3}{2,13 \cdot 0,9 \cdot 0,967 \cdot 0,95} = 2,07$$

Принимаем $Z=2$.

Натяжение ветви клинового ремня F_0 , Н, определим по формулам (4.21) и (4.22)

$$\nu = 0,5 \cdot 157 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 0,07 \text{ ,}$$
$$F_0 = \frac{850 \cdot 2,8 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{2 \cdot 0,07 \cdot 0,967} + 0,1 \cdot 0,07^2 = 21013,56$$

Давление на валы F_B , Н, определим по формуле (4.23)

$$F_B = 2 \cdot 21013,56 \cdot 2 \cdot \sin \frac{166,78^\circ}{2} = 83495,16$$

Ширину шкивов B_{III} , мм, определим по формуле (4.24)

$$B_{III} = (2 - 1) \cdot 15 - 2 \cdot 10 = 35$$

Таким образом, принимаем ремень клиновый А-1000 по ГОСТ 1284-96.

4.4.3 Расчет червячной передачи привода чаши

Дано: число зубьев червяка $z_1=1$ и число зубьев червячного колеса $z_2=58$ с модулем $m=5$ мм.

Материалы для венца червячного колеса и червяка примем по табл. 4.8

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

[9, с. 66]. Для венца червячного колеса примем бронзу БрО10Н1Ф1, отливка центробежная; для червяка – сталь 45 с твердостью HRC ≥ 45.

Суммарное число циклов перемен напряжений N_{Σ} определим по формуле (4.29) [9, с. 67]

$$N_{\Sigma} = 60 \cdot n_K \cdot t, \quad (4.43)$$

где n_K – частота вращения колеса, об/мин;

t – срок службы передачи, ч, примем $t=5$ лет (43800 ч);

$$N_{\Sigma} = 60 \cdot 14,55 \cdot 43800 = 3,82 \cdot 10^7$$

Коэффициент долговечности K_{HL} определим по формуле (4.30) [9, с. 67]

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{\Sigma}}}, \quad (4.44)$$

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{3,82 \cdot 10^7}} = 0,85$$

Допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]$, МПа, определим по формуле [9, с. 66]

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]' \cdot K_{HL}, \quad (4.45)$$

где $[\sigma_H]'$ – допускаемое напряжение твердости, по таблице 4.8 [9, с. 66] $[\sigma_H]'=246$ МПа;

$$[\sigma_{FO}] = 246 \cdot 0,85 = 208,03$$

Допускаемое напряжение изгиба для нереверсивной работы $[\sigma_{FO}]$, МПа, определим по формуле [9, с. 66]

$$[\sigma_{FO}] = [\sigma_{FO}]' \cdot K_{FL}, \quad (4.46)$$

где K_{FL} - коэффициент долговечности, примем по его минимальному

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

значению $K_{FL} = 0,543$;

$[\sigma_{F0}]'$ – допускаемое напряжение твердости, по таблице 4.8 [9, с. 66] $[\sigma_{F0}] = 80$ МПа;

$$[\sigma_{FO}] = 80 \cdot 0,543 = 43,44$$

Принимаем по ГОСТ 2144 – 76 стандартные значения коэффициента диаметра червяка $q = 20$.

Тогда межосевое расстояние определим по формуле [9, с. 61]

$$a_w = \frac{m \cdot (z_2 + q)}{2}, \quad (4.47)$$

$$a_w = \frac{5 \cdot (58 + 20)}{2} = 195$$

Определим основные размеры червяка [71]:

а) делительный диаметр червяка d_1 , мм, по формуле (4.3) [9, с. 56]

$$d_1 = q \cdot m, \quad (4.48)$$

$$d_1 = 20 \cdot 5 = 100$$

б) диаметр вершин витков червяка d_{a1} , мм, по формуле (4.5) [9, с. 57]

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m, \quad (4.49)$$

$$d_{a1} = 100 + 2 \cdot 5 = 110$$

в) диаметр впадин витков червяка d_{f1} , мм, по формуле (4.6) [9, с. 57]

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m, \quad (4.50)$$

$$d_{f1} = 100 - 2,4 \cdot 5 = 88$$

г) длина нарезанной части шлифованного червяка b_1 , мм, по формуле (4.7) [9, с. 57]

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m + 25, \quad (4.51)$$

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot 58) \cdot 5 + 25 = 97,4$$

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

е) делительный угол подъема $\gamma, ^\circ$, по таблице 4.3 [9, с. 57]: при $z_1 = 1$ и $q=20$ угол $\gamma = 2,87^\circ$.

Определим основные размеры венца червячного колеса [71]:

а) делительный диаметр червячного колеса d_2 , мм, по формуле (4.8) [9, с. 58]

$$d_2 = z_2 \cdot m, \quad (4.52)$$

$$d_2 = 58 \cdot 5 = 290$$

б) диаметр вершин зубьев червячного колеса d_{a2} , мм, по формуле (4.9) [9, с. 58]

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m, \quad (4.53)$$

$$d_{a2} = 290 + 2 \cdot 5 = 300$$

в) диаметр впадин зубьев червячного колеса d_{f2} , мм, по формуле (4.10) [9, с. 58]

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 \cdot m, \quad (4.54)$$

$$d_{f2} = 290 - 2,4 \cdot 5 = 278$$

г) наибольший диаметр червячного колеса d_{aM2} , мм, по формуле (4.11) [9, с. 58]

$$d_{aM2} \leq d_{a2} - \frac{6m}{z_1 + 2}, \quad (4.55)$$

$$d_{aM2} \leq 300 - \frac{6 \cdot 5}{1 + 2} = 290$$

е) ширина венца червячного колеса b_2 , мм, по формуле (4.12) [9, с. 58]

$$b_2 \leq 0,75 \cdot d_{a1}, \quad (4.56)$$

$$b_2 \leq 0,75 \cdot 110 = 82,5$$

Определяем окружную скорость червяка v_1 , м/с, по формуле [9, с. 59]

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60}, \quad (4.57)$$

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 10^{-3} \cdot 1500}{60} = 7,86$$

Определяем скорость скольжения v_s , м/с, по формуле (4.15) [9, с. 59]

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma}, \quad (4.58)$$

$$v_s = \frac{7,86}{\cos 2,87^\circ} = 7,87$$

По табл. 4.4 [9, с.59] при скорости $v_s = 7,87$ м/с и шлифованном червяке приведенный угол трения $p' \approx 1^\circ$.

КПД редуктора η с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание и перемешивания масла

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \cdot (\gamma + p')} \right), \quad (4.59)$$

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} 2,87^\circ}{\operatorname{tg} \cdot (2,87^\circ + 1^\circ)} \right) = 0,71$$

По табл. 4.7 [9, с.65] выбираем седьмую степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности $K_v = 1,0$.

Определяем коэффициент неравномерности распределения нагрузки K_β по формуле (4.26) [9, с. 64]

$$K_\beta = 1 + (z_2 / \theta)^2 \cdot (1 - x), \quad (4.60)$$

где θ - коэффициент деформации червяка, по табл. 4.6 [9, с. 64] при $q = 8$ и $z_1 = 2 \theta = 248$;

x - вспомогательный коэффициент, при незначительных колебаниях нагрузки $x = 0,6$ [9, с. 65];

$$K_{\beta} = 1 + (58/248)^2 \cdot (1 - 0,6) = 1,01$$

Определяем коэффициент нагрузки К по формуле [9, с. 64]

$$K = K_{\beta} \cdot K_{\nu}, \quad (4.61)$$

$$K = 1,01 \cdot 1,0 = 1,01$$

Проверяем контактное напряжение

$$\sigma_H = \frac{170}{z_2/q} \cdot \sqrt{\frac{T_2 \cdot K \cdot ((z_2/q) + 1)^3}{a_w^3}}, \quad (4.62)$$

$$\sigma_H = \frac{170}{58/20} \cdot \sqrt{\frac{1356,51 \cdot 10^3 \cdot 1,01 \cdot ((58/20) + 1)^3}{195^3}} = 193,6 \leq [\sigma_H] = 208,03$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение ниже допускаемого на 6,94 % (разрешается до 15 %).

Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.

Эквивалентное число зубьев z_v определим по формуле [9, с. 63]

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma}, \quad (4.63)$$

$$z_v = \frac{58}{\cos^3 2,87^\circ} = 58,22$$

Коэффициент формы зуба по табл. 4.5 [9, с. 63] $Y_F = 2,15$.

Натяжение изгиба σ_F , МПа, определим по формуле (4.24) [9, с. 63]

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot T_2 \cdot K \cdot Y_F}{z_2 \cdot b_2 \cdot m^2}, \quad (4.64)$$

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot 1356,51 \cdot 10^3 \cdot 1,01 \cdot 2,15}{58 \cdot 82,5 \cdot 5^2} = 29,39 \leq [\sigma_F] = 43,44$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение ниже допускаемого.

Таким образом, прочность передачи обеспечена.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

4.5. Расчет привода механизма загрузки

4.5.1 Кинематический и силовой расчет привода механизма загрузки

Исходные данные: кинематическая схема механизма загрузки (рисунок 4.7), электродвигатель марки ИСП_М100 с мощностью $P_0=1,5$ кВт и частотой вращения вала электродвигателя $n_0=1400$ об/мин.

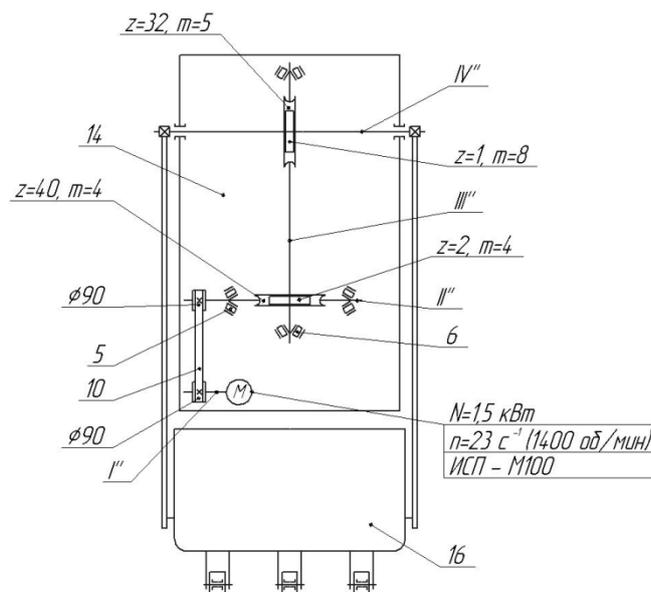


Рисунок 4.7 - Кинематическая схема механизма загрузки

Определим КПД привода η по формуле [63]

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^3 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4, \quad (4.65)$$

где η_1, η_2, η_3 – КПД соответственно ременной передачи, пары подшипников и червячных передач, значения КПД каждой передачи принимаем из таблицы 1.1 [9, с. 8];

$$\eta = 0,96 \cdot 0,99^3 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,63$$

Определим передаточное отношение передач u_1 по формулам (4.25) и (4.26)

$$u_1 = \frac{90}{90} = 1,$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$u_2 = \frac{40}{2} = 20,$$

$$u_2 = \frac{32}{1} = 32$$

Определим угловые скорости ω_i , рад/с, каждого вала по формулам (4.3) и (4.4)

$$\omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = 146,53 ,$$

$$\omega_1 = \frac{146,53}{1} = 146,53 ,$$

$$\omega_2 = \frac{146,53}{20} = 7,33 ,$$

$$\omega_3 = \frac{7,33}{32} = 0,23$$

Определяем частоту вращения n_i , об/мин, на каждом валу по формуле (4.27)

$$n_0 = 1400 ,$$

$$n_1 = \frac{1400}{1} = 1400 ,$$

$$n_2 = \frac{1400}{20} = 70 ,$$

$$n_3 = \frac{70}{32} = 2,19$$

Определяем мощность P_i , кВт, на каждом валу привода по формуле (4.5)

$$P_0 = 1,5,$$

$$P_1 = 1,5 \cdot 0,96 = 1,44 ,$$

$$P_2 = 1,44 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 1,21 ,$$

$$P_2 = 1,21 \cdot 0,8 \cdot 0,99^2 = 0,95$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Определяем крутящий момент T_i , Н·м, на каждом валу привода по формулам (4.6) и (4.7)

$$T_0 = \frac{1400}{146,53} = 10,24 ,$$

$$T_1 = 10,24 \cdot 1 \cdot 0,96 = 9,73 ,$$

$$T_2 = 9,73 \cdot 20 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 163,74 ,$$

$$T_2 = 163,74 \cdot 32 \cdot 0,8 \cdot 0,99^2 = 4149,74$$

Данные расчёта сводим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Характеристика привода

Вал	Частота вращения n , об/мин	Угловая скорость ω , c^{-1}	Мощность P , кВт	Крутящий момент T , Н·м
Вал электродвигателя	1400	146,53	1,5	10,24
Вал быстроходный	1400	146,53	1,44	9,73
Вал промежуточный	70	7,33	1,21	163,74
Вал тихоходный	2,19	0,23	0,95	4149,74

4.5.2 Расчет клиноременной передачи привода механизма загрузки

Дано: диаметры шкивов $d_1=90$ мм и $d_2=90$ мм.

