

В данном дипломном проекте рассмотрена линия производства кетчупа. Предложена модернизация смесителя, которая позволяет улучшить качество смешивания и уменьшить мощность привода смесителя.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Литературно-патентный обзор

1.1 Технологическая линия производства кетчупа

1.1.1 Характеристика готовой продукции

1.1.2 Требования к качеству готового продукта и сырья

1.1.3 Производство томатного кетчупа из томатной пасты

1.1.4 Операторная модель линии производства томатного кетчупа

1.2 Общие сведения о смесителях

1.3 Перемешивающие устройства

2 Техничко-экономическое обоснование

3 Описание конструкции смесителя

4 Расчетная часть

4.1 Пропускная способность

4.2 Мощность на перемешивание

4.3 Расчет цилиндрической обечайки

4.4 Определение толщины плоского днища

4.5 Расчет стойки

4.6 Кинематический расчет

4.7 Расчет на прочность фланцевого соединения смесителя

4.8 Расчет шпоночного на ЭВМ

4.9 Расчет цилиндрической передачи на ЭВМ

5 Монтажный проект

5.1 Компоновка и анализ помещений

5.2 Расчет фундамента и болтов для крепления смесителя

5.2.1 Расчет фундамента для смесителя

5.2.2 Расчет фундаментных болтов для смесителя

5.3 Монтаж трубчатого аппарата ТПУ-2.5М

5.3.1 Расчет фундаментной площадки под трубчатый аппарат ТПУ-2.5М

5.3.2 Расчет фундаментных болтов для трубчатого аппарата ТПУ-2.5М

5.4 Расчет сетевого графика монтажа

6 Охрана окружающей среды

6.1 Очистка сточных вод

6.2 Оборудование для механической очистки сточных вод

6.3 Очистка сточных вод от органических примесей

Заключение

Список литературы

					<i>КСА 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Паршут</i>			<i>Проект смесителя в линии производства кетчупа производительностью 6000 кг/смену</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Плотников</i>					3	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плотников</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Руднев</i>						
						<i>КемТИПП гр. ПМнд-121</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что наше население уже много лет не испытывает недостатка в продуктах, нельзя сказать, что все проблемы питания решены. В соответствии с заложенной моделью рекомендуемых норм питания, каждому человеку за год надо съесть примерно 103 кг овощей, в пересчете на свежие продукты. Рекомендуемый уровень потребления фруктов 49 кг за год и в том числе 16 кг цитрусовых плодов. Овощи и фрукты представляют собой основную группу продуктов, необходимую составную часть питания в каждой возрастной группе от младенца до старика [14, 16].

Продовольственной программой России предусматривается коренное улучшение снабжения населения страны высококачественными продуктами питания. Большое внимание уделяется производству и использованию овощей и фруктов [22, 25].

Продукция садоводства и овощеводства представляет собой незаменимый источник важнейших физиологически активных веществ — витаминов, полифенолов, а также минеральных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Однако в условиях, обычных для периода массового созревания и уборки, овощи и фрукты могут сохраняться недолго. Длительно же их можно хранить только в специальных хранилищах при определенной для каждого вида продукции пониженной температуре или переработанными различными способами [17].

В пищевой и плодо-овощеперерабатывающей промышленности издавна применяют консервирование, квашение, соление, маринование, уваривание фруктов с сахаром. В настоящее время основные промышленные способы их переработки — консервирование, стерилизация и пастеризация в герметической таре (металлической, стеклянной и др.) и быстрое замораживание подготовленных продуктов при низких температурах (минус 30—50° и ниже) с последующим хранением в замороженном состоянии [27].

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

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Технологическая линия производства кетчупа

1.1.1 Характеристика готовой продукции

Кетчуп - это томатный соус с более чем 130-летними традициями. Имеет, предположительно, китайское происхождение. В Европу его завезли в 16-веке английские моряки, а первое упоминание о кетчупе в кулинарной книге датируется концом 17 века. Кетчуп характеризуется по сравнению с соусом более традиционным томатным вкусом и меньшим количеством различных ингредиентов. Энергия спелых томатов делает его очень полезным, а простота использования – популярным [14, 31].

Разновидностью концентрированных томатопродуктов являются кетчупы, которые в настоящее время стали наиболее распространенным видом этой группы товаров. Сырьем для приготовления кетчупов служат: томатное пюре, томатная паста или свежие томаты с различными добавками — морковь, лук, перец, чеснок, яблоки, айва и др., а также хлорид натрия, сахар, уксус, пряности. В производстве кетчупов, как правило, используются загустители (модифицированный крахмал и др.), консерванты (сорбиновая, бензойная кислоты и их производные), стабилизаторы (гуаровая и другие камеди) [30].

В соответствии с ГОСТ 52141-2003 «Кетчупы. Общие технические условия», существует следующая классификация кетчупов - по способу производства и по составу [27].

Кетчупы по способу производства подразделяют на:

- стерилизованные, в том числе способом горячего розлива в герметично укупориваемую тару (консервы);
- нестерилизованные (с консервантом).

По составу кетчупы подразделяют на четыре категории:

- «Экстра»;
- высшая;
- первая ;
- вторая.

Кетчупы категории «Экстра» изготавливают из свежих томатов или томатной пасты или пюре с добавлением пряностей и вкусовых ингредиентов. Массовая доля сухих веществ, вносимых с томатными продуктами – не менее 12%.

Кетчупы высшей категории изготавливают из свежих томатов или томатной пасты или пюре, фруктовых и овощных пюре, загустителей, стабилизаторов, пряностей, с добавлением натуральных и идентичных натуральным ароматизаторов, красителей, вкусовых ингредиентов.

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

производства), а цвет кетчупа может варьироваться от красного или малинового до красно-коричневого. Неестественные оттенки - оранжевый, фиолетовый, темный бурый или, наоборот, розовый цвет говорят о неестественных компонентах соуса. Вкус и запах должны быть острым, кисло сладким с хорошо выраженным ароматом томатных продуктов и использованных ингредиентов, без посторонних привкусов и запахов [19].

Процесс производства томатного кетчупа включает в себя подготовку томатной массы из свежего сырья по технологии концентрированных продуктов, уваривание в вакуум-аппаратах (двустенных котлах) или разведение томатной пасты до массовой доли сухих веществ, указанной в инструкции, кипячение, добавление соли, сахара и пряностей.

1.1.2 Требования к качеству готового продукта и сырья

Из органолептических показателей, как правило, для всех видов кетчупов стандартами регламентируются внешний вид, вкус и запах, консистенция.

При оценке качества кетчупов обращают внимание на наличие или отсутствие механических повреждений тары.

Среди физико-химических показателей общими являются: массовая доля сухих веществ, массовая доля хлорида натрия, массовая доля титруемых кислот и др. Безопасность консервированной плодоовощной продукции устанавливается при санитарно-эпидемиологической оценке. Как правило, при этом определяют такие показатели, как содержание токсичных элементов, радионуклидов, нитратов, пестицидов, микотоксинов, и микробиологические показатели.

Кетчупы должны вырабатываться из свежих томатов или из концентрированных томатных продуктов. Если кетчуп производится из свежих овощей, то в его составе не должно быть зернышек, кожицы и грубых кусочков сердцевины помидора [20, 21].

Кетчуп должен быть непрозрачный, густой, без мелких пузырьков (это говорит о брожении, что в свою очередь говорит о нарушении технологии производства), а цвет кетчупа может варьироваться от красного или малинового до красно-коричневого. Неестественные оттенки - оранжевый, фиолетовый, темный бурый или, наоборот, розовый цвет говорят о неестественных компонентах соуса. Вкус и запах должны быть острым, кисло сладким с хорошо выраженным ароматом томатных продуктов и использованных ингредиентов, без посторонних привкусов и запахов (таблица 1.1) [25, 28]/

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

Таблица 1.1 – Органолептические показатели кетчупов

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная, протертая масса без наличия семян, частиц кожи, семенной камеры и грубых кусочков сердцевины с наличием измельченных частиц овощей, зелени, пряностей или без них.
Вкус и запах	Острый, кисло-сладкий с хорошо выраженным ароматом томатных продуктов и использованных ингредиентов. Посторонний привкус и запах не допускается.
Цвет	От красного до красно-коричневого, однородный по всей массе. Допускается незначительное потемнение верхнего слоя. Допускается слабо-коричневый оттенок.

По физико-химическим показателям кетчупы должны соответствовать нормам, указанным в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Физико-химические показатели кетчупов

Наименование показателя	Норма
1	2
Массовая доля растворимых сухих веществ, % не менее, для кетчупов категории: - «Экстра» - высшей без добавления фруктовых и овощных пюре - высшей с добавлением фруктовых и овощных пюре -первой -второй	25,0 23,0 20,0 18,0 14,0
Массовая доля титруемых кислот в расчете на %: - лимонную кислоту для кетчупов категории «Экстра» - уксусную кислоту - кетчупы высшей, первой и второй категории	0,7-1,2 0,5-1,8
Массовая доля 30% томатной пасты, % не менее, для кетчупов категории: - «Экстра» - высшей без добавления фруктовых и овощных пюре - высшей с добавлением фруктовых и овощных пюре -первой -второй	40,0 30,0 23,0 20,0 15,0
Массовая доля хлоридов, % не более, для кетчупов категории: - «Экстра» и высшей - первой и второй	3,0 2,5

Продолжение таблицы 1.2

Массовая доля сорбиновой кислоты, % не более	0,05
Массовая доля бензойной кислоты, % не более	0,1
Массовая доля минеральных примесей, % не более	0,05
Посторонние примеси	Не допускаются

Химико-технический контроль производства.

Таблица 1.3 – Инструкция точек контроля технологических процессов

Наименование технологического процесса	Контролируемые показатели	Периодичность контроля	Наименование НТД
Хранение	Температура и влажность на складе	1-2 раза в смену	По усмотрению лаборатории
Инспекция томатной пасты	Соответствие ГОСТу	Каждая партия	Технологическая инструкция
Приготовление и внесение сухой смеси в воду	Качество смешивания, расход воды, температуры	Каждое смешивание	Технологическая инструкция
Внесение томатной пасты	Качество смешивания, расход пасты, температура, расход воды	Каждое смешивание	Технологическая инструкция
Внесение уксусной кислоты	Концентрация уксусной кислоты, расход	Каждое смешивание	Технологическая инструкция
Диспергирование смеси компонентов	Температура, консистенция, продолжительность, оценка пробы	Каждое диспергирование	Технологическая инструкция
Тепловая обработка	температура	Каждый раз	Технологическая инструкция
Расфасовка	Масса нетто, состояние тары, температура заливки	Случайная выборка	Технологическая инструкция
укупорка	Качество и санитарная обработка крышек, проверка на герметичность	Случайная выборка	Соответствие ГОСТу
Хранение на складе	Режим хранения: температура, влажность, анализ готовой продукции	Один раз в три месяца в органах СЭС	СанПиН, технологическая инструкция, соответствие ГОСТу

Требования к качеству сырья.

Томаты. Томаты – основной вид сырья консервной промышленности. Главный показатель качества томатов – массовая доля растворимых веществ, которая должна быть не ниже 6%. Отношение массовой доли растворимых сухих веществ Р. к нерастворимым сухим веществам НР, к которым относятся семена, кожица, мякоть, сосудистые волокна, должно быть больше 3. Гармоничное содержание сахаров (не менее 3,6%) и кислоты (не менее 0,45%) обуславливают вкус и качество томатов, а, следовательно, и продуктов переработки. Оптимальное отношение сахара и кислоты (сахарокислотный индекс) должно находиться в пределах от 6 до 8 единиц. Наблюдается снижение этого показателя у недозрелых и повышение у перезрелых плодов, что приводит как в первом, так и во втором случае к ухудшению вкусовых и технологических достоинств томатов и вырабатываемых из них консервов [26, 30].

Содержание витамина С, мг/100г, не менее 25, бета-каротин не менее 4,5; рН 4,2-4,4; выход сока не менее 70%. Отходы составляют 4,5-5,0%. Прочность плода на раздавливание 80-00г на 1г массы плода или не менее 4,5кг на плод. К сортам, отвечающим этим требованиям, относятся: Волгоградский скороспелый 323, Подарок, Новинка Приднестровья, Факел, Зорень и др. Они приспособлены к промышленно технологии возделывания и уборки. Механизированную уборку томатов начинают при созревании на кусте 70-80% плодов, используя комплекс машин.

Плоды томатов в ящичных поддонах доставляют на перерабатывающее предприятие. В промышленности внедрен способ доставки томатов в цистернах с водой. Потери растворимых сухих веществ при этом достигают 0,4-0,6% [31].

При ручной уборке томаты собираются в ящики, устанавливают на поддоны и доставляют на сырьевую площадку консервных заводов. На них плоды хранят не более 18 часов в ящиках и поддонах, 8 часов в емкостях с водой и 24 часа в охлажденной воде при температуре 5-10°C.

Томатная паста ГОСТ 3343-89. Томатную пасту вырабатывают только первого сорта. Для изготовления применяют следующие сырье и материалы: томаты свежие, массу томатную (пульпу), соль поваренную пищевую, СО₂-экстаркты пряностей, масла эфирные. Сырье и материалы должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

По органолептическим показателям томатные пасты должны соответствовать требованиям [23, 26]:

- внешний вид и консистенция: однородная концентрированная масса от полужидкой до мажущейся консистенции без темных включений, остатков кожицы, семян и других грубых частиц плодов. Наличие семян и частиц кожицы допускается для пасты первого сорта, но в единичном количестве;

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

- цвет: красный, оранжево-красный или малиново-красный, ярко выраженный, равномерный по всей массе. Для пасты первого сорта допускается буроватый или коричневатый оттенок. Для соленой томатной пасты красный или темно-красный с желтоватым оттенком;

- вкус и запах: свойственные концентрированной томатной массе, без горечи, пригара и других посторонних привкусов и запахов.

Томатная паста с массовой долей растворимых сухих веществ 30% имеет следующую пищевую и энергетическую ценность в 100г продукта:

углеводы – 19; β-каротин - 2; В1 - 0,15; РР - 1,9; С - 45,0; энергетическая ценность – 99 ккал.

Сахар песок ГОСТ 21-94. Сырьем для производства сахара-песка служит сахарная свекла по ГОСТ 17421. Сахар-песок должен вырабатываться в соответствии и требованиями настоящего стандарта по технологической инструкции, с соблюдением санитарных норм и правил, утвержденных в установленном порядке. [8, 24

Сахар-песок вырабатывается с размерами кристаллов от 0,2 до 2,5 мм. Допускаются отклонения от нижнего и верхнего пределов указанных размеров до 5 % к массе сахара-песка.

По органолептическим показателям сахар-песок должен соответствовать требованиям:

- вкус и запах: сладкий без посторонних привкуса и запаха, как в сухом сахаре, так и в его водном растворе;

- сыпучесть: сыпучий, для промышленной переработки допускаются комки, разваливающиеся при легком нажатии;

- цвет: белый, для промышленной переработки допускается желтоватый оттенок;

- чистота раствора: раствор сахара должен быть прозрачным без нерастворимого осадка или других посторонних примесей.

По физико-химическим показателям сахар-песок должен соответствовать требованиям:

- Массовая доля сахарозы – не менее 99,75%

- Массовая доля редуцирующих веществ - не более 0,050%

- Массовая доля золы - не более 0,04%

- Цветность - не более 0,8 у.е.

- Массовая доля влаги – не более 0,14%

- Массовая доля ферропримесей – не более 0,0003, %

Соль ГОСТ Р 51574-2000. Пищевая поваренная соль должна быть изготовлена в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке

По органолептическим показателям пищевая поваренная соль должна соответствовать требованиям:

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

- внешний вид: кристаллический сыпучий продукт, не допускается наличие посторонних механических примесей, не связанных с происхождением и способом производства соли;
- вкус: соленый без постороннего привкуса;
- цвет: белый, для первого и второго сорта допускается серый с оттенками в зависимости от происхождения и способа производства соли;
- запах: без посторонних запахов.

В соли высшего, первого и второго сортов допускается наличие темных частиц в пределах содержания не растворимого в воде остатка и оксида железа [25].

При введении в соль йодирующей добавки допускается слабый запах йода. Массовая доля влаги – не более 0,1%. рН раствора 6,5-8,0°

Содержание токсичных элементов и радионуклидов в пищевой поваренной соли не должно превышать допустимые уровни, установленные гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Кислота уксусная ГОСТ 61-75. Уксусная кислота должна быть изготовлена в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Уксусная кислота представляет собой прозрачную, бесцветную, легковоспламеняющуюся жидкость с резким запахом, смешивающийся с водой, этиловым спиртом в любых соотношениях. Массовая доля содержания уксусной кислоты не менее 99,5-99,8 %.

Вода питьевая ГОСТ 2874-82. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Качество воды определяют ее составом и свойствами при поступлении в водопроводную сеть; в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети.

Безопасность воды в эпидемическом отношении определяют общим числом микроорганизмов и числом бактерий группы кишечных палочек. 10

По микробиологическим показателям питьевая вода должна соответствовать требованиям:

- число микроорганизмов в 1 см³ воды, не более 100
- число бактерий группы кишечных палочек в 1 дм³ воды не более 3

Концентрации химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должны превышать установленных нормативов.

Органолептические свойства воды должны соответствовать требованиям [27, 30]:

- Запах при 20°С и при нагревании до 60° - не более 2 балла;
- Вкус и привкус при 20 °С – не более 2 балла;
- Цветность – не более 20 градусов;

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

- Мутность по стандартной шкале – не более 1,5 мг/дм³.

Вода не должна содержать различимые невооруженным глазом водные организмы и не должна иметь на поверхности пленку.

1.1.3 Производство томатного кетчупа из томатной пасты

Технологическая схема производства томатного кетчупа изображена на рисунке 1.1.

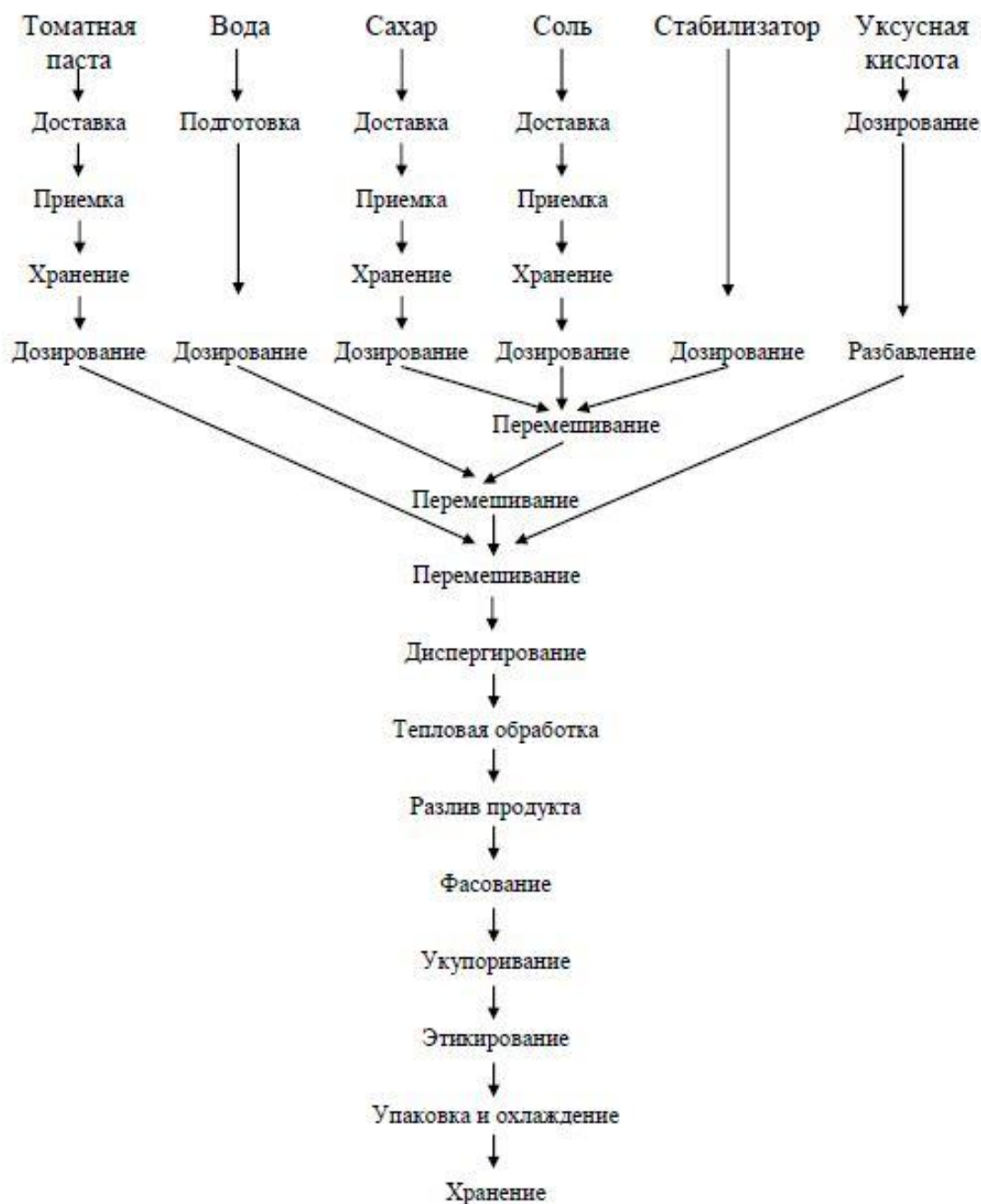


Рисунок 1.1 – Технологическая схема производства кетчупа

Подготовка компонентов. Производство кетчупа начинается с подготовки и дозирования рецептурных компонентов. Сыпучие компоненты: сахар, мука, соль, стабилизатор поступают в цех в мешках, укладываются на поддоны и по мере необходимости растворяются. Томатная паста поступает на переработку в герметично укупоренных бочках и хранится до переработки в холодильной камере. Количество пасты, необходимое для обеспечения суточной потребности, может перед началом работы доставляться в цех [24].