По монограмме 7.3 [9, с. 134] принимаем сечение клинового ремня А.

Межосевое расстояние a_p , мм, выбираем в интервале, исходя из следующих формул (4.13) и (4.14)

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (90 + 90) + 8 = 99 ,$$

$$a_{\max} = 90 + 90 = 180$$

Предварительно принимаем близкое значению $a_p=200$ мм.

Расчетная длина ремня L , мм, определим формуле (4.15)

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$L_p = 2 \cdot 200 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 90) + \frac{(90 - 90)^2}{4 \cdot 200} = 682,6$$

Принимаем по стандартному ряду по таблице 7.7 [9, с. 131] $L = 710$ мм.

Уточняем значение a_p , мм, с учетом стандартной длины L по формулам (4.16), (4.17) и (4.18)

$$w = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 90) = 282,6 ,$$

$$y = (90 - 90)^2 = 0 ,$$

$$a = 0,25 \cdot \left[(710 - 282,6) + \sqrt{(710 - 282,6)^2 - 2 \cdot 0} \right] = 213,7$$

При монтаже передачи необходима обеспечить возможность уменьшения a_p на $0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 710 = 7,1$ мм для облегчения надевания ремней на шкивы и возможность увеличения его a_p на $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 710 = 17,25$ мм для увеличения натяжения ремней.

Угол обхвата меньшего шкива α_1 , °, определим формуле (4.19)

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{90 - 90}{213,7} = 180$$

Коэффициент режима работы, учитывающий условия эксплуатации, при двухсменном режиме работы и легком режиме работы по таблице 7.10 [9, с. 137] принимаем равным $C_p = 1,3$.

Коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, для ремня сечения А и при длине $L = 710$ мм по таблице 7.9 [9, с. 135] принимаем равным $C_L = 0,83$.

Коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата, при $\alpha_1 = 180^\circ$ принимаем равным $C_\alpha = 1$ [9, с. 135].

Коэффициент режима работы, учитывающий число ремней в передаче, принимаем равным $C_Z = 0,95$ [9, с. 135], предполагая, что число ремней в передаче будет от 2 до 3.

Число ремней Z в передаче определим по формуле (4.20)

$$Z = \frac{1,5 \cdot 1,3}{1,07 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,95} = 2,31$$

Принимаем $Z = 2$.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Натяжение ветви клинового ремня F_0 , Н, определим по формулам (4.21) и (4.22)

$$v = 0,5 \cdot 146,53 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 6,59 ,$$
$$F_0 = \frac{850 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 0,83}{2 \cdot 6,59 \cdot 1} + 0,1 \cdot 6,59^2 = 108,66$$

Давление на валы F_B , Н, определим по формуле (4.23)

$$F_B = 2 \cdot 108,66 \cdot 2 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} = 0$$

Ширину шкивов B_{III} , мм, определим по формуле (4.24)

$$B_{III} = (2 - 1) \cdot 15 - 2 \cdot 10 = 35$$

Таким образом, принимаем ремень клиновый А-710 по ГОСТ 1284-96.

4.5.3 Расчет 1 червячной передачи привода механизма загрузки

Дано: число зубьев червяка $z_1=2$ и число зубьев червячного колеса $z_2=40$ с модулем $m=4$ мм.

Материалы для венца червячного колеса и червяка примем по табл. 4.8 [9, с. 66]. Для венца червячного колеса примем бронзу БрО10Н1Ф1, отливка центробежная; для червяка – сталь 45 с твердостью HRC ≥ 45 .

Суммарное число циклов перемен напряжений N_Σ определим по формуле (4.28)

$$N_\Sigma = 60 \cdot 70 \cdot 43800 = 18,4 \cdot 10^7$$

Коэффициент долговечности K_{HL} определим по формуле (4.29)

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{18,4 \cdot 10^7}} = 0,69$$

Допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]$, МПа, определим по формуле

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

(4.30)

$$[\sigma_{FO}] = 246 \cdot 0,69 = 170,94$$

Допускаемое напряжение изгиба для нереверсивной работы $[\sigma_{FO}]$, МПа, определим по формуле (4.31)

$$[\sigma_{FO}] = 80 \cdot 0,543 = 43,44$$

Принимаем по ГОСТ 2144 – 76 стандартные значения коэффициента диаметра червяка $q = 16$.

Тогда межосевое расстояние определим по формуле (4.32)

$$a_w = \frac{4 \cdot (40 + 16)}{2} = 112$$

Определим основные размеры червяка [71]:

а) делительный диаметр червяка d_1 , мм, по формуле (4.33)

$$d_1 = 16 \cdot 4 = 64$$

б) диаметр вершин витков червяка d_{a1} , мм, по формуле (4.34)

$$d_{a1} = 64 + 2 \cdot 4 = 72$$

в) диаметр впадин витков червяка d_{f1} , мм, по формуле (4.35)

$$d_{f1} = 64 - 2,4 \cdot 4 = 54,4$$

г) длина нарезанной части шлифованного червяка b_1 , мм, по формуле (4.35)

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot 40) \cdot 4 + 25 = 78,6$$

е) делительный угол подъема $\gamma, ^\circ$, по таблице 4.3 [9, с. 57]: при $z_1 = 2$ и $q=12,5$ угол $\gamma = 7,12^\circ$.

Определим основные размеры венца червячного колеса [71]:

а) делительный диаметр червячного колеса d_2 , мм, по формуле (4.36)

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$d_2 = 40 \cdot 4 = 160$$

б) диаметр вершин зубьев червячного колеса d_{a2} , мм, по формуле (4.37)

$$d_{a2} = 160 + 2 \cdot 4 = 168$$

в) диаметр впадин зубьев червячного колеса d_{f2} , мм, по формуле (4.38)

$$d_{f2} = 160 - 2,4 \cdot 4 = 150,4$$

г) наибольший диаметр червячного колеса d_{aM2} , мм, по формуле (4.39)

$$d_{aM2} \leq 168 - \frac{6 \cdot 4}{2 + 2} = 162$$

е) ширина венца червячного колеса b_2 , мм, по формуле (4.40)

$$b_2 \leq 0,75 \cdot 72 = 54$$

Определяем окружную скорость червяка v_1 , м/с, по формуле (4.41)

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 10^{-3} \cdot 1400}{60} = 4,69$$

Определяем скорость скольжения v_s , м/с, по формуле (4.42)

$$v_s = \frac{3,66}{\cos 7,12^\circ} = 4,73$$

По табл. 4.4 [9, с.59] при скорости $v_s = 4,73$ м/с и шлифованном червяке приведенный угол трения $\rho' \approx 1^\circ$.

КПД редуктора η с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание и перемешивания масла определим по формуле (4.43)

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} 7,12^\circ}{\operatorname{tg} \cdot (7,12^\circ + 1^\circ)} \right) = 0,83$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

По табл. 4.7 [9, с.65] выбираем седьмую степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности $K_v = 1,1$ [71].

Определяем коэффициент неравномерности распределения нагрузки K_β по формуле (4.44)

$$K_\beta = 1 + (40/121)^2 \cdot (1 - 0,3) = 1,03$$

Определяем коэффициент нагрузки K по формуле (4.45)

$$K = 1,03 \cdot 1,1 = 1,13$$

Проверяем контактное напряжение по формуле (4.46)

$$\sigma_H = \frac{170}{40/16} \cdot \sqrt{\frac{163,74 \cdot 10^3 \cdot 1,13 \cdot ((40/16) + 1)^3}{112^3}} = 161,43 \leq [\sigma_H] = 170,94$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение ниже допускаемого на 5,57 % (разрешается до 15 %).

Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.

Эквивалентное число зубьев z_v определим по формуле (4.47)

$$z_v = \frac{40}{\cos^3 7,12^\circ} = 40,94$$

Коэффициент формы зуба по табл. 4.5 [9, с. 63] $Y_F = 2,26$.

Натяжение изгиба σ_F , МПа, определим по формуле (4.48)

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot 163,74 \cdot 10^3 \cdot 1,13 \cdot 2,26}{40 \cdot 54 \cdot 5^2} = 14,52 \leq [\sigma_F] = 43,44$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение ниже допускаемого.

Таким образом, прочность передачи обеспечена.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

4.5.4 Расчет 2 червячной передачи привода механизма загрузки

Дано: число зубьев червяка $z_1=1$ и число зубьев червячного колеса $z_2=32$ с модулем $m=8$ мм.

Материалы для венца червячного колеса и червяка примем по табл. 4.8 [9, с. 66]. Для венца червячного колеса примем бронзу БрО10Н1Ф1, отливка центробежная; для червяка – сталь 45 с твердостью HRC ≥ 45 .

Суммарное число циклов перемен напряжений N_Σ определим по формуле (4.28)

$$N_\Sigma = 60 \cdot 2,18 \cdot 43800 = 5,75 \cdot 10^6$$

Коэффициент долговечности K_{HL} определим по формуле (4.29)

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{5,45 \cdot 10^6}} = 1,07$$

Допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]$, МПа, определим по формуле (4.30)

$$[\sigma_{FO}] = 246 \cdot 1,07 = 263,63$$

Допускаемое напряжение изгиба для нереверсивной работы $[\sigma_{FO}]$, МПа, определим по формуле (4.31)

$$[\sigma_{FO}] = 80 \cdot 0,543 = 43,44$$

Принимаем по ГОСТ 2144 – 76 стандартные значения коэффициента диаметра червяка $\rho = 25$.

Тогда межосевое расстояние определим по формуле (4.32)

$$a_w = \frac{8 \cdot (32 + 25)}{2} = 228$$

Определим основные размеры червяка:

а) делительный диаметр червяка d_1 , мм, по формуле (4.33)

$$d_1 = 25 \cdot 8 = 200$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

б) диаметр вершин витков червяка d_{a1} , мм, по формуле (4.34)

$$d_{a1} = 200 + 2 \cdot 8 = 216$$

в) диаметр впадин витков червяка d_{f1} , мм, по формуле (4.35)

$$d_{f1} = 200 - 2,4 \cdot 8 = 180,8$$

г) длина нарезанной части шлифованного червяка b_1 , мм, по формуле (4.35)

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot 32) \cdot 8 + 25 = 128,36$$

е) делительный угол подъема γ , °, по таблице 4.3 [9, с. 57]: при $z_1 = 1$ и $q=25$ угол $\gamma = 2,87^\circ$.