Дозирование сухих компонентов. Производится на платформенных технологических весах. Требуемое по рецептуре количество воды дозируют с помощью счетчика-расходомера.

Приготовление сухой смеси. Приготовление сухой смеси из стабилизатора, соли, и сахара (перемешивание). Стабилизатор смешивается для того чтобы отдельные частицы стабилизатора были разделены между собой сухими ингредиентами. Смешивание проводят в сухой емкости небольшого объема [26].

Внесение сухой смеси в воду. В ванну длительной пастеризации (ВДП) для приготовления смеси при помощи счетчика-расходомера подается до 50% предусмотренного рецептурой количества воды, включаются нагревательные элементы ВДП и при достижении температуры 40-45°C подготовленная сухая смесь медленно добавляется в воду при перемешивании мешалкой. Начинается процесс регидратирования частиц стабилизатора [25].

Внесение томатной пасты (перемешивание). Необходимое для приготовления одной порции продукта количество томатной пасты выкладывается в ВДП и тщательно перемешивается. Одновременно в ВДП подается оставшееся количество воды и смесь перемешивается до достижения однородной консистенции [27].

Внесение уксусной кислоты. Раствор уксусной кислоты готовится предварительно в отдельной емкости. 10%-ный раствор уксусной кислоты получают путем разбавления 80%-го раствора уксусной кислоты водой, взятой из общего количества воды, предусмотренного рецептурой. Необходимое количество 10%-го раствора при перемешивании добавляется в ВДП [29].

Диспергирование смеси компонентов. Подготовленная смесь рецептурных компонентов, с целью получения гомогенной консистенции продукта и равномерного распределения всех компонентов смеси, подвергается однократному диспергированию путем прохождения через роторно-пульсационную установку (РПА-1,5-5). Перекачивание продукта осуществляется в ВДП (2) или ВДП (3), в которых будет происходить тепловая обработка продукта. Процесс диспергирования идет параллельно процессу перекачивания продукта. После диспергирования из партии готового продукта отбирается проба. Проба, взятая на деревянную лопатку должна быть совершенно однородной, без комочков, видимых расслоений,

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

равномерно стекать с лопатки и иметь характерные для продукта цвет, вкус и запах [25].

Тепловая обработка. Производится путем прогрева его в ВДП №2 или №3. Для увеличения эффективности прогрева осуществляется постоянное перемешивание продукта. Прогрев ведется до достижения температуры 90°, после чего в «рубашку» подается холодная вода и продукт охлаждается до 80° при постоянном перемешивании [32].

Розлив продукта. Готовый кетчуп при T=80°C расфасовывается непосредственно из ванны, в которой происходит приготовление кетчупа. Горячий розлив способствует дополнительному обеззараживанию тары и предупреждает преждевременное структурообразование в продукте [31].

Фасование. Производится в потребительскую тару немедленно после изготовления при помощи дозирующих устройств различных типов путем всасывания продукта.

Укупоривание крышками и наклейка этикеток производится при помощи машин полуавтоматического действия.

Упаковка и охлаждение. Готовая продукция укладывается в ящики из гофрированного картона ГОСТ 13516-86, которые укладываются на поддоны и транспортируются в холодильную камеру. В холодильной камере продукт доохлаждается и хранится до реализации [25].

Производство томатной пасты из свежих томатов

Технологическая схема производства томатной пасты изображена на рисунке 1.2.

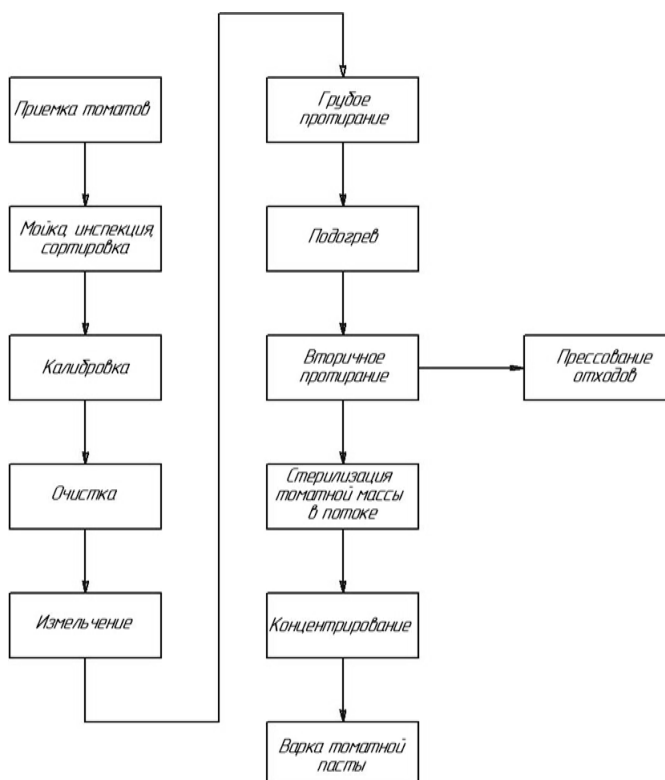


Рисунок 1.2 – Схема производства томатной пасты

Подготовка сырья к консервированию включает мойку, инспекцию, сортировку, калибровку, очистку и измельчение [25].

В сырьевых зонах крупных предприятий широко распространены пункты первичной переработки томатов, где получают дробленую томатную массу (пульпу), которую в цистернах доставляют на завод. При этом лучше используется транспорт, упрощаются погрузочно-разгрузочные работы, сокращаются потребности в таре. Вместе с тем дробленая томатная масса не обладает естественным иммунитетом, свойственным сырью, и легко поддается порче. Поэтому разрыв между заготовкой пульпы—полуфабриката и ее переработкой на заводе не должен превышать 2 ч [27].

Мойка. Технологические процессы мойки, относят к первичной переработке томатов, которая может осуществляться по двум схемам [28].

Первая схема предполагает выгрузку томатов из ящиков, ящичных поддонов и других средств доставки в емкости с водой, соединенные системой гидротранспортеров, в которых осуществляются смыв, размягчение и удаление почвенных примесей. Гидротранспортер представляет собой бетонированный желоб, расположенный в полу с уклоном 10-12м на 1м, в котором потоком воды томаты перемешаются со скоростью 0,7-1м/с. Расход воды составляет 4-5 л/кг сырья. Для улавливания механических примесей в днище ванны и руслах гидротранспортеров устанавливаются ловушки. Томаты из гидрожелоба наклонным элеватором подают в моечные машины вентиляторного типа. Расход воды для эффективной мойки должен составлять не менее 2 л/кг сырья, а давление воды в душах 200-300 кПа. По первой схеме успешно осуществляется переработка томатов ручного сбора.

По второй схеме обрабатывается сырье машинной уборки, поступающего в больших объемах, с повышенным содержанием земляных и растительных примесей и недозрелой части (более 15%). Сырье доставляется на станцию в «гондолах» по 10—12 тонн в каждой. Существенной особенностью технологии обработки томатов машинной уборки на СПТ является замена традиционных моечных машин системой гидрожелобов.

Инспекция и сортировка. Инспекцией называют осмотр сырья с отбраковкой непригодного (битые, заплесневелые, неправильной формы, зеленые и т.п.) к переработке. Инспекцию совмещают с сортировкой. Для этого используют ленточные транспортеры, движущиеся со скоростью 0,05-0,1м/с, по обе стороны которых на расстоянии 0,8-1,2м друг от друга стоят работники так, чтобы они могли легко достать плоды с середины ленты.

На крупных заводах сортировка производится на специализированных устройствах, входящих как в состав СПТ, так и размещаемых отдельно [23].

Сортировка плодов по степени зрелости осуществляется в несколько стадий. Предварительная сортировка на две фракции производится во флотационном гидрожелобе. Основная стадия сортировки плодов на три фракции выполняется на фотоэлектронных сортирователях. На одной

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

дорожке сортируется около 10 плодов за секунду, на 20 дорожках двух сортирователей — 750 тыс. плодов за час, или около 50 тонн [15].

Окончательная досортировка (около 5—6% зеленых и бурых плодов) производится вручную на роликовых инспекционных транспортерах.

Электронные сортирователи фирмы FMC были усовершенствованы специалистами завода литейных машин им. С. М. Кирова. Устройства, установленные в линиях, оказались надежными в работе и успешно эксплуатируются. На станции сортировки для обслуживания требуются 24 человека. Для проведения аналогичной работы сортировки томатов вручную потребовалось бы более 100 человек [16].

Калибровка. Чтобы облегчить проведение последующих операций обработки сырья – чистки, резки, тепловой обработки, укладки, томаты делят на однородные по размерам партии. Этот процесс называют калибровкой. При этом снижаются потери и отходы в производстве, и улучшается качество продукции. На консервных заводах встречаются различные типы калибровочных машин: барабанные, тросовые, роликовые, шнековые, валико-ленточные и дисковые [18].

Очистка. Одна из самых трудоемких операция в технологии консервирования пищевых продуктов. При очистке удаляют несъедобные части сырья-плодоножки плодов, чашелистики ягод, гребни винограда, семенные камеры, кожицу некоторых видов сырья. Для снятия кожицы используют терочные устройства с абразивной поверхностью [19].

Парометрическую обработку сырья проводят под давлением 0,2-0,3 МПа в течении 10-30с. При выходе из зоны повышенного давления наружу в результате резкого перепада давления и самоиспарения влаги в подкожном слое кожура разрывается, а затем легко отделяется в моечно-очистительной машине под действием вращающихся щеток и струй воды [17].

Томаты можно очищать и химическим способом. Для этого плоды обрабатывают в горячих растворах каустической соды различной концентрации. При воздействии горячей щелочи происходит гидролиз протопектина, которым кожица прикреплена к поверхности плода, и образуется растворимый пектин. В результате кожица отделяется от мякоти и легко смывается струей воды.

Измельчение. Сырье измельчают для придания ему определенной формы, лучшего использования объема тары и для облегчения проведения последующих процессов (обжарки, выпаривания, прессования). Измельчают сырье по-разному, в зависимости от назначения [19].

Нормализация пульпы. В процессе производства концентрированных томатопродуктов нерастворимые в воде части плода— кожица, семена и сосудистые волокна, не представляющие непосредственной ценности для получения готового продукта, удаляют. Для приближения соотношения растворимых и нерастворимых веществ к оптимальному применяется процесс, называемый нормализацией, который осуществляется по

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

следующей схеме: грубое протирание, подогрев, вторичное протирание и прессование отходов [20].

Грубое протирание. Неподогретую дробленую пульпу протирают на протирочной машине с диаметром отверстий сит 5мм. В результате этой операции отделяются грубые включения, кроме того, на 30-50% снижается массовая доля горького вещества томатов – нарингина, что улучшает вкус и качество готовой продукции [23].

Подогревание пульпы. Грубо протертую пульпу, изготовленную на заводе или доставленную с пунктов первичной переработки, направляют на трубчатые или пластинчатые подогреватели, где ее подогревают до $(75\pm 5)^\circ\text{C}$. При этом происходит гидролиз протопектина в пектин, что облегчает отделение кожицы от мякоти, мякоть переходит в пульпу и отходы снижаются в 3 раза. Кроме того, подогрев инактивирует ферменты, разрушающие пектин, способствует его сохранению, что придает продукту однородную консистенцию [26].

Вторичное протирание. Подогретая грубо протертая пульпа поступает сдвоенную протирочную машину, где на первом сите с диаметром 1,2мм удаляются оставшиеся семена и их частицы, кожица и грубые волокна, а на втором сите с диаметром отверстий 0,4мм окончательно протирают массу до получения тонкодисперсной консистенции. Протирание через сито с диаметром отверстий 0,4мм получило название «финиширование».

При протирании извлекается 80-88% легко отделяемой жидкой части томатной массы, отходы же возрастают до 12-15%(используемые отходы).

Минеральную примесь удаляют после протирания массы через сито с диаметром отверстий 0,4мм на гидроциклонах, что снижает количество песка в 10 раз.

Для сокращения потерь используемые отходы направляют на разваривание при температуре $(96\pm 2)^\circ\text{C}$ в аппараты шнекового типа или других типов, а затем в стекатель для отделения сока.

Прессование отходов. Оставшиеся отходы прессуют на прессе, их влажность после прессования не должна превышать $(65\pm 3)\%$. Такая обработка позволяет извлечь дополнительно до 6-8% томатного сока, который добавляют в протертую томатную пульпу, что понижает вязкость. В результате нормализации в мякоти пульпы уменьшается содержание клетчатки, лигнина, протопектина, пентазанов, что увеличивает соотношение Р/НР. Снижение вязкости пульпы приводит к увеличению ее температуропроводности, теплоемкости и теплопроводности, то в целом улучшает работу выпарных станций [24].

Стерилизация томатной массы в потоке. Низкая активная кислотность томатов машинного сбора (рН 4,0...4,7), обильное загрязнение почвой, растительными примесями, повышенное количество поврежденных плодов (6- 15%) создают благоприятные условия для развития микроорганизмов. Томатную пульпу, поэтому приходится подвергать довольно жесткой

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

тепловой обработке по схеме: подогрев до 125°C, выдержка в течение 70с, охлаждение до 85°C. Поскольку дальнейшие технологические процессы производства томатной пасты (уваривание, подогрев, пастеризация) осуществляются при температуре, не являющейся летальной в отношении спор возбудителей ботулизма, стерилизация пульпы в потоке рассчитана на их уничтожение. Для стерилизации применяют многоходовые трубчатые теплообменники [24].

Концентрирование. Концентрированные томатопродукты получают выпариванием влаги из томатной массы. Для обеспечения надежной работы выпарной аппаратуры в пульпе, поступающей на выработку томатной пасты, отношение Р/НР должно быть не меньше 6,5. Если это отношение меньше 6,5, томатная масса направляется для производства томатного пюре.

Варка томатной пасты. Томатную пасту варят в вакуум-выпарных установках. Отсутствие контакта с воздухом и низкая температура кипения под разрежением обеспечивают сохранение витаминов, красящих веществ и других ценных составных частей сырья [24].

Пониженная температура кипения томатной массы позволяет применить для обогрева вакуум-аппаратов пар низкого давления, что дает значительную экономию теплоты. На консервных предприятиях, на линиях производства томатной пасты распространены вакуум-выпарные установки трех типов: прямоточного, противоточного и смешанного (прямоточно-противоточного). В установках, работающих на принципе прямотока, движение греющего пара и продукта осуществляется в одном направлении, противотока— движение греющего пара и продукта встречное, в установках прямоточно-противоточного типа реализуются оба принципа.

Установки противоточного типа более совершенны в техническом отношении и лучше приспособлены для переработки томатов машинной уборки. Температура готового продукта благодаря противоточной схеме выше, чем при прямотоке. Следовательно, вязкость при противотоке меньше, что улучшает циркуляцию массы и интенсифицирует процесс выпаривания. Это существенное преимущество при производстве продуктов высокой вязкости, каким является томатная паста [24].

Асептическое консервирование. Особое место в решении проблемы преодоления сезонности и организации равномерной работы томатного производства в течение всего года отводится асептическому консервированию. Технологический процесс включает следующие этапы: санитарную обработку технологического оборудования и резервуаров для хранения пасты, подготовку стерильного воздуха, кратковременную стерилизацию и охлаждение продукта, хранение его в крупных емкостях вместимостью 20-50 м³ и фасовку в межсезонный период в потребительскую тару [26].

Для обеспечения асептических условий все оборудование, продуктопроводы и резервуары проходят проверку на герметичность, мойку

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

горячей водой, стерилизацию горячим 2-3%-ным раствором каустической соды в течение 45 мин, мойку водой при 90 ± 10 °С в течение 1ч и обработку паром при 110°С не менее 2 ч. Стерильный воздух, заполняющий резервуары, получают фильтрованием окружающего воздуха через бактериологические фильтры.

Томатная паста температурой 46-70°С из вакуум-выпарных установок поступает в приемный резервуар, а из него в подогреватель, где, смешиваясь с паром, нагревается до 125 ± 5 °С и при этой температуре выдерживается 240с в стерилизаторе. Далее продукт поступает на предварительное охлаждение до 100 °С в атмосферный охладитель, а затем окончательно охлаждается в вакуумном охладителе до 30 ± 5 °С. Одновременно из продукта испаряется конденсат, внесенный при стерилизации. Вакуум создается инжекторным конденсатором и паровым эжектором.

Охлажденный продукт по стерильному трубопроводу подается в подготовленные резервуары, герметизируется и хранится при температуре не ниже 0 °С. Полуфабрикаты из резервуаров-хранилищ в асептических условиях вновь фасуют в стерильную транспортную тару и доставляют на специализированные предприятия по выпуску на их основе готовой продукции [23].

Машино-аппаратурная схема производства томатного кетчупа изображена на рисунке 1.3.

Томаты со склада 1 поступают в моечную машину 2, где проходя через систему гидрожелобов, моются водой. В процессе мойки отделяются грубые примеси (комки земли, органическая грязь). После очистки томаты проходят сортировку в электронном сортирователе 3, где от общей массы отделяются зеленые (недозревшие) и бурые плоды. Плоды красного цвета ленточным конвейером подаются на калибровку в калибровочную машину барабанного типа 4.

Очистка томатов осуществляется в парометрической машине для очистки плодов 5. Обработку сырья проводят под давлением 0,2-0,3 МПа в течение 10-30 с. При выходе из зоны повышенного давления наружу в результате резкого перепада давления и самоиспарения влаги в подкожном слое кожура разрывается, а затем легко отделяется в моечно-очистительной машине 6 под действием вращающихся щеток и струй воды.

Очищенные от кожуры томаты подаются на стадию нормализации пульпы, которая включает в себя грубое протирание, подогревание и вторичное протирание.