Определим основные размеры венца червячного колеса [71]:

а) делительный диаметр червячного колеса d_2 , мм, по формуле (4.36)

$$d_2 = 32 \cdot 8 = 256$$

б) диаметр вершин зубьев червячного колеса d_{a2} , мм, по формуле (4.37)

$$d_{a2} = 256 + 2 \cdot 8 = 272$$

в) диаметр впадин зубьев червячного колеса d_{f2} , мм, по формуле (4.38)

$$d_{f2} = 256 - 2,4 \cdot 8 = 236,8$$

г) наибольший диаметр червячного колеса d_{aM2} , мм, по формуле (4.39)

$$d_{aM2} \leq 272 - \frac{6 \cdot 8}{1 + 2} = 256$$

е) ширина венца червячного колеса b_2 , мм, по формуле (4.40)

$$b_2 \leq 0,75 \cdot 216 = 162$$

Определяем окружную скорость червяка v_1 , м/с, по формуле (4.41)

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 70}{60} = 0,73$$

Определяем скорость скольжения v_s , м/с, по формуле (4.42)

$$v_s = \frac{0,73}{\cos 2,87^0} = 0,73$$

По табл. 4.4 [9, с.59] при скорости $v_s = 0,73$ м/с и шлифованном червяке приведенный угол трения $\rho' \approx 1^0$.

КПД редуктора η с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание и перемешивания масла определим по формуле (4.43) [71]

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} 2,87^0}{\operatorname{tg} \cdot (2,87^0 + 1^0)} \right) = 0,71$$

По табл. 4.7 [9, с.65] выбираем седьмую степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности $K_v = 1,0$.

Определяем коэффициент неравномерности распределения нагрузки K_β по формуле (4.44)

$$K_\beta = 1 + (32/248)^2 \cdot (1 - 0,3) = 1$$

Определяем коэффициент нагрузки K по формуле (4.45)

$$K = 1 \cdot 1,0 = 1$$

Проверяем контактное напряжение по формуле (4.46)

$$\sigma_H = \frac{170}{32/25} \cdot \sqrt{\frac{4149,74 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot ((32/25) + 1)^3}{228^3}} = 270,75 \leq [\sigma_H] = 263,63$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение выше допускаемого на 2,7 % (разрешается до 5 %).

Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.

Эквивалентное число зубьев z_0 определим по формуле (4.47)

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

$$z_v = \frac{32}{\cos^3 2,87^\circ} = 32,12$$

Коэффициент формы зуба по табл. 4.5 [9, с. 63] $Y_F = 2,26$.
Натяжение изгиба σ_F , МПа, определим по формуле (4.48)

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot 4149,74 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 2,26}{32 \cdot 162 \cdot 8^2} = 34,03 \leq [\sigma_F] = 43,44$$

Результаты расчета следует признать удовлетворительным, т.к. расчетное напряжение ниже допускаемого.

Таким образом, прочность передачи обеспечена.

4.6. Расчеты на ЭВМ

4.6.1. Расчет вала

Произведем расчет вала привода ножа в программе APM WinMachine 9.0.



Рисунок 4.8 – Вал

Таблица 4.5 - Моменты кручения [63]

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Значение, Н·м
0	168.00	149.00
1	1407.00	-149.00

Таблица 4.6 - Реакции в опорах [63]

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Реакция верт., Н	Реакция гориз., Н	Модуль, Н	Угол, град
0	190.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1240.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Момент кручения

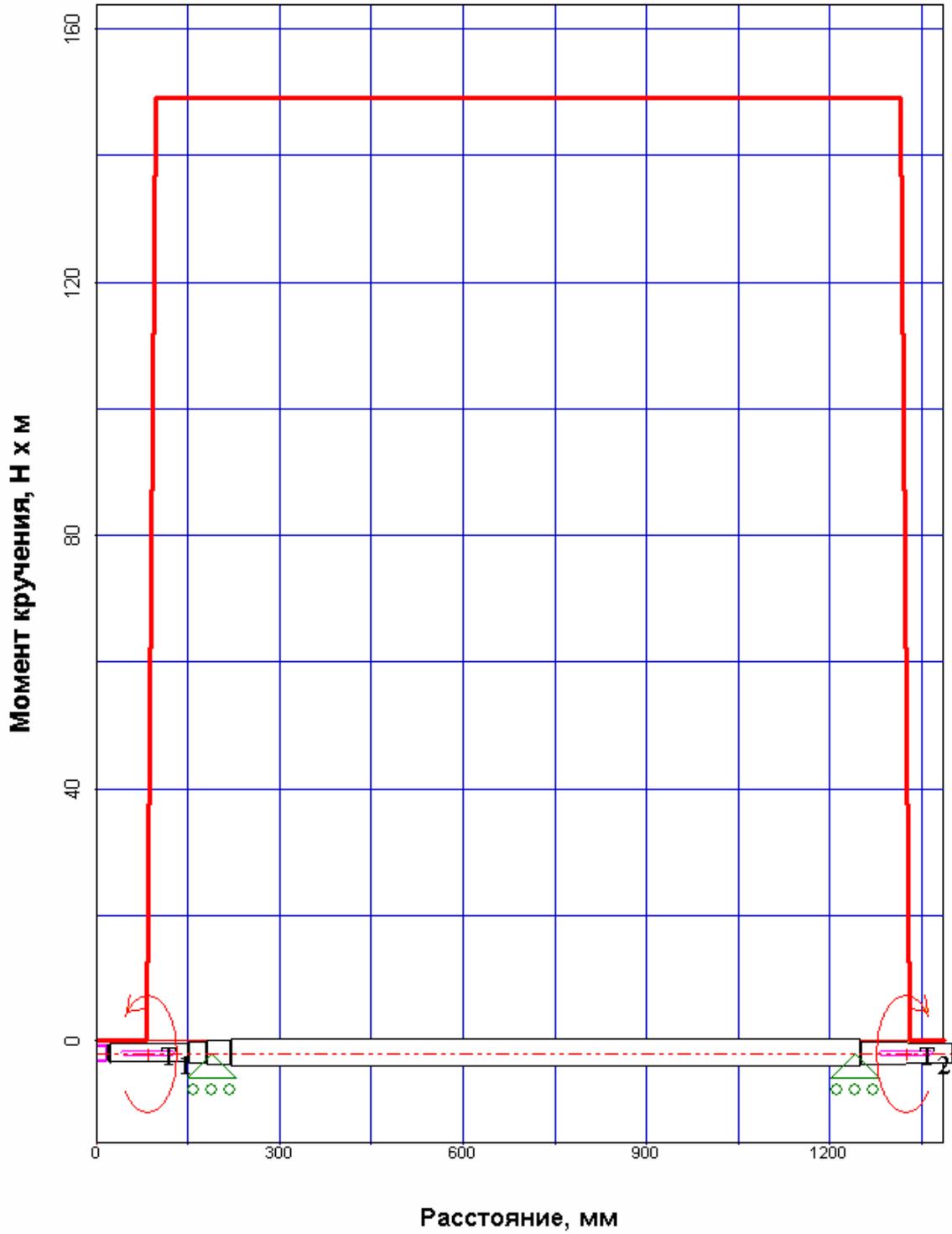


Рисунок 4.8 – График зависимости момента кручения от расстояния

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

78

Угол кручения

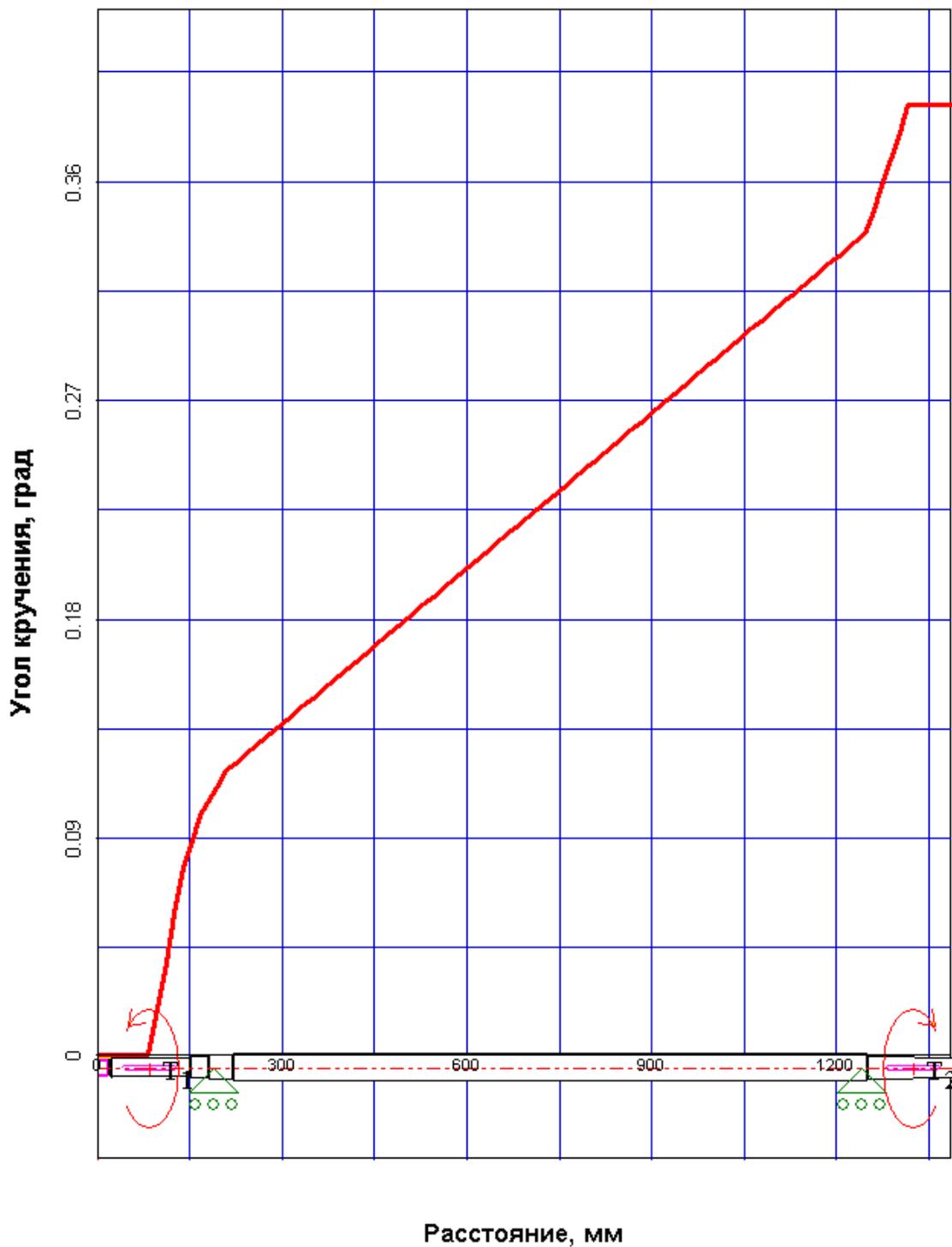


Рисунок 4.9 – График зависимости угла кручения от расстояния

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

79

Эквивалентное напряжение

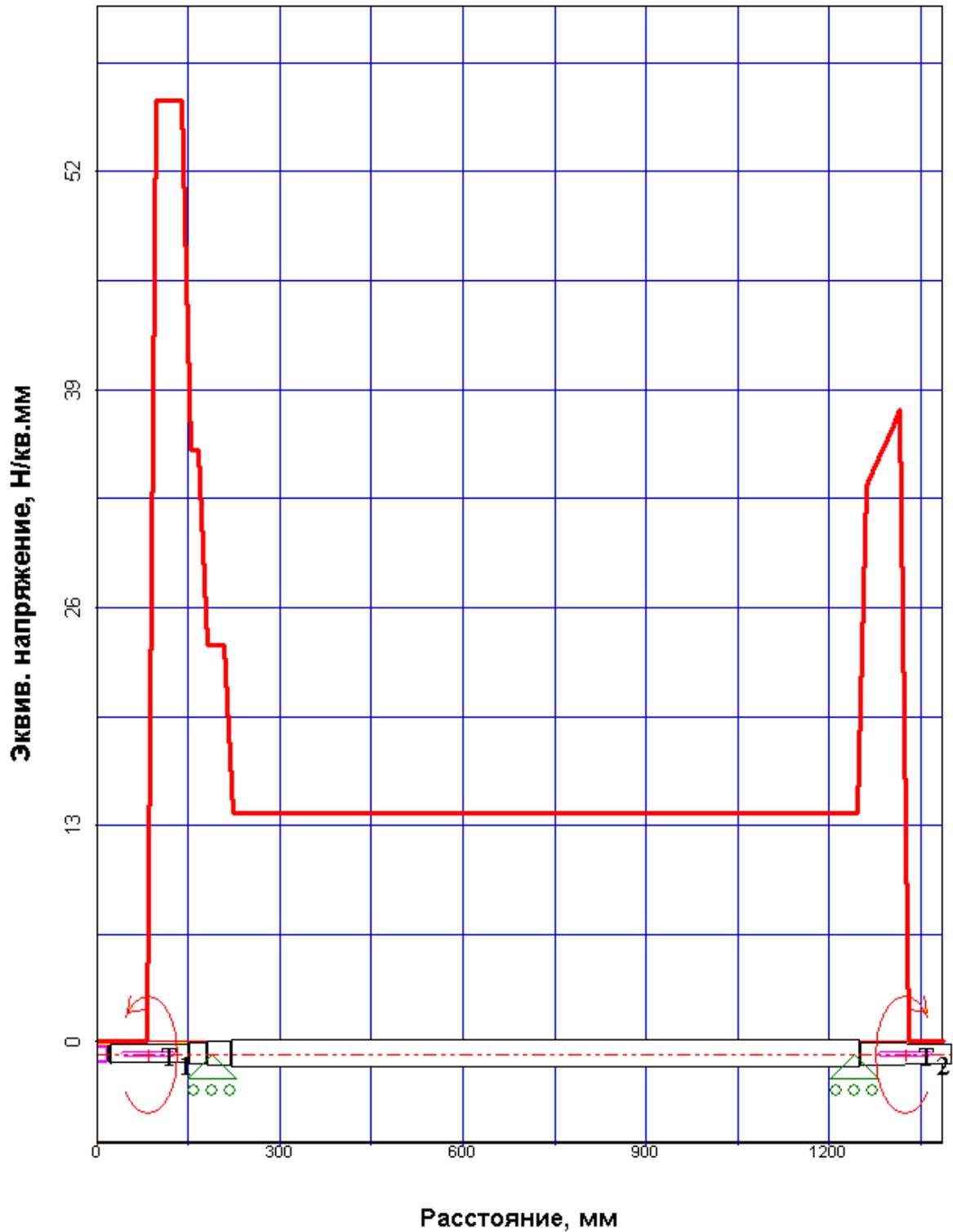


Рисунок 4.10 – График зависимости эквив. напряжения от расстояния

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Коэффициент запаса по усталостной прочности

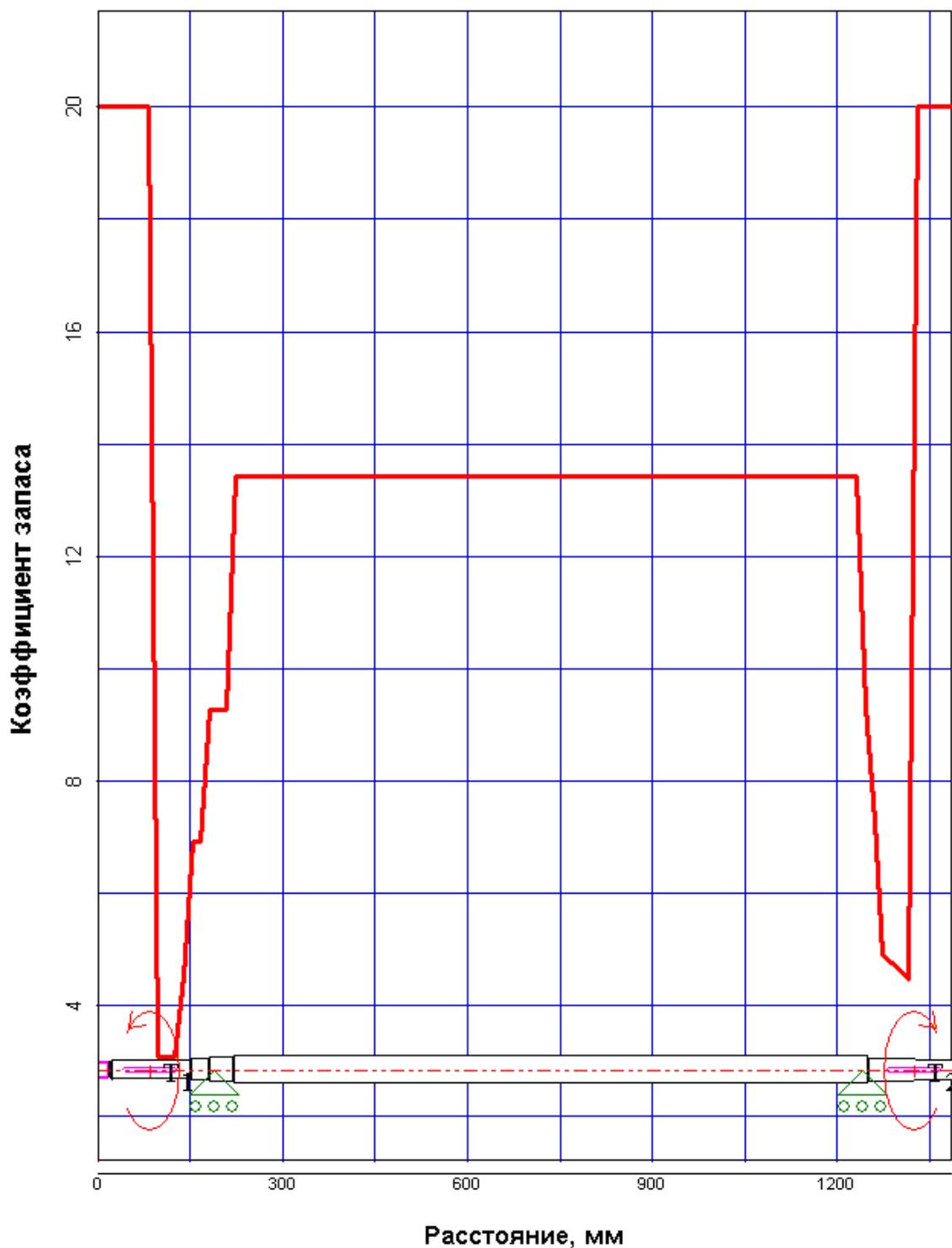


Рисунок 4.11 – График зависимости коэффициента запаса от расстояния

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

81

5 Монтажный проект

5.1 Компоновка и анализ помещений

В этом разделе приводятся метод проектирования предприятия пищевой промышленности, а также производится комплекс предпроектных и проектных работ [60].

Компоновка – это схематический план здания с изображением на нем цехов, отделений, участков, вспомогательных и служебно-бытовых помещений [60].

Компоновка помещений должна выполняться с учетом следующих требований [60]:

1) Последовательность и максимальная прямолинейность производственного потока;

2) Склады основного сырья, экспедиции, приемные отделения и т.п. должны располагаться по периметру здания с выходом на улицу;

3) Для сокращения протяженности кабельных линий, трубопроводов, воздухопроводов необходимо располагать трансформаторные подстанции, насосные, вентиляционные камеры и т.п. как можно ближе к участкам, где потребление соответствующих видов носителей энергии максимально.

4) Необходимо исключить перемещения персонала через помещения, в которых не находится их рабочее место;

5) Участки, где выполняются подготовительные операции, склады промежуточного хранения и дозревания полуфабрикатов должны быть расположены как можно ближе к основным производственным участкам;

Для правильного анализа помещений цехов для производства колбасы и удобной компоновки цехов устанавливаем функциональные связи отделений [60].

Функциональные связи позволяют проверить, все ли помещения и технологические схемы учтены при компоновке здания и системы здания, определить по каким направлениям следует осуществлять объединение и непосредственное примыкание помещений друг к другу [60].

Функциональные связи помещений цехов для производства колбасы представляем в виде таблицы 5.1.

Выявленные функциональные связи в таблице 5.1 группируем попарно рисунок 5.1. Затем на основании этих данных составляется безразмерная принципиальная схема для компоновки производственного здания рисунок 5.2, которая служит ориентиром при составлении окончательной компоновки.

Объединение производственных помещений в корпуса должно обеспечивать максимально удобную связь с обслуживающим и подсобным хозяйством и бытовыми помещениями предприятия [60].

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

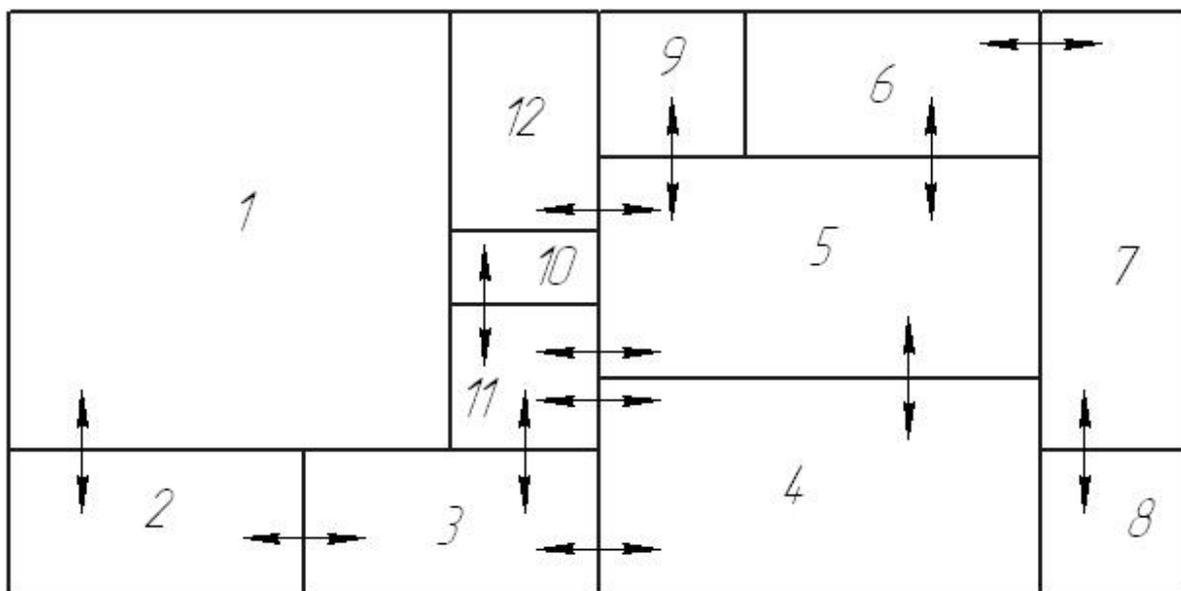


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема компоновки цехов

5.2 Расчет фундаментной площадки и болтов для крепления куттера Л5 - ФКБ

5.2.1 Расчет фундаментной площадки для куттера Л5 - ФКБ

Масса куттера Л5 - ФКБ заполненного продуктом 5430 кг (вес 54,3 кН). Фундаментная площадка (сплошная плита) для куттера Л5 - ФКБ представлена на рисунке 5.3.