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

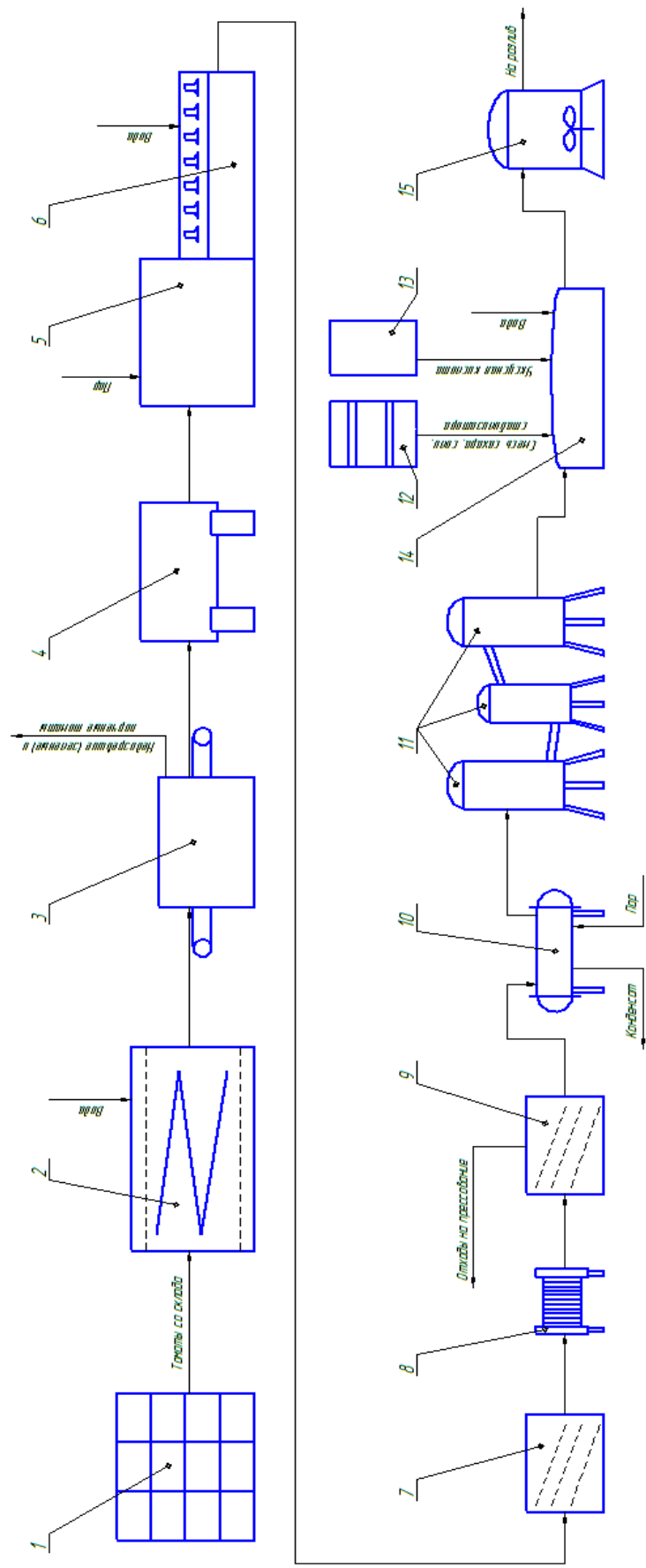


Рисунок 1.3— Машино - аппаратная схема производства томатного кетчупа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КСА 00.00.000 ПЗ

Грубое протирание происходит на протирочной машине 7 с диаметром отверстий сит 5 мм. В результате этой операции отделяются грубые включения, кроме того, на 30-50% снижается массовая доля горького вещества томатов - нирингина. Далее грубо протертую пульпу направляют на пластинчатый подогреватель 8, где её подогревают до температуры 75 °С. Затем подогретая грубо протертая пульпа поступает на сдвоенную протирочную машину 9, где происходит вторичное протирание пульпы. Отходы от протирания пульпы направляют на прессование и далее на переработку.

Тонко протертую, очищенную от твердых включений пульпу, направляют на стерилизацию в трубчатый многоходовой теплообменник 10. Стерилизация необходима для уничтожения спор микроорганизмов. Стерилизованную массу отправляют на варку в вакуум-выпарную установку 11, где она уваривается до заданного значения содержания сухих веществ.

Далее уваренная томатная паста загружается в ванну длительной пастеризации (ВДП) 14, где разводится подготовленной водой. В ВДП в определенных пропорциях из емкости 12 добавляют смесь стабилизатора, соли и сахара, а из емкости 13 вводят раствор уксусной кислоты. После завершения процесса пастеризации продукт перекачивают роторно-пульсационным насосом в ВДП 15, где происходит его тепловая обработка при температуре 85 °С при постоянном перемешивании.

В процессе перекачивания происходит диспергирование продукта.

Готовый кетчуп при $T=80$ °С разливают в тару непосредственно из ВДП, в которой происходило его приготовление.

1.1.4 Операторная модель линии производства томатного кетчупа

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

На рисунке 1.4 представлена операторная модель линии томатного кетчупа.

Для операторной модели приведены следующие обозначения:

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

І - упаковка готового продукта;

ІІ - пастеризация;

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

І - пастеризация;

ІІ - выпаривание;

ІІІ - стерилизация пульпы;

ІV - хранение стабилизатора;

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

- V - хранение соли и сахара.
- C - подсистема получения промежуточного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:
 - I - тонкое протирание;
 - II - нагрев пульпы;
 - III - грубое протирание;
 - IV - удаление кожуры;
 - V - колебровка;
 - VI - удаление незрелых плодов;
 - VII - мойка томатов.

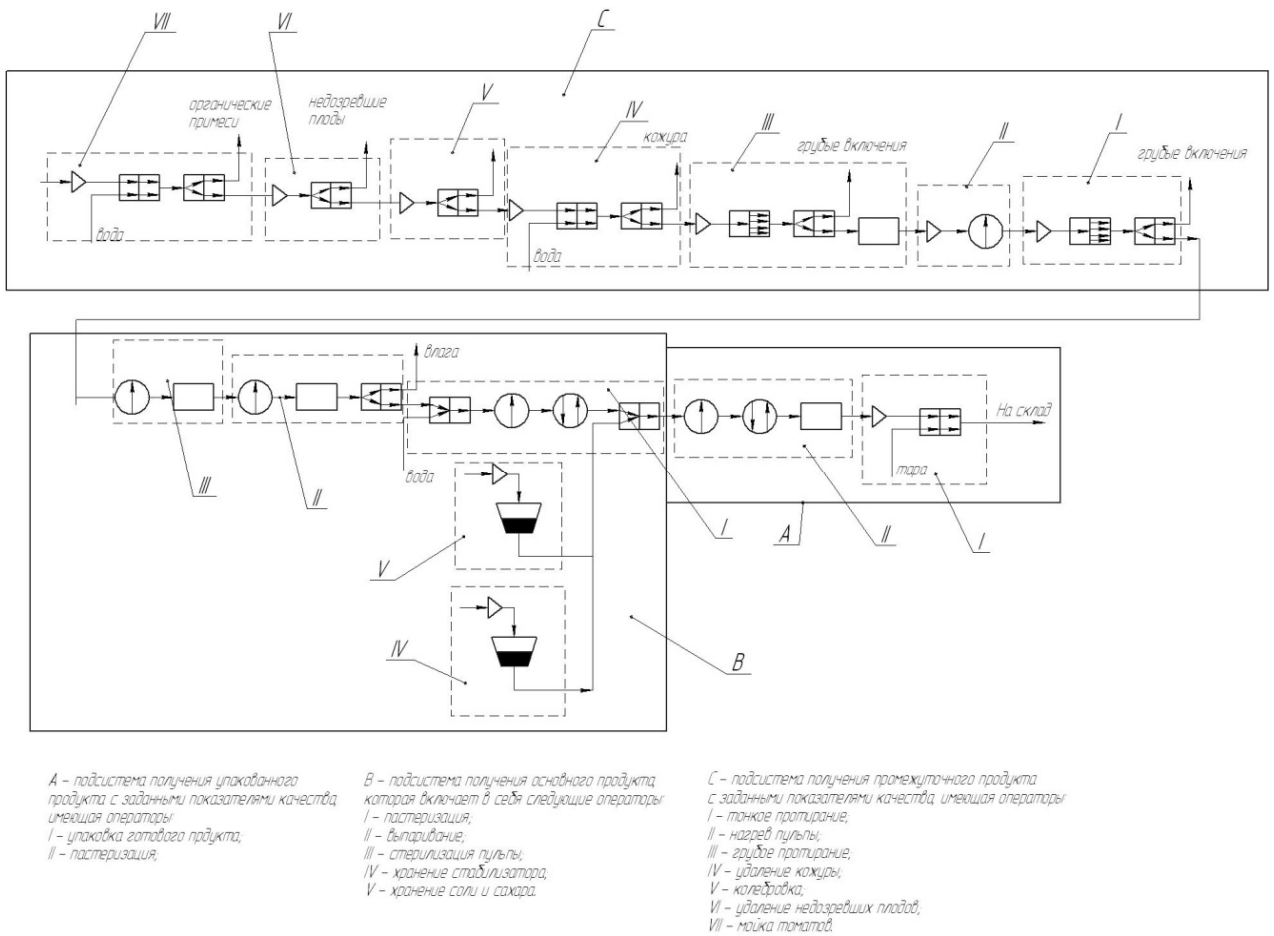


Рисунок 1.4 - Операторная модель линии производства томатного кетчупа

В таблице 1.4 приведено деление оборудования на классы по морфологии технологических операций

Таблица 1.4 - Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
Калибровочная машина		+		
Протирочная машина	+			
Сортировочная машина		+		

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

По виду связей между операциями технологический поток относится к потоку с полужесткой связью (рисунок 1.5). К нему относятся группы операций, имеющие жесткие связи внутри группы, но между собой эти группы имеют гибкие связи в виде операций хранения.

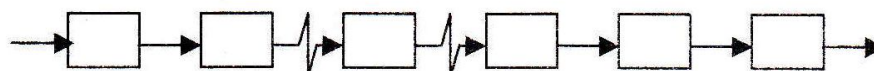


Рисунок 1.5 – Схема строения технологического потока

По виду связей ветвей технологический поток относится к неразветвленному.



Рисунок 1.6 – Схема формы технологического потока

1.2 Общие сведения о смесителях

Для получения жидких однородных смесей и масс, интенсификации перемешивания и растворения применяются мешалки различных типов, выбор которых зависит от вязкости перемешиваемой жидкости [25].

Смеситель для вязких и жидких компонентов предназначен для приготовления всевозможных высокооднородных многокомпонентных смесей, в производствах, технологии которых содержат жесткие требования к однородности смешиваемых компонентов (до 98%).

Широкое применение смесители для вязких и жидких компонентов получили в пищевой, косметической, химической и др. отраслях промышленности [27].

Емкости могут устанавливаться на любых опорах, различных конфигураций, любой производительности по необходимости.

В смесителях вязких и жидких компонентов используются современные системы автоматического управления любой сложности. Агрегаты изготавливаются из пищевой нержавеющей стали любых марок [31].

Смесители для вязких и жидких компонентов представляют собой емкость с мешалкой рамного типа или любая другая. По скорости вращения мешалки могут быть быстроходные (турбинные и пропеллерные) и тихоходные (лопастные) с верхним или нижним приводом.

При возможности пригорания продукта на мешалку устанавливаются фторопластовые скребки.

Для перемешивания вязких жидкостей эффективны комбинированные мешалки, вращающихся независимо друг от друга.

По конструктивным особенностям смесители для вязких и жидких компонентов могут быть обогреваемыми, с теплоизоляцией или без. Нагрев теплоносителя (вода, глицерин, масло) осуществляется ТЭНами.

Вместо ТЭНой коробки для обогрева продукта может быть встроен змеевик или предусмотрена рубашка под пар.

Смесители для вязких и жидких компонентов укомплектовываются пультом управления, включающим пускатели ТЭНов при электроподогреве, перемешивающего устройства, терморегулятор с индикацией значения температуры продукта.

Возможно изготовление смесителей для вязких и жидких компонентов работающих как при атмосферном давлении, так и при избыточном.