Определим площадь подошвы фундаментной площадки по формуле [60]:

$$F = (a + 2 \cdot \Delta)(b + 2 \cdot \Delta), \text{ м}^2, \quad (5.1)$$

где a, b - расстояния между осями опор, м,
 Δ - припуск на каждую сторону, 0,1 - 0,2, м,

$$F = (2,2 + 2 \cdot 0,15)(1,1 + 2 \cdot 0,15) = 3,5$$

Объем фундамента под машиной, давящего на грунт $V, \text{ м}^3$, вычисляется по формуле [60]

$$V = F \cdot H, \text{ м}^3 \quad (5.2)$$

где H - высота площадки, м,

где α - коэффициент уменьшения динамичности, $\alpha = 1$

$$P = \frac{(54,3 + 45,5)}{(0,9 \cdot 3,5)} = 31,7 < [R_n] = 200$$

Что меньше допустимой нормативной нагрузки на грунт, следовательно, статическая прочность фундамента обеспечена.

Динамический расчет фундамента.

Вертикальную составляющую неуравновешенных сил инерции P_Z , кН, принимаем равной весу машины G_M , кН [60]

$$P_Z = P_M = 54,3 \text{ кН}$$

Фактическое давление на грунт P_f , кПа при наличии вертикальной составляющей рассчитывают по формуле [60]

$$P = \frac{(G_M + G_{nl} + P_Z)}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H], \quad (5.6)$$
$$P = \frac{(54,3 + 45,5 + 54,3)}{(0,9 \cdot 3,5)} = 48,9$$

Условие выполняется.

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле [60]

$$A_z = K \cdot \frac{P_Z}{G_0(N_Z - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м} \quad (5.7)$$

где G_0 – вес фундамента и машины, Н,

K – коэффициент, $K=90 \text{ м/мин}^2$,

N_Z – частота вертикальных колебаний, мин^{-1} ,

n – частота вращения массивной детали, вызывающей динамику рабочего органа (чаши), об/мин ,

$[A_z]$ – допускаемая амплитуда вертикальных колебаний, м

Частота вертикальных колебаний N_Z , мин^{-1} , определяется по формуле [60]

$$N_Z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_Z \cdot F}{G_0}}, \quad (5.8)$$

где K_1 – коэффициент, $K_1=9,55 \text{ мин}^{-1}$,

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

C_z – коэффициент упругости перекрытия, Н/м^2 , определяется по формуле [16]

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (5.9)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{3,5}} = 1,71 \cdot 10^4,$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{1,71 \cdot 10^4 \cdot 3,5}{99800}} = 7,4$$

$$A_z = 90 \cdot \frac{54300}{99800(7,4 - 14,5^2)} = -0,24$$

Условие выполняется.

Амплитуда перемещений в горизонтальной плоскости A_x , м определяется по формуле [60]

$$A_x = K \cdot \frac{P_x}{G_o(N_x^2 - n^2)} \leq [A_x] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м} \quad (5.10)$$

где N_x – частота собственных горизонтальных колебаний, мин^{-1} ,
 $[A_x]$ – допускаемая амплитуда горизонтальных колебаний, м,
 P_x – горизонтальная составляющая неуравновешенных сил инерции, проектных расчетах можно принять $P_x = P_z$,

Частота собственных горизонтальных колебаний N_x , мин^{-1} , определяется по формуле [16, 60]

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

где C_x – коэффициент упругости перекрытия при сдвиговых смещениях, Н/м^2 ,

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

$$C_x = 0,5 \cdot 1,71 = 0,855 \cdot 10^4,$$

$$N_x = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{0,855 \cdot 10^4 \cdot 3,5}{99800}} = 5,2$$

$$A_x = 90 \cdot \frac{54300}{99800(5,2^2 - 14,5^2)} = -0,26$$

Условие выполняется.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проверке на резонанс найдем отношение вынужденных и собственных колебаний системы “фундаментная площадка - машина” по формулам [16, 60]

$$0,7 \geq n/N_z \geq 1,3, \quad (5.13)$$

$$0,7 \leq 1,95 \geq 1,3, \\ 0,7 \geq n/N_x \geq 1,3, \quad (5.14)$$

$$0,7 \leq 2,8 \geq 1,3$$

Расчет показал, что система работает вне зоны резонанса.

5.2.2 Расчет фундаментных болтов для крепления куттера

Материал шпилек болтов принимаем сталь 09Г2С ГОСТ380-89 [σ_p] =170МПа, марка бетона М150, принимаем количество болтов $z=7$

Для данного болта и способа его установки находим:

$X=0,65$, $K_{ст}=2,2$, $H=7d$.

Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов P_3 , Н вычисляют по формуле

$$P_3 = K_{cm} \cdot P(1-x), \quad (5.15)$$

где P - динамическая нагрузка ($P=G_M=54,3кН$)

$$P_3 = 2,2 \cdot 54300 (1 - 0,65) = 41811$$

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

$$S = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.16)$$

$$S = \frac{41811 + 0,65 \cdot 54300}{7 \cdot 170 \cdot 10^6} = 0,64 \cdot 10^{-4}$$

Принимается болт с резьбой диаметром М12 с $S = 0,769 \cdot 10^{-4} м^2$

Проверяем сечение болта на выносливость.

Расчетное сопротивление болта [σ_d], Па вычисляют из формулы

$$[\sigma_d] = \frac{0,278[\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu} \quad (5.17)$$

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

где α - коэффициент, учитывающий число циклов нагружения, при 106 циклах $\alpha = 1,25$,
 μ - коэффициент, учитывающий масштабный фактор, для болтов $M < 16$, $\mu = 1$

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

Необходимую площадь сечения болта S_{σ} , m^2 вычисляют по формуле

$$S_{\sigma} = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.18)$$

$$S_{\sigma} = \frac{41811 + 0,65 \cdot 54300}{7 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 0,69 \cdot 10^{-4}$$

Окончательно принимаем болт с резьбой диаметром M12.
 Глубину заделки болтов H , мм вычисляют по формуле

$$H = 7d, \quad (5.19)$$

$$H = 7 \cdot 12 = 84$$

Принимаем $H = 100$ мм.

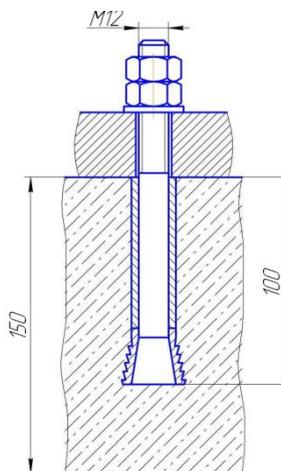


Рисунок 5.4 - Эскиз фундаментного болта

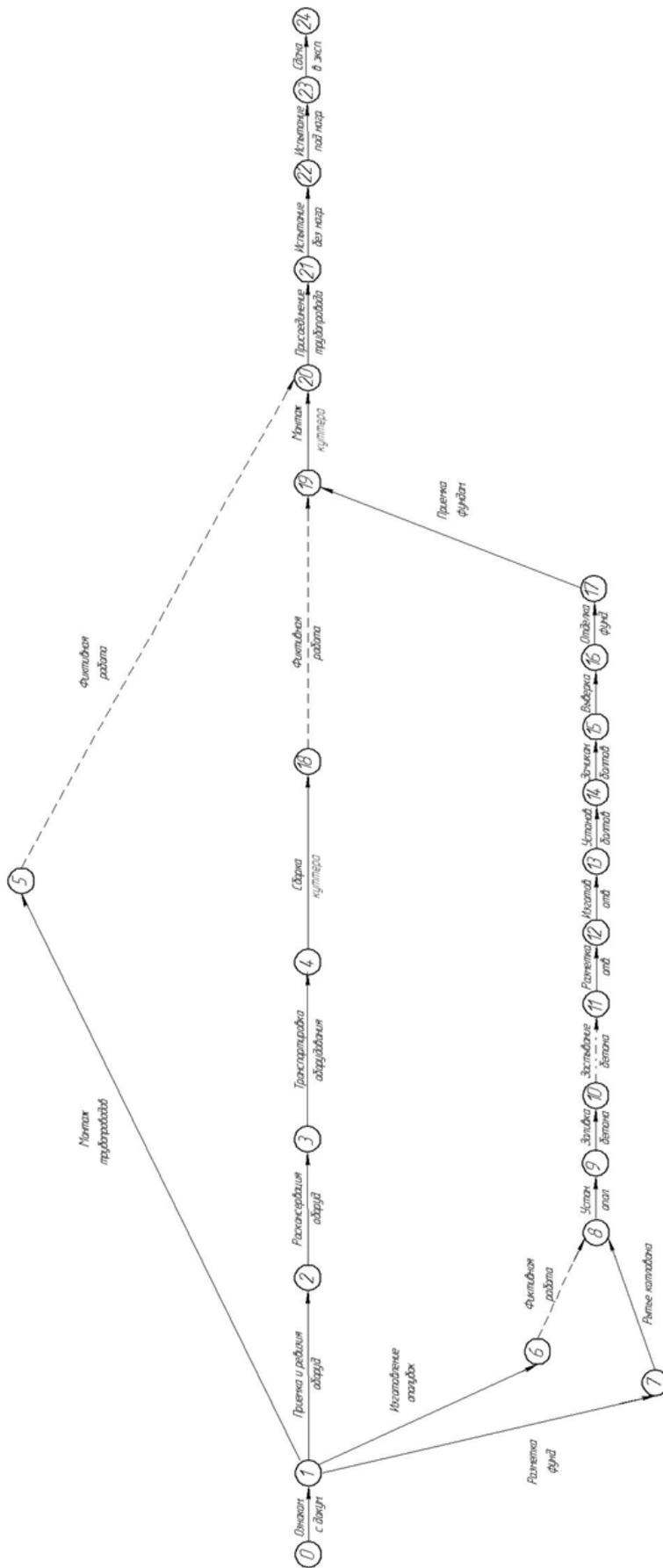


Рисунок 5.5 - Сетевой график монтажа куттера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

6. Безопасность жизнедеятельности

6.1 Условия труда

Произведем анализ производственного здания и вспомогательных помещений на соответствие санитарным требованиям, а также санитарно-гигиеническим условиям труда в цехе по производству вареной колбасы расположенного в городе Кемерово.

Цех, размерами 27,233634,8 метров, расположен внутри пятиэтажного здания с покрытием из железобетонных ребристых - плит. Потолок белый, верхняя часть стен также белая, нижняя окрашена голубой эмалью, пол покрыт керамической плиткой.

Согласно СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания», производственный процесс по санитарной характеристике относится к 4 группе, т. е. к процессам, требующим особых условий к соблюдению чистоты и стерильности при изготовлении продукции. Санитарно-бытовые помещения и санитарно-технические устройства расположены в административной части здания.

По характеру окружающей среды цех относится к классу влажных помещений с относительной влажностью более 60%, но не превышающей 75%, так как при производстве используется в основном питьевая вода.

Характеристику колбасного цеха сводим в таблицу 6.1 [12, 65].

Таблица 6.1- Характеристика цеха производства вареной колбасы

Цех, отделение	Тип здания и этажность	Строительные размеры, м	Площадь и объем производственного помещения на одного работающего				Периодичность уборки помещения
			м ²		м ³		
			норма	факт	норма	факт	
Колбасный	Железобетонное, пятиэтажный	27,2x36x4,8	4,5	81,6	25	391,7	2 раза в смену

Согласно СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий» [38] выбираем нормы площади и объема производственного помещения на одного рабочего. Периодичность уборки производственного помещения составляет 2 раза в смену.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [39] определяем категорию

опасность многих производственных факторов, создает благоприятные условия труда, способствует повышению производительности труда и улучшению качества продукции.

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [40] определяем группу административного района по ресурсам светового климата, разряд зрительной работы и подразряд, показатели освещения.

В качестве источника освещения принимаем светильник типа ПВЛМ-2х40-22 с люминесцентными лампами марки ЛД-40 ГОСТ 6825-91 «Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения» [41].

Результаты анализа освещения производственных помещений приведены в таблице 6.3 [12, 65].

Таблица 6.3 – Освещение производственных помещений

Цех, отделение	Группа административного района	Разряд зрительной работы	Искусственное освещение					Тип ламп и исполнение светильников	Естественное освещение, %		Совмещенное освещение, %	
			Освещенность, лк			Коэффициенты			КЕО e_n , %			
			Комбинированное освещение		Общее	Ослепленности	Пульсации, %		при верхнем и комбинированном	при боковом	при верхнем и комбинированном	при боковом
			Всего	в т.ч. общего								
Цех пр-ва колбас	1	VI	-	-	200	40	20	ЛД-40, ПВЛМ-2х40-22	3	1	1,8	0,6

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [42] определяем оптимальные и допускаемые параметры микроклиматических условий производственного помещения. Результаты анализа параметров микроклиматических условий производственного помещения приведены в таблице 6.4 [12, 65].

Таблица 6.4 – Параметры микроклиматических условий

Период года	Категори и работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
			Выше/ниже оптимальной						
Хол.	II а	19,0-21,0	17,0-18,9/ 21,1-23	18,0-22,0	16,0-24,0	40-60	15-75	0,2	0,1/ 0,3
Тепл.		20,0-22,0	18,0-19,9/ 22,1-27,0	19,0-23,0	17,0-28,0	40-60	15-75	0,2	0,1/ 0,4

Согласно ГОСТ 12.1.005-88* «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [43], СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [44] и СП 56.13330.2011 «Производственные здания» [45] определяем тип и особенности систем вентиляции. Результаты анализа систем вентиляции приведены в таблице 6.5 [12, 65].

Таблица 6.5 – Рекомендуемые системы вентиляции в производственных, подсобных и складских помещениях

Помещение, отделение, цех	Основные выделяющиеся вредности	Системы вентиляции		
		Вытяжная	Приточная	
			В холодный период года	В теплый период года
Цех пр-ва колбас	влаговыведения, тепловыведения, масловыведения, вибрация, шум	механическая местная с отсосом воздуха из зоны работы аппаратов, выделяющих влагу и тепло механическая общеобменная с отсосом воздуха из верхней зоны помещения	механическая местная с рециркуляцией с подпором воздуха в зоны работы аппаратов, выделяющих влагу и тепло механическая общеобменная с подпором воздуха в верхнюю зону помещения	механическая местная с рециркуляцией с подпором воздуха в зоны работы аппаратов, выделяющих влагу и тепло механическая общеобменная с подпором воздуха в нижнюю зону помещения

Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [46] определяем температуру холодной пятидневки, среднесуточную температуру наружного воздуха в холодный период, продолжительность холодного

периода, тип системы отопления, а так же температуру теплоносителя, после чего производим расчет требуемого количества тепла.

Требуемое количество тепла $Q_{тр}$, МВт, рассчитывают по формуле [12]:

$$Q_{тр} = g_0 \cdot a \cdot (t_b - t_n^{cp}) \cdot V_{от} \cdot n \cdot \tau, \quad (6.1)$$

где g_0 - удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м³·°С), ($g_0 = 0,47$);

a – поправочный коэффициент, ($a = 1$);

t_b - температура воздуха внутри помещения, °С, ($t_b = 20$ °С);

t_n^{cp} - температура наружного воздуха средняя за отапливаемый период, °С;

$V_{от}$ - объем всех отапливаемых помещений, м³;

n - продолжительность отапливаемого периода, сутки;

τ - число часов работы отопительной системы в сутки, ($\tau = 24$ часа).

$$Q_{тр} = 0,47 \cdot 1 \cdot (20 - (-6,9)) \cdot 4700,16 \cdot 243 \cdot 24 = 346,6, \text{ МВт}$$

Результаты анализа системы отопления приведены в 6.6 [12, 65].

Таблица 6.6 – Параметры системы отопления

Цех, отделение	Температура холодной пятидневки, °С	Среднесуточная температура наружного воздуха в холодный период, t_n^{cp} , °С	Продолжительность сезона, n , сут	Система отопления	Требуемое количество тепла, МВт	Температура теплоносителя, °С
Цех пр-ва колбасы	-39	-6,9	243	Водяная	346,6	не более 150

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [47], ГОСТ 12.2.033-78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» [48] и ГОСТ 22269-76 «Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования» [49] определяем эргономические требования к рабочим местам рабочих.

Результаты анализа эргономических условий труда приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Общие эргономические требования

Цех, отделение	Профессия	Рабочая поза	Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места						Высота расположения средств отображения информации, мм		
			Стоя			Сидя			Пол работающего		
			М	Ж	М и Ж	М	Ж	М и Ж	М	Ж	М и Ж
Цех пр-ва колбасы	Оператор	Стоя	1060	990	1025	-	-	-	1410	1320	1365

6.2 Потенциальные опасности и вредности проектируемого объекта

Выбор технических средств обеспечения безопасности должен осуществляться на основе выявления вредных факторов, специфических для данного технологического процесса, а так же изучения каждого выявленного фактора и зоны его действия.

Машинно-аппаратурная схема производства колбас с обозначенными вредностями и опасностями изображена на рисунке 6.1.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74* «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [50] определяем вредные производственные факторы и их воздействие на организм человека, после чего выбираем индивидуальные средства защиты.

Таблица 6.8 – Физико-химическая и санитарно-гигиеническая характеристика веществ

Цех	Вещество	Источник выделения	ПДК в рабочей зоне мг/м ³	Класс опасности, агрегатное состояние	Токсическое действие	Средства защиты (тип, марка)
Цех мойки	Щелочь	Моющие растворы	2 мг/м ³	3, жидкость	поражение центральной нервной системы, раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей	Спецодежда

Нормирование шума ведется по предельному спектру согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума». В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» определяем установленный предельно-допустимый уровень вибрации.

Произведя анализ видно, что преобладающими вредностями являются: влаговыведения, тепловыведения, вибрации, шум. Меры борьбы с шумом применение шума защитных кожухов, своевременный технический осмотр, ремонт и смазка движущихся частей оборудования. Предельно допустимый спектр шума на рабочих местах составляет 80 дБ. Нормирование вибрации предусматривает установление предельно-допустимых уровней вибрации в активных полосах 92 дБ. Для обеспечения снижения вибрации принимают следующие меры: гашение вибраций посредством применения резиновых виброизоляторов.

Для снижения тепловыведения, горячие поверхности оборудования, кроме разъемных, подвергающихся частой мойке, должны быть покрыты теплоизоляцией таким образом, чтобы температура на поверхности изоляции не превышала 45°C. Наружная поверхность изоляции должна быть гладкой, устойчивой к влаге и механическим повреждениям. При невозможности изолирования поверхности ограждаются и снабжаются предупредительными надписями.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74* определяем опасные производственные факторы и средства защиты оборудования.

Результаты анализа опасных производственных факторов приведены в таблице 6.10 [12, 65].

Таблица 6.10 - Опасные факторы и средства защиты

Наименование оборудования	Опасности		КИП и предохранительные устройства	Устройства и способы защиты
	Локальные	Опасные аварии		
Площадки	Псп, Пв, Пор	Мр		Рифленые поверхности, перила
Весы	Мт	Мр	Блокирующее устройство	Защитное заземление, сетки, знаки безопасности
Конвейерный стол	Псп, Пор	Мр	Блокирующее устройство	Защитные ограждения, знаки безопасности

Волчок	Мт, Вб	Мр	Блокирующее устройство	Ограждения, автоматический контроль и регулирование, знаки безопасности
Кутгер	Эт	Мт	Блокирующее устройство, амперметр,	Ограждения, автоматический контроль и регулирование, знаки безопасности, защитное заземление
Шприц	То, Мт	Мр	Уровнемер, блокирующее устройство	Ограждения, автоматический контроль и регулирование, знаки безопасности, защитное заземление
Фаршемешалка	Мт, Вб	Мр	Блокирующее устройство, авто выключатель	Ограждения, автоматический контроль и регулирование, знаки безопасности, защитное заземление
Подъемник	Мт, Псп	Мр	Блокирующее устройство, авто выключатель	Ограждения, автоматический контроль и регулирование, знаки безопасности, защитное заземление
Термокамера	Г, Эт, П, То	Г, Фв	Противопожарная сигнализация	Средства пожаротушения, вентиляция, автоматические системы пожаротушения

6.3 Безопасность производственного оборудования и технологических процессов

В соответствии со стандартом производственное оборудование должно обеспечивать требования безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении, при использовании отдельно или в составе агрегатов, линий, систем.

Производственное оборудование в процессе эксплуатации не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм; должно быть пожаро- и взрывобезопасным; не должно создавать опасности в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ и других факторов.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию и процессам определены ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [51] и ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности» [52].

Результаты анализа взрывопожароопасных свойств веществ и материалов, используемых в производстве, приведены в таблице 6.11 [12, 65].

Таблица 6.11 – Взрывопожароопасные свойства веществ и материалов, используемых в производстве

Наименование вещества	Место нахождения	Агрегатное состояние	Параметры технологического процесса			НКПВ, ВКПВ, %, или г/м ³	Температура самовоспламенения, °С	Величина мин энергии зажигания, мДж	Максимальное давление взрыва, кПа	Источник инициирования взрыва
			t, °С	P, кПа	v, м/с					
Полиэтилен	Упаковка	Твердый	-	-	-	20	380	10	600	Искры различной природы
Древесина	Палеты	Твердый	-	-	-	30	255	-	520	Искры различной природы

Степень взрывозащиты электрооборудования (технологическое оборудование и светильники) соответствует – IP 54 согласно ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)» [53].

Результаты анализа характеристики взрывозащиты оборудования и степени его защиты сводим в таблицу 6.12 [12, 65].

Таблица 6.12 – Характеристика взрывозащиты оборудования и степени его защиты

Цех	Класс зоны помещения по взрывопожароопасности	Оборудование	Категория и группа взрывоопасной смеси	Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты	Маркировка взрывозащиты	Степень защиты от внешних воздействий
Цех прав колбас	П-П	Электродвигатели, светильники	II A – T 2	1	Искробезопасная цепь	1ExiII Ст 6	IP54

Результаты анализа средств пожаротушения представлены в таблице 6.13. Выбор первичных средств пожаротушения ведётся согласно СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Таблица 6.13 – Характеристика средств пожаротушения

Цех	Горючее вещество	Класс и подкласс пожара	Степень огнестойкости здания	Категория помещения по пожаровзрывоопасности	Первичные средства пожаротушения (огнетушители)		Автоматические средства пожаротушения
					Тип	Кол-во	
Цех прав колбас	электроустановки	Е	II	В	порошковый 5л	2	-

Требования к молниезащите зданий и сооружений установлены СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» и представлены в таблице 6.14 [12, 65].

Таблица 6.14 – Сведения о молниезащите здания и сооружения

Район расположения цеха	Среднегодовая продолжительность гроз, п	Вид объекта	Тип зоны молниезащиты	Категория молниезащиты	Тип молниезащиты
г. Кемерово	40 ÷ 60	2 этажа	Б	III	стержневой

В дипломном разделе была проанализирована организация безопасности труда в проектируемом цехе производства вареных колбас. Изучены требования нормативной документации по охране труда.

Произведено выявление вредных и опасных производственных факторов. Предложены мероприятия по электробезопасности, пожарной безопасности и безопасной эксплуатации производственного оборудования.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

непосредственно связаны с вопросами воздействия предприятий отрасли на биосферу, планированием затрат на строительство очистных сооружений, требованиями к очистным сооружениям и т. д.

7.1 Технические средства защиты окружающей среды, мероприятия по защите воздушного бассейна

Источники загрязнения атмосферы на предприятиях мясной промышленности [36, 62].

Современное производство мясной промышленности имеет разнообразные источники загрязнения воздушного бассейна: выбросы систем общей обменной и местной вентиляции, газообразные выбросы от технологического оборудования, выбросы автотранспорта, неприятно пахнущие вещества, организованные и неорганизованные выбросы и т. д., Выбросы в атмосферу разделяются на нагретые и холодные, точечные и линейные, высокие и низкие, стационарные постоянного и периодического действия.