Рисунок 1.7 – Пример смесителей

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

1.3 Перемешивающие устройства

Аппараты с перемешивающими устройствами применяют для самых различных процессов. Однако, несмотря на разнообразие технологических целей, для которых применяется перемешивание, большинство из «их сводится к улучшению тепло- и массообмена, получению равномерных смесей нескольких жидкостей, жидкости и твердого тела, жидкости и газа. Основная задача перемешивания — равномерное распределение вещества или температуры в перемешиваемом объеме. Иногда перемешивание служит для эмульгирования одной жидкости в другой или диспергирования твердой фазы, а иногда для создания высоких скоростей среды около теплообменных поверхностей с целью интенсификации теплообмена [26, 29].

Циркуляционное перемешивание позволяет, в частности, регулировать интенсивность перемешивания и теплообмена, однако наличие насоса и дополнительных трубопроводов усложняет схему, поэтому этот способ применяют сравнительно редко. Барботажное перемешивание малоэффективно и имеет низкий к. п. д., его обычно применяют в тех случаях, когда установка механического привода недопустима или нецелесообразна. Некоторые типы пульсационных и вибрационных перемешивающих устройств весьма перспективны, однако они пока не нашли широкого применения. Таким образом, наиболее распространенными остаются вращающиеся мешалки.

В зависимости от числа оборотов мешалки условно делят на тихоходные (лопастные, рамные, листовые и якорные) и быстроходные (турбинные и пропеллерные мешалки), имеющие частоту вращения более 8-7-10 с⁻¹).

При выборе типа мешалки и ее параметров учитывают требования процесса, свойства жидкости (вязкость, наличие осадков и др.), форму аппарата и другие факторы. В настоящее время отсутствуют единые критерии для выбора мешалки. Во многих случаях нельзя указать вполне определенно, какой именно тип мешалки наилучший для данного процесса. При выборе руководствуются производственным опытом или лабораторными исследованиями.

Лопастные мешалки представлены на рисунке 1.8. Их относят к группе тихоходных [30].

Недостаток — малая интенсивность перемешивания и отсутствие значительных вертикальных потоков, вследствие чего их не рекомендуется применять для взвешивания тяжелых осадков и работы с расслаивающимися жидкостями. Несмотря на это, лопастные мешалки широко применяют для различных процессов и в аппаратах значительного объема. Они просты по конструкции, обеспечивают удовлетворительное перемешивание при работе с вязкими жидкостями. Для улучшения осевого перемешивания жидкости применяют лопастные мешалки с наклонными лопастями.

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

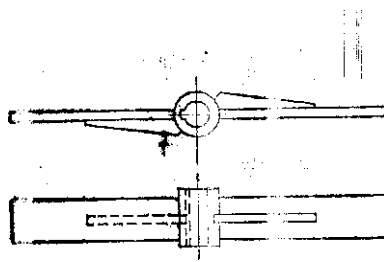


Рисунок 1.8 – Лопастная мешалка

Рамные мешалки, представлены на рисунке 1.9. Их рассматривают как разновидность лопастных, состоящих из двух горизонтальных лопастей, соединенных несколькими вертикальными планками. Эти мешалки применяют для аппаратов большой емкости (до 100 м³). Они обеспечивают удовлетворительное перемешивание жидкостей с большой вязкостью.

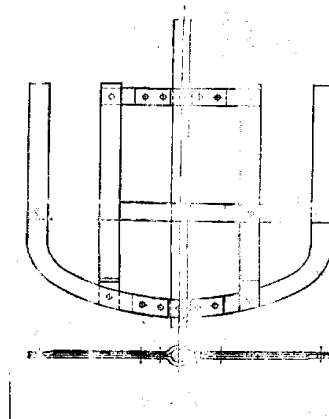


Рисунок 1.9 - Рамная мешалка

Листовые мешалки, представлены на рисунке 1.10. Применяют сравнительно редко, в основном для маловязких жидкостей. Для улучшения перемешивания в мешалке делают отверстия.

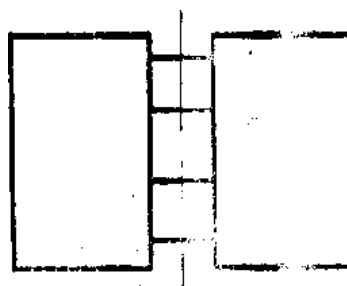


Рисунок 1.10 - Листовая мешалка

Турбинные мешалки, представлены на рисунке 1.11. Их относят к быстроходным, работающим по принципу центробежного насоса, т. е. они всасывают жидкость в середину и за счет центробежной силы отбрасывают

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

ее к периферии. Турбинные мешалки делают открытыми и закрытыми. Открытая мешалка представляет собой диск с радиально расположенными лопатками. Закрытые мешалки мало отличаются от колеса центробежного насоса.

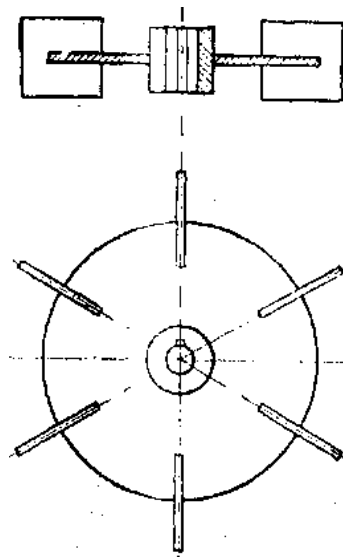


Рисунок 1.11 - Турбинная мешалка

Якорные мешалки, представлены на рисунке 1.12. Применяют для обработки вязких, загрязненных и застывающих жидкостей. Профиль мешалки повторяет очертания аппарата, зазор между стенками аппарата и мешалкой делают минимальным. Лопасти такой мешалки создают интенсивное перемешивание непосредственно около стенок и очищают их от налипших осадков, если таковые имеются.

Для особо вязких жидкостей применяют якорные мешалки с дополнительными вертикальными или наклонными планками.

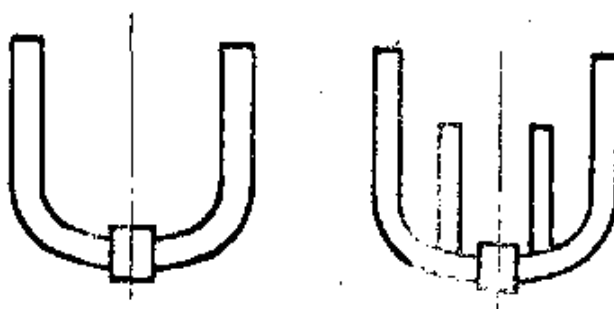


Рисунок 1.12 - Якорная мешалка

С помощью отливки изготавливают закрытые якорные мешалки. Чугунные якорные мешалки, представлены на рисунке 1.13 а, оканчиваются фланцем, с помощью его они соединяются со стальным валом. Наиболее проста по конструкции якорная мешалка из труб, представлена на рисунке 1.13 б, за счет ее сглаженных острых углов не будет происходить налипание частиц продукта.

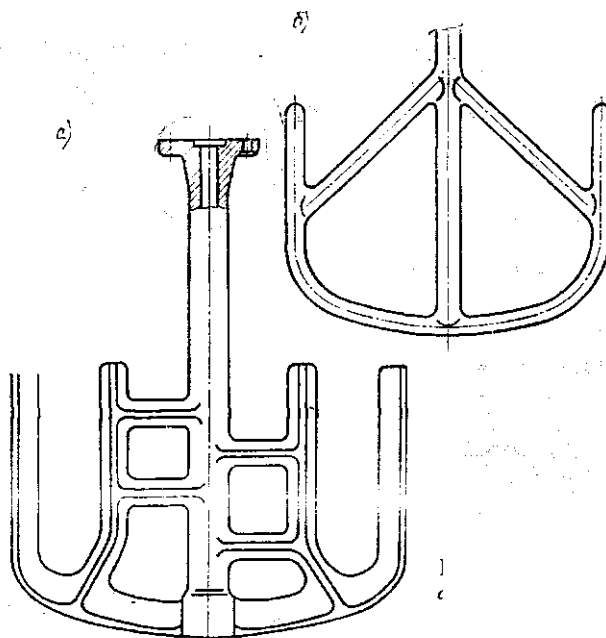


Рисунок 1.13 : а – чугунная якорная мешалка;

б – якорная мешалка из труб

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

2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Кетчупы, соусы и приправы дополняют и улучшают вкус пищи, способствуют возбуждению аппетита, лучшему усвоению основных компонентов блюда и повышению его калорийности. Эти продукты не содержат масла, поэтому нет необходимости в большой степени эмульгирования продукта [31].

Обычно кетчупы производятся путем горячей обработки с горячим или холодным розливом. В основном кетчуп состоит из смеси томат-пасты, консервирующего уксуса, соли и сахара. В качестве загустителя используется крахмал или другой стабилизатор. Роль стабилизатора состоит в том, чтобы связывать свободную воду и предотвращать ее выделение при хранении продукта. Консистенция кетчупа зависит от количества томат-пасты, а томат-паста горячего приготовления обычно имеет более плотную консистенцию, чем томат-паста холодного приготовления; так как горячая обработка обычно активизирует больше пектина, содержащегося в томатах в натуральном виде, и это делает консистенцию более плотной [31].

Последней стадией производства кетчупа является смешение томатной пасты с другими ингредиентами, для этого используется смесители периодического действия.

Недостатками рассмотренного в данной работе смесителя является не удовлетворительное качество получаемой смеси, а также высокий расход энергии на перемешивание.

В связи с этим была предложена модернизация, направленная на устранение перечисленных недостатков, заключающаяся в следующем. Мешалка рамного типа будет заменена на мешалку лопастного типа, совершающей планетарное движение внутри рабочей емкости, также будут установлены скребки необходимые для удаления со стенок емкости кетчупа.

В конечном итоге предложенная модернизация приведет к увеличению качества смешения, а также уменьшению расхода энергии на перемешивание и замене в связи с этим двигателя на более экономичный.

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

3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЯ

Последней стадией производства кетчупа является смешение томатной пасты с другими ингредиентами, для этого используются смесители периодического действия.

Рассматриваемый в данной работе смеситель представлен на рисунке 3.1.