Объем выброса и его состав зависят от источника образования (цех, отделение, эксплуатируемое оборудование) и транспортирования выброса (организованный или неорганизованный выброс, тип вентиляции).

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна в мясной промышленности являются цеха технических и кормовых полуфабрикатов, термические отделения колбасных заводов, отделения переработки пищевых жиров и получения альбумина, вспомогательные цехи, водоочистные сооружения и т. д. В вентиляционных выбросах содержатся сероводород, аммиак, фенолы, кетоны, диоксид серы, оксид углерода, сажа, древесная и костная пыль и др. Количество выбрасываемого вентиляционного воздуха и концентрация вредных веществ изменяются в широких интервалах в зависимости от мощности и технологических особенностей основного производства.

В результате анализа данных инвентаризации выбросов в атмосферу получены следующие обобщенные данные по источникам выбросов. Кроме газа и вредных парообразных веществ в различных технологических процессах мясоперерабатывающих предприятий образуется значительное количество пыли, выбрасываемой вытяжными вентиляционными системами в атмосферу. К таким производствам (основным и вспомогательным) относятся: котельная предприятия, цех ширпотреба, клеевые отделения, производство мед препаратов, цех гофротары.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		107

Мероприятия по охране водоемов от загрязнения можно подразделить на технологические и технические.

К технологическим мерам можно отнести сокращение расхода свежей воды на технологические нужды, организацию бессточных производств, а также изыскание возможности снижения концентрации загрязнения в сточных водах, особенно химическими и моющими веществами.

Очистка сточных вод. Методы и степень очистки сточных вод должны определяться в зависимости от местных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод для промышленных и сельскохозяйственных нужд [36, 62].

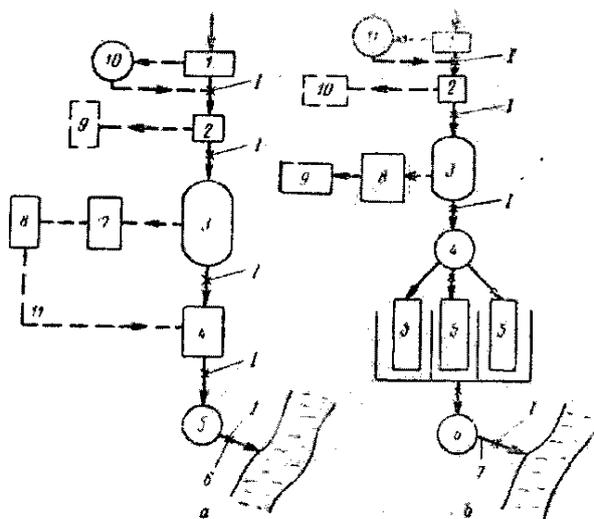


Рисунок 7.2 - Принципиальные схемы очистки сточных вод
 а) - схема механической очистки: 1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - отстойник; 4 - хлора торная; 5 - контактный резервуар; 6 - выпуск в водоем; 7 - метантанк; 8 - иловые площадки; 9 - пековые площадки; 10 - дробилка; 11-трубопровод дренажной воды; б) - схема биологической очистки: 1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - двухъярусный отстойник; 4 - распределительная камера; 5 - карты полей орошения (фильтрации); 6 - биологический пруд; 7 - выпуск в водоем; 8 - метантанк; 9 - песковые площадки; 10 - пековые площадки; 11 - дробилка; 12 - точки отбора проб

Сточные воды предприятий мясной промышленности подвергают, как правило, механической и биологической (биохимической) очистке (рисунок 7.2): Реже "применяют" физико-химический способ очистки сточных вод. При механической очистке из сточных вод удаляют нерастворимые оседающие, взвешенные и всплывающие загрязнения (песок, каньга, кость, пух, перо, жир и др.).

Механическую очистку сточных вод можно применять как самостоятельный или предварительный метод, предшествующий химической

или биологической очистке. Для механической очистки сточных вод применяют решетки, навоза уловители, песколовки, бензола масла уловитель, жироловки, отстойники и дезинфекторы. Для обработки осадка, полученного в отстойниках, применяют перегниватели и иловые площадки. Решетки служат для грубого отделения крупноразмерных механических загрязнений от сточных вод; их устанавливают перед местными (локальными) очистными сооружениями.

Песколовки применяют для осаждения в них твердых частиц минерального происхождения (рисунок 7.3). В песколовках и решетках задерживается около 80% минеральных загрязнений сточных вод [36, 62].

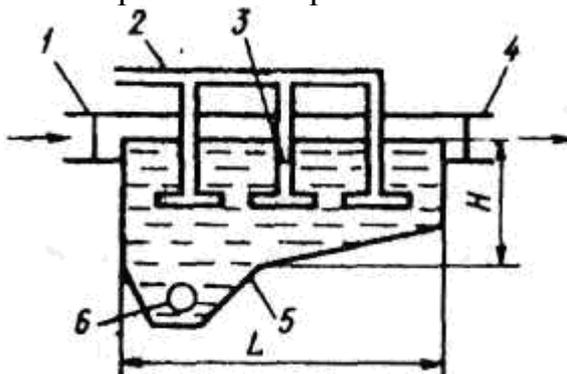


Рисунок 7.3 – Песколовка с аэрацией

1 – входной патрубок; 2 – воздуховод; 3 – воздухораспределитель;
4 – выходной патрубок; 5 – шламосборник; 6 – патрубок для удаления шлама.

Жироловки предназначены для отделения жировых примесей от сточных вод. Они являются обязательным сооружением при очистке стоков мясокомбинатов. По данным ВНИИМПа, в процессе переработки мясных туш в сточную воду попадает около 1 % жира и жировой массы перерабатываемого скота. Собранный жир является ценным вторичным сырьем [36, 62].

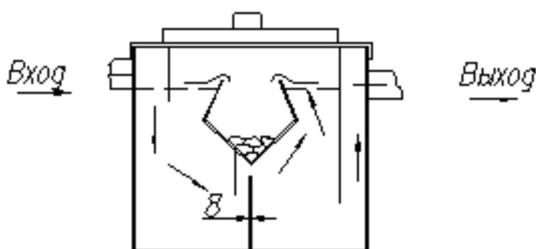


Рисунок 7.4 – Жироловка

Отстойники используются для окончательной очистки сточных вод от грубодисперсных нерастворенных веществ и от части органических загрязнений. Наибольшее распространение на предприятиях мясной и молочной промышленности получили горизонтальные отстойники (рисунок

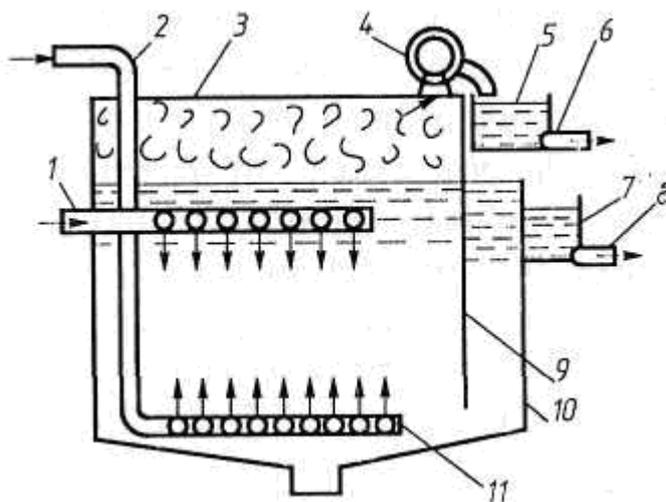


Рисунок 7.7 – Флотационная установка

1 – трубопровод для сточных воды; 2 – трубопровод для воздуха; 3 – крышка; 4 – устройство отвода пены; 5 – пенно сборник; 6 – выходной патрубок для загрязнений; 7 – приемник; 8 – трубопровод для удаления воды; 9 – перегородка; 10 – корпус; 11 – насадка.

На предприятиях мясной промышленности образуется значительное количество теплых, химически малозагрязненных вод, которые можно включать в системы оборотного и повторного использования. К этой категории относятся воды от отдельных технологических процессов и оборудования: конденсаторов холодильных установок, пластинчатых теплообменников, конденсаторов вакуум-выпарных установок и вакуум горизонтальных котлов, резервуаров с охлаждающими рубашками, заквасочников, а также воды от продувки котлов и др.

В настоящее время еще нет возможности организовать на предприятиях отрасли полностью бессточные системы использования воды или общезаводские системы оборотного водоснабжения. Однако можно выделить некоторые технологические процессы или аппараты, которые следует полностью переводить на оборотное водоснабжение. Их можно подразделить на три основные группы: оборотные системы компрессорных установок, оборотные системы вакуум-выпарных установок, оборотные системы охлаждения теплообменных аппаратов ледяной водой [36, 62].

8. Экономика

Расчет капитальных затрат на модернизацию куттера Л5 - ФКБ выполняется путем составлением сметы затрат, состоящей из следующих экономических элементов:

- сырье и материалы (таблица 8.1);
- покупные изделия (таблица 8.2);
- топливо и энергия (таблица 8.3);
- заработной платы основная и дополнительная с отчислениями на социальное страхование (таблица 8.4);
- прочие (накладные) расходы (таблица 8.5).

Таблица 8.1 – Расчет стоимости сырья и материалов

Наименование материалов	Единица измерения	Количество	Оптовая цена, руб.	Общая цена, руб.
Прутки Ст3	кг	3	45,40	136,2
Фторопласт	кг	2	123,6	247,2
Швеллер Ст3	кг	2	346	692
Лист Ст3	кг	1	28,90	28,9
Всего				1104,3
Всего с транспортными расходами 5%				1160

Таблица 8.2 – Расчет стоимости покупных изделий

Наименование материалов	Количество	Оптовая цена, руб.	Общая цена, руб.
Ремень клиновой	10	649	6490
Электроды МР-3 ГОСТ 9466-80	5	48,7	243,5
Гайка М8 ГОСТ 6202-70	10	69,38	693,38
Подшипник 36206 ГОСТ	2	940,1	1880,2
Болт М8×45 ГОСТ 7796-70	25	4,76	119
Всего			9426,08
Всего с транспортными расходами 5 %			9897,4

Таблица 8.3 – Расчет стоимости топлива и энергии

Вид оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Отработано, часов	Тариф за энергию, руб./((кВт·ч)	Общая стоимость, руб.
Токарно-винторезный станок 1А616	4,5	2	4,7	42,3
Вертикально-сверлильный станок 2А135	4,5	2,5		52,875
Сварочный аппарат АС-WELD MWB-200/3,5	10	1,5		70,5
Всего				165,68

Таблица 8.4 – Расчет заработной платы рабочих

Профессия	Разряд	Разрядная ставка, руб./ч	Отработано, часов	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Общая заработная плата, руб.
Токарь	4	86	2	172	43	215
Слесарь	5	95	4	380	95	475
Сварщик	4	86	1	86	21,5	107,5
Итого						797,5

Результаты расчетов затрат по всем элементам сметы представляют в таблице 8.5.