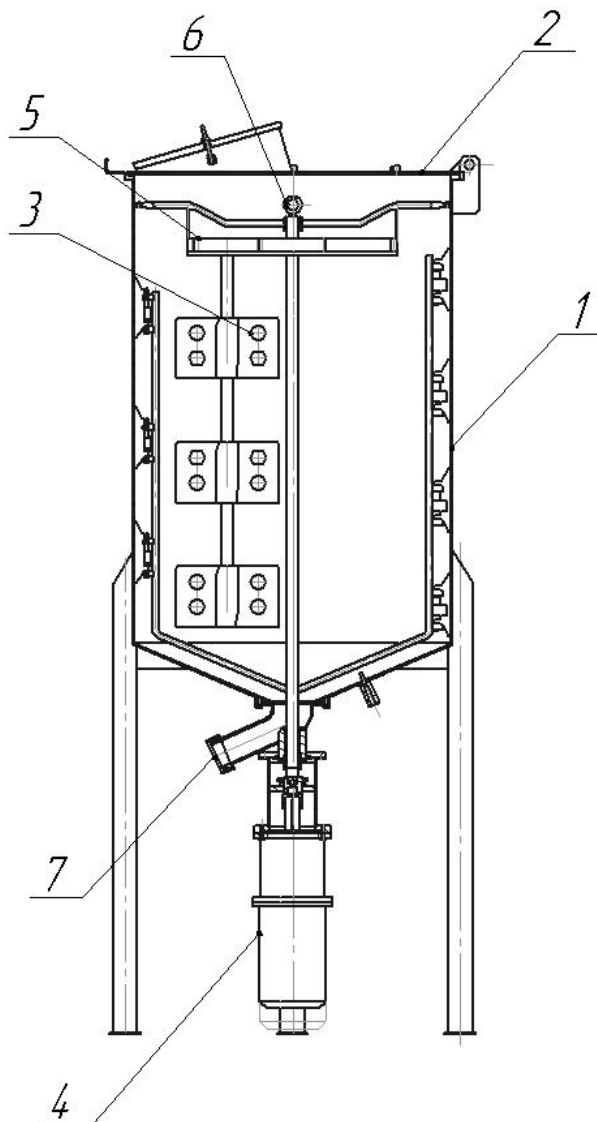


Рисунок 3.1 - Смеситель

Смеситель представляет собой емкость 1, установленную на четырех опорах (ножках), с крышкой 2. Крышка закреплена на шарнире с возможностью опрокидывания. На крышке имеется загрузочный люк для томатной пасты. В корпусе имеется патрубок 6 для ввода других ингредиентов. В дне установлен патрубок 7 для отвода готового продукта.

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

Внутри емкости установлена лопастная мешалка 3, представляющая собой вал с закрепленными на нем лопастями. В процессе работы мешалка совершает планетарное движение, т.е. вращается вокруг собственной оси и оси емкости. Для того чтобы мешалка могла совершать такой движение, в верхней части емкости смонтирована планетарная передача 5, состоящая из внешнего солнечного колеса, сателлита, установленного на валу мешалки и центрального колеса на приводном валу. Планетарная передача заключена в корпус с торцов, к которой прикреплены ролики, позволяющие совершать движение, не отклоняясь от оси емкости. К приводному валу также прикреплена рамка со скребками, которые в процессе работы удаляют продукт со стенок емкости.

Приводной вал приводится в движение по средством мотор – редуктора 4 с муфтой, закрепленного на дне емкости. Мотор – редуктор представляет собой электродвигатель мощностью 0,6 кВт и частотой вращения 1500 об/мин и двухступенчатого цилиндрического редуктора.

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

4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

4.1 Пропускная способность

Пропускная способность смесителя в смену определяется по формуле 4.1.

$$M = V_P \cdot \tau_{см} / \tau_{ц} = V_P \cdot \tau_{см} / (\tau_{проц} + \tau_{нап} + \tau_{оп} + \tau_{м}), \text{ м}^3 / \text{ смена} \quad (4.1)$$

где V_P – объем резервуара, м^3 ;

$\tau_{ц}$ – время одного цикла, ч.;

$\tau_{проц}$ – продолжительность процесса, ч.; $\tau_{проц} = 0,42$ ч.

$\tau_{нап}$ – время наполнения, ч.;

$\tau_{оп}$ – время опорожнения, ч.;

$\tau_{м}$ – время мойки и подготовки, ч.; $\tau_{м} = (0,541)$ ч.;

$\tau_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Время опорожнения определяется по формуле 4.2.

$$\tau_{оп} = 2 \cdot V_P / (\mu f \sqrt{2gH}), \text{ с} \quad (4.2)$$

где μ – коэффициент истечения, зависящий от вязкости истекающего продукта (0,64),

f – площадь сечения выпускного патрубка, м^2 ,

g – ускорение силы тяжести $9,81 \text{ м/с}^2$,

H – первоначальная высота слоя продукта, м

$$\tau_{оп} = 2 \cdot 0,3 / (0,64 \cdot 3,85 \cdot 10^{-3} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7}) = 65 \text{ с}$$

Время наполнения определяется по формуле 4.3.

$$\tau_{нап} = V_P / (\mu f \sqrt{2g [H + P_{изб.} / (\rho g)]} \quad (4.3)$$

где $P_{изб.}$ – перепад давления, Па,

ρ – плотность поступающей смеси, кг/м^3

$$\tau_{нап} = 0,3 / (0,64 \cdot 3,85 \cdot 10^{-3} \sqrt{2 \cdot 9,81 [0 + 0,25 \cdot 10^6 / (910 \cdot 9,81)]}) = 60 \text{ с}$$

$$M = 0,3 \cdot 12 / (0,42 + 0,0166 + 0,0185 + 0,541) = 5,9 \text{ м}^3 / \text{ смена}$$

4.2 Мощность на перемешивание

Расчетная мощность (Вт), потребляемая мешалкой при установившемся режиме определяется по формуле 4.4.

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

$$N_p = K_N \rho n^3 d_m^5 \quad (4.4)$$

где K_N – критерий мощности, или коэффициент сопротивления;
 ρ – плотность перемешиваемого продукта, кг/м³;
 n – частота вращения вала мешалки об/с;
 d_m – наружный диаметр мешалки, м.

Так как в смесителе установлена планетарная система движения мешалки, то диаметр мешалки будет равен

$$d_m = 0,4D = 0,38 \cdot 1040 = 400 \text{ мм} \quad (4.5)$$

где D – внутренний диаметр смесителя, м

Критерий мощности K_N для модельных мешалок определяют в зависимости от числа Рейнольдса, которое рассчитывают по выражению 4.6.

$$Re_m = \rho n^3 d_m^2 / \mu = 910 \cdot 1 \cdot 0,56^2 / 0,64 = 445,9 \quad (4.6)$$

Тогда критерий мощности, или коэффициент сопротивления $K_N = 0,6$.

$$N_p = 0,6 \cdot 910 \cdot 1 \cdot 0,56^5 = 95 \text{ Вт}$$

4.3 Расчет цилиндрической обечайки

При расчете цилиндрической обечайки (рисунок 4.1), нагруженной внутренним давлением, определим толщину ее стенки по формуле 4.7.

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \beta \cdot [\sigma] - P} + \delta_c; \quad (4.7)$$

где P — расчетное давление, Па,
 D — внутренний диаметр сосуда или аппарата, м,
 β — коэффициент прочности сварных соединений,
 $[\sigma]$ — допускаемое напряжение, Па,
 δ_c — прибавка на коррозию, м

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

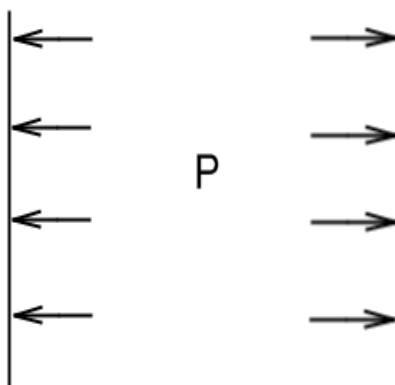


Рисунок 4.1 - Схема нагружения цилиндрической обечайки.

Расчетное давление жидкости на стенки сосуда находится из формулы

$$P = \frac{\rho_{ж} \cdot V \cdot g}{S}; \quad (4.8)$$

где $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, кг/м³,
 V - объем жидкости, м³,
 g - ускорение свободного падения, м/с²,
 S - площадь днища, м²

Площадь днища рассчитывается по формуле

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \quad (4.9)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot (1,04)^2}{4} = 0,574 \text{ м}^2,$$

$$P = \frac{1250 \cdot 0,025 \cdot 9,8}{0,574} = 552,8 \text{ Па}$$

Очень важным моментом является правильный выбор допускаемых напряжений, так как при расчете необходимо обеспечить достаточную прочность и надежность аппарата. И вместе с тем избежать необоснованного утяжеления конструкции. Допускаемое напряжение зависит от механических свойств материала, характера нагрузки и условий работы аппарата. Допускаемые напряжения определяют по формуле

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_B} \quad (4.10)$$

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

где n_B — коэффициент запаса прочности,
 σ_B -предел прочности при растяжении, МПа,

$$[\sigma] = \frac{510 \cdot 10^6}{3,75} = 136 \text{ МПа}$$

Коэффициент прочности сварного шва в обечайках и сварных соединениях днища $\beta = 0,9$ для стыкового сварного шва выполненного вручную с одной стороны.

Прибавка на коррозию выбирается из диапазона 1..4 мм.

Принимаем прибавку на коррозию δ_c равной 3 мм.

Рассчитаем толщину цилиндрической обечайки

$$\delta = \frac{552,8 \cdot 0,84}{2 \cdot 0,9 \cdot 136 \cdot 10^6} + 0,003 = 0,003001 \text{ м};$$

Принимаем толщину стенки равной $s=5$ мм.

4.4 Определение толщины плоского днища

Плоские днища и крышки применяют для люков и заглушек, а также для вертикальных емкостных аппаратов под налив и толстостенных аппаратов высокого давления, у которых толщина стенки очень велика. Они просты по конструкции, для их изготовления не требуется специального прессового оборудования.

Толщина плоских круглых днищ и крышки сосудов и аппаратов, работающих под внутренним давлением

$$S_1 = \left(\frac{K}{K_0} \right) \cdot D \cdot \sqrt{(P/[\sigma])} + \delta_c, \text{ м} \quad (4.11)$$

где K — коэффициент зависящий от способа крепления днища,
 K_0 — коэффициент ослабления днища имеющего центральное отверстие,

P — расчетное давление, Па,

D — внутренний диаметр сосуда или аппарата, м,

$[\sigma]$ — допускаемое напряжение, Па,

δ_c — прибавка на коррозию, м

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

Величину коэффициента K принимаем равной 0,45. Величину коэффициента ослабления днища имеющего центральные отверстия, K_0 принимаем равной 1.

$$S_1 = \left(\frac{0,45}{1}\right) \cdot 0,84 \cdot \sqrt{552,8 / (136 \cdot 10^6)} + 0,002 = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Принимаем толщину днища равной $S_1=4\text{мм}$.