Таблица 8.5 – Смета затрат на модернизацию куттера Л5 – ФКБ

Статьи затрат	Сумма, руб.
Сырье и материалы	1160
Покупные изделия	9897,4
Топливо и энергия	165,68
Общая заработная плата и отчисления на социальные нужды	1038,35
Прочие (накладные) расходы	1038,35
Всего	13299,78

Экономия от повышения качества всей выпускаемой продукции можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{кач}} = (Ц_2 - Ц_1) \cdot A_2, \quad (8.1)$$

где: Ц1, Ц2 – цена единицы продукции - колбасы «Докторской» до и после модернизации оборудования, 429 руб./кг и 429, 20 руб./кг;

A2 – годовой выпуск продукции в натуральном выражении после модернизации оборудования, которую определяем по формуле

$$A_2 = K_{\text{ед}} \cdot V_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пл}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (8.2)$$

где: Kед – количество единиц оборудования, шт;

Vпр – объем продукции, кг/ч;

Fпр – время работы в год, дней;

Kр – количество рабочих смен.

$$A_2 = 1 \cdot 250 \cdot 345 \cdot 1 = 86250,$$

$$\mathcal{E}_{\text{кач}} = (429,20 - 429) \cdot 86250 = 17250$$

Условно – годовая экономия Эуг, руб. определим по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = \mathcal{E}_{\text{кач}} - A_m - T_p, \quad (8.3)$$

где: Ам – амортизационные отчисления, 12 %;

Тр – Текущий ремонт и содержание оборудования, 3 %.

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = 17250 - 1596 - 399 = 15255$$

Экономический эффект Эгод, руб. определим по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - E_n \cdot K_{\text{доп}}, \quad (8.4)$$

где Kдоп – капитальные вложения на модернизацию куттера Л5 – ФКБ, определим из таблицы 9.5;

Ен – нормативный коэффициент экономической эффективности, 0,12.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 15255 - 0,12 \cdot 13299,78 = 13659$$

Срок окупаемости капитальных вложений Ток, год, определим по формуле

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{ок} = \frac{K_{дон}}{\mathcal{E}_{уз}}, \quad (8.5)$$

$$T_{ок} = 13299,78 / 15255 = 0,87$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений КЭФ определим по формуле

$$K_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{уз}}{K_{дон}}, \quad (8.6)$$

$$K_{эф} = \frac{15255}{13299,78} = 1,15$$

Полученные данные сводим в таблицу 8.7.

Таблица 8.7 – Техничко-экономические показатели модернизации куттера Л5-ФКБ

Наименование материалов	Единица измерения	Значение показателя		Отклонение	
		существующего образца	Проектируемого агрегата	абсолютное	%
1	2	3	4	5	6
Производительность	кг/ч	250	250	-	-
Масса	кг	3310	3350	190	5,7
Удельная материалоемкость	кг/кг	13,24	13,4	0,16	1,2
Капитальные затраты	руб.	-	13299,78	-	-
Количество обслуживающих рабочих	чел	1	1	0	0
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений	год	-	0,87	-	-
Себестоимость единицы продукции	руб.	429	429,20	0,20	-

Вывод: Экономический расчет показал, что проведение модернизации куттера Л5 – ФКБ целесообразно, т.к. экономический эффект достигается за счет улучшения качества продукции. Срок окупаемости составит 0,87 года.

Заклучение

В дипломном проекте рассмотрены основные тенденции развития мясной промышленности, приведен ассортимент выпускаемой продукции данной отрасли.

В литературно - патентном обзоре представлены различные виды конструкций оборудования, используемые для тонкого измельчения мяса при производстве колбасных изделий. Однако следует отметить наибольшее распространение на предприятии получили куттеры различных модификаций. Анализ конструкций позволили выявить недостатки в эксплуатации куттера Л5 – ФКБ и обеспечить проведение модернизации данной единицы оборудования.

Приведено описание технологического процесса, рецептуры, машинно – аппаратная схема и основного сырья производства вареных колбас. Представлен также технологический расчет сырья и других компонентов, входящих согласно рецептуре для вареных колбасных изделий.

В специальной части приведено описание конструкций куттера Л5 – ФКБ и модернизации узлов, представлены расчеты, подтверждающие работоспособность данных механизмов (кинематический, конструкционный, прочностной) и расчеты на ЭВМ.

В монтажном разделе приведен расчет фундаментных площадок, расчет фундаментных болтов и разработан сетевой график монтажа куттера Л5 – ФКБ.

В разделе БЖД приведены опасности и вредности возникаемые при производстве.

В разделе охране окружающей среде приведены основные методы очистки сточных вод и воздушных выбросов предприятий в атмосферу.

В разделе экономики представлен расчет экономической эффективности который подтверждает целесообразность проведения модернизации.

Графическая часть дипломного проекта представлена на 10 листах формата А1. Рассмотрена машино – аппаратная схема производства вареных колбас, общий вид куттера Л5 - ФКБ, его кинематическая схема, а также приведены сборочные чертежи предлагаемой модернизации и основных рабочих механизмов.

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

46. СП 56.13330.2011 «Производственные здания»
47. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
48. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
49. ГОСТ 12.2.033-78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования»
50. ГОСТ 22269-76 «Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования»
51. ГОСТ 12.0.003-74* «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
52. ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»
53. ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности»
54. ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»
55. [Электронный ресурс] <http://coolreferat.com/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82>
56. [Электронный ресурс] <http://bestreferat.ru/referat-116851.html>
57. [Электронный ресурс] <http://knowledge.allbest.ru/cookery/2c0a65625a3ac68a4c43b895...>
58. [Электронный ресурс] <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=452149>
59. [Электронный ресурс] <http://www.kazedu.kz/referat/107859#3>
60. [Электронный ресурс] <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>
61. [Электронный ресурс] <http://referat.kulichki.net/referats/rkr/2001-v-303.zip>
62. [Электронный ресурс] http://studopedia.net/5_41616_lektsiya-.html
63. [Электронный ресурс] <http://refsurf.ru/1850633123.html>
64. [Электронный ресурс] http://coolreferat.com/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82_...
65. [Электронный ресурс] http://fullref.ru/job_d64fd2a23b7a63d5b96b5a2605b4cd97.html
66. [Электронный ресурс] <http://bse.sci-lib.com/article079534.html>
67. [Электронный ресурс] <http://dlib.rsl.ru/rsl0100400000/rsl01004883000/rsl01004883...>
68. [Электронный ресурс] <http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003299000/rsl01003299...>
69. [Электронный ресурс] http://www.mirrabot.com/work/work_46450.html
70. [Электронный ресурс] <http://uchebana5.ru/cont/1242555-pall.html#3>
71. [Электронный ресурс] <http://nenuda.ru/%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8-%D0%B5...>

72. [Электронный ресурс] <http://perviydoc.ru/v23719/?cc=4&page=4>
73. [Электронный ресурс] http://revolution.allbest.ru/manufacture/00253719_0.html
74. [Электронный ресурс] <http://dlib.rsl.ru/rsl0100600000/rsl01006554000/rsl01006554...>
75. [Электронный ресурс] <http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003296000/rsl01003296...>
76. [Электронный ресурс] <http://studepedia.org/index.php?post=38101&vol=1>

					ФИА 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

Приложение

					ФИА 00.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		124



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к авторскому свидетельству

(54) КУТТЕР

(57) Реферат:

Использование: в устройствах для измельчения мяса при приготовлении фарша колбасных изделий. Сущность изобретения: куттер содержит корпус 1, дополнительный корпус 2, в котором установлен вал 3 чаши 4. Вал чаши снабжен упором 8, выполненным с возможностью перемещения вдоль его оси. Изменением положения упора достигается необходимое взаимное положение кромок ножа и днища чаши. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к устройствам для измельчения мяса и может быть применено в пищевой и других отраслях промышленности.

Целью изобретения является повышение эксплуатационных характеристик.

На чертеже изображен общий вид куттера.

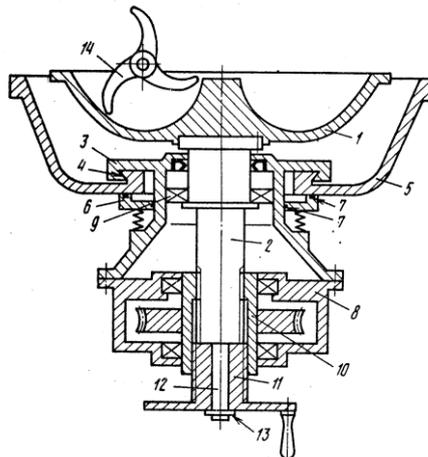
Куттер содержит корпус 1, дополнительный корпус 2, в котором установлен вал 3 чаши 4. Дополнительный корпус 2 расположен на корпусе 1 при помощи салазок 5, а опора 6 вала выполнена с возможностью перемещения вдоль его оси. Редуктор 7 может быть закреплен на дополнительном корпусе 2. Вал чаши расположен коаксиально с редуктором и снабжен упором 8, выполненным с возможностью перемещения вдоль его оси. Куттер работает следующим образом.

Перед началом работы куттера изменением положения упора 8 и корпуса 1 достигается необходимое взаимное положение кромок ножей ножевой головки 9 и днища чаши 4, т.е. выставляется требуемый зазор, затем загружается сырье, закрывается крышка 10 и откачивается воздух до требуемого давления.

В случае выработки кромок ножей ножевой головки (или их заточки) требуемый зазор между ними и днищем чаши восстанавливается продольным и поперечным перемещением чаши, и, следовательно, разборка и балансировка ножевой головки не требуется, что ведет к повышению эффективности работы куттера, повышая его эксплуатационные характеристики.

Формула изобретения

1. Куттер, содержащий корпус, чашу с валом, уплотнение, редуктор, отличающийся тем, что, с целью повышения эксплуатационных характеристик, он снабжен дополнительным корпусом, в котором установлен вал чаши, при этом дополнительный корпус при помощи салазок расположен на корпусе куттера, а опора вала выполнена 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, отличающийся тем, что вал чаши расположен коаксиально с редуктором и снабжен упором, выполненным с возможностью перемещения вдоль его оси.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾

(51) МПК ⁶
B02C18/08

10606 ⁽¹³⁾ **U1**

(12) СВИДЕТЕЛЬСТВО НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

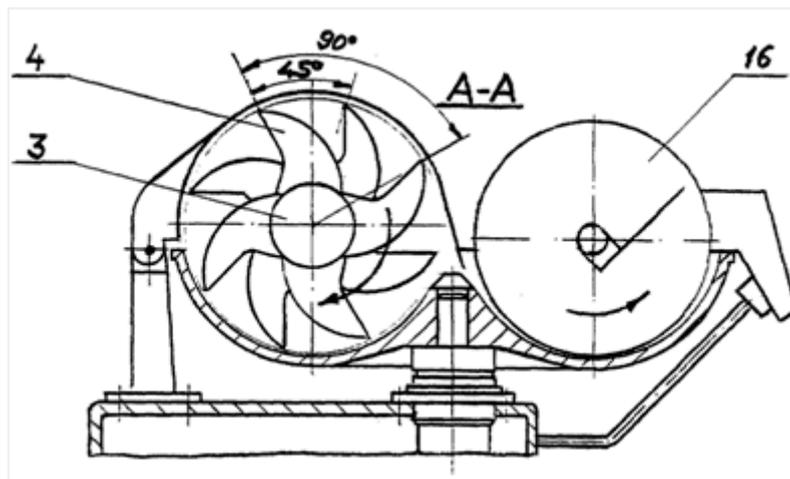
(54) КУТТЕР

Формула полезной модели

1. Куттер, содержащий чашу с приводом ее вращения, ножевой узел, привод вращения ножей, подшипниковый узел, станину, крышку, опору и выгрузатель, отличающийся тем, что ножевой узел выполнен в виде двух блоков, расположенных друг относительно друга под углом 45° , каждый из которых включает в себя четыре ножа, неподвижно закрепленных в общем корпусе и расположенных под углом 90° друг к другу, а крышка в зоне вращения ножей выполнена в сечении по форме прямоугольной трапеции, у которой наклонная сторона смещена от вертикальной стороны в направлении, совпадающем с направлением вращения чаши.

2. Куттер по п.1, отличающийся тем, что корпус подшипникового угла выполнен массивным с соотношением размеров корпуса подшипникового узла и размеров подшипников, обеспечивающим соотношение масс корпуса подшипникового узла M_k и подшипников M_n , равное

$$P = \frac{M_k}{M_n} = 40-45.$$



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФИА 00.00.000 ПЗ

Лист

126