Согласуя толщину стенки обечайки и днища принимаем, толщину обеих деталей равной 4 мм.

Так же принимаем толщину крышки равной 4мм, т.к. она крепится просто болтами и толщина должна быть такой же как и у днища.

4.5 Расчет стойки

Найдем критическое усилие и напряжение сжатой стойки круглого поперечного сечения (труба, наружный диаметр 80 мм, толщина стенки 6 мм). Оба конца стойки жестко заделаны. Длина стойки 1.5 метра. Материал – сталь с пределом пропорциональности $\sigma_{II} = 250\text{МПа}$ и модулем упругости $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.

Выбранная труба имеет $F = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ $J_{\min} = J_y = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$ и $j_{\min} = j_y = 0,78 \cdot 10^{-2} \text{ м}$. Гибкость стержня тогда

$$\lambda = \frac{\mu l}{j_{\min}} \quad (4.12)$$

$$\lambda = \frac{0,5 \cdot 1,5}{0,78 \cdot 10^{-2}} = 64,1$$

$$\lambda_{\text{пред.}} = \pi \sqrt{E / \sigma_{II}} \quad (4.13)$$

$$\lambda_{\text{пред.}} = 3,14 \sqrt{2 \cdot 10^{11} / 2 \cdot 10^6} = 88,8$$

$$\lambda \leq \lambda_{\text{пред.}}$$

Таким образом критическое напряжение можно найти по формуле

$$\sigma_{\text{кр}} = (a - b \cdot \lambda) \quad (4.14)$$

$$\sigma_{\text{кр}} = 310 - 1,14 \cdot 64,1 = 236,9\text{МПа}$$

где a и b коэффициенты, зависящие от материала.

Критическое усилие равно

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

$$P_K = \sigma_{кр} \cdot F, H; \quad (4.15)$$

$$P_K = 236,9 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4} = 72965,2H$$

Предложенная конструкция обеспечит выполнение заданных функций аппарата.

Критическое напряжение так же не превышает значения допускаемого напряжения для материала стойки.

4.6 Кинематический расчет

Ввиду того, что предложенная мешалка должна совершать планетарное движение в емкости смешения необходимо предусмотреть планетарную передачу, которая будет установлена в верхней части емкости. Также ввиду того, что мешалка имеет меньший вес необходима замена двигателя на более экономичный.

Принимая все это во внимание необходимо провести кинематический расчет спроектированного привода мешалки [7].

Кинематическая схема привода мешалки представлена на рисунке 4.2.

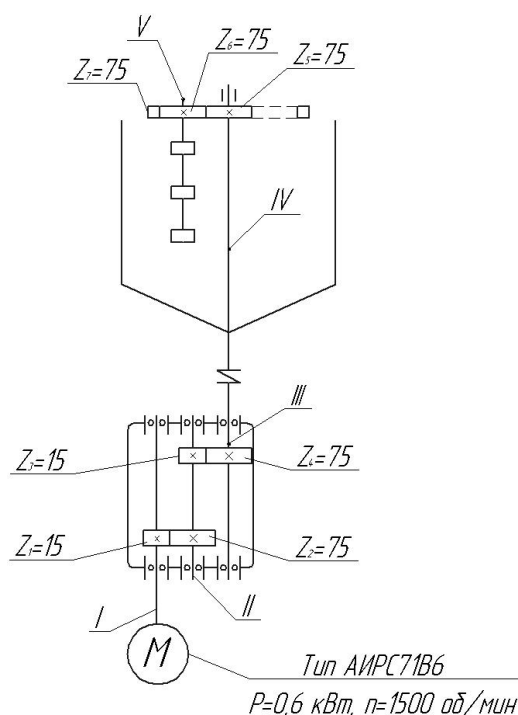


Рисунок 4.2 - Кинематическая схема привода мешалки

Привод осуществляется от электродвигателя, двухступенчатого цилиндрического редуктора и зубчатой передачи.

Электродвигатель марки АИРС71В6 (P=0,6 кВт, n=1500 об/мин).

Общее КПД привода определяется по формуле

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

$$\eta_{пр} = \eta_{муф} \cdot \eta_{цил}^2 \cdot \eta_{планет.} \cdot \eta_{под}^5, \quad (4.16)$$

где - $\eta_{муф}$ – КПД муфты, $\eta_{муф} = 0,98$,
 $\eta_{цил}$ – КПД цилиндрической передачи, $\eta_{цил} = 0,97$,
 $\eta_{планет.}$ - КПД планетарной передачи $\eta_{планет.} = 0,9$,
 $\eta_{под}$ – КПД подшипников, $\eta_{под} = 0,99$

$$\eta_{пр} = 0,98 \cdot 0,97^2 \cdot 0,9 \cdot 0,99^5 = 0,79$$

Определяем общее передаточное число привода

$$u_{общ} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3, \quad (4.17)$$

$$u_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$u_2 = \frac{Z_4}{Z_3}$$

где Z_1 – число зубьев ведущего колеса,
 Z_2 – число зубьев ведомого колеса,

$$u_1 = \frac{75}{15} = 5,$$

$$u_2 = \frac{75}{15} = 5$$

Передаточное отношение планетарной передачи $u_3 = 1$.

$$u_{общ} = 5 \cdot 5 \cdot 1 = 25$$

Определяем частоту вращения валов.

Частота вращения вала электродвигателя $n_{эл.дв.} = 1500$ об/мин.

$$n_{эл.дв} = n_1 = 1500 \text{ об / мин}$$

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

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1}, \text{об/мин}, \quad (4.18)$$

$$n_2 = \frac{1500}{5} = 300 ,$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2}, \text{об/мин}, \quad (4.19)$$

$$n_3 = \frac{300}{5} = 60 ,$$

$$n_4 = n_3 = 60 \text{ об / мин} ,$$

$$n_5 = \frac{n_4}{u_3}, \text{об/мин}, \quad (4.20)$$

$$n_5 = \frac{60}{1} = 60 ,$$

Угловая скорость каждого вала привода.

Угловая скорость на первом валу, рад/с определяется по формуле

$$\varpi_1 = \varpi_9 = \frac{\pi \cdot n_{\text{эл.дв.}}}{30}, \text{рад/с} \quad (4.21)$$

$$\varpi_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157$$

Угловая скорость на остальных валах, рад/с, считается по формуле

$$\varpi_2 = \frac{\varpi_1}{u_1}, \text{рад/с} \quad (4.22)$$

$$\varpi_2 = \frac{157}{5} = 31,4$$

$$\varpi_3 = \frac{\varpi_2}{u_2}, \text{рад/с} \quad (4.23)$$

$$\varpi_3 = \frac{31,4}{5} = 6,3$$

$$\varpi_4 = \varpi_3 = 6,3$$

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

$$\omega_5 = \frac{\omega_4}{u_2}, \text{рад/с} \quad (4.24)$$

$$\omega_5 = \frac{6,3}{1} = 6,3$$

Определяем мощность на каждом валу привода.

Мощность на валу электродвигателя $P_{\text{эл.дв}} = 0,6$ кВт

Мощность на остальных валах P_n , кВт определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{Вал I} \quad P_I &= P_{\text{эл.дв.}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт} & (4.25) \\ P_I &= 0,6 \cdot 0,99 = 0,594 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Вал II} \quad P_{II} &= P_I \cdot \eta_{\text{цпл}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт} & (4.26) \\ P_{II} &= 0,594 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Вал III} \quad P_{III} &= P_{II} \cdot \eta_{\text{цпл}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт} & (4.27) \\ P_{III} &= 0,57 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,548 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Вал IV} \quad P_{IV} &= P_{III} \cdot \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт} & (4.28) \\ P_{IV} &= 0,548 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Вал V} \quad P_V &= P_{IV} \cdot \eta_{\text{планет}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт} & (4.29) \\ P_V &= 0,53 \cdot 0,9 \cdot 0,99 = 0,47 \end{aligned}$$

Определяем вращающий момент на каждом валу привода.

Вращающий момент на валу электродвигателя $T_{\text{эл.}}$, Н·м, определяется по формуле

$$T_{\text{эл.дв.}} = \frac{P_{\text{эл.дв.}} \cdot 10^3}{\omega_{\text{эл.дв.}}}, \text{ Н·м}, \quad (4.30)$$

$$T_{\text{эл.дв.}} = \frac{0,6 \cdot 10^3}{157} = 3,8$$

Вращающий момент, T_n на других валах

$$\begin{aligned} \text{Вал I} \quad T_I &= \frac{P_I \cdot 10^3}{\omega_I}, \text{ Н·м}, & (4.31) \end{aligned}$$

$$T_I = \frac{0,594 \cdot 10^3}{157} = 3,78$$

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

$$T_{II} = \frac{P_{II} \cdot 10^3}{\omega_{II}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.32)$$

$$T_{II} = \frac{0,57 \cdot 10^3}{31,4} = 18,2,$$

$$T_{III} = \frac{P_{III} \cdot 10^3}{\omega_{III}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.33)$$

$$T_{III} = \frac{0,548 \cdot 10^3}{6,3} = 86,9,$$

$$T_{IV} = \frac{P_{IV} \cdot 10^3}{\omega_{IV}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.34)$$

$$T_{IV} = \frac{0,53 \cdot 10^3}{6,3} = 84,$$

$$T_V = \frac{P_V \cdot 10^3}{\omega_V}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.35)$$

$$T_V = \frac{0,47 \cdot 10^3}{6,3} = 74,6$$

Для уменьшения габаритов привода предлагается объединить электродвигатель и двухступенчатый цилиндрический редуктор в мотор – редуктор аналогичной мощности и с таким же передаточным числом. Принимаем мотор – редуктор АОЛ2-11-4.

Планетарную передачу располагаем в верхней части емкости. Для осуществления вращения вокруг оси емкости с заданной частотой (10 об/мин) необходимо рассчитать число зубьев внешнего – солнечного колеса.

Число зубьев внешнего – солнечного колеса находим по формуле

$$z_7 = z_6 \cdot u, \text{ об/мин}, \quad (4.36)$$

где u - передаточное отношение между солнечным колесом и сателлитом

$$U = \frac{n_5}{n_5'}, \quad (4.37)$$

где n_5' - частота вращения мешалки вокруг оси бачка

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

$$U = \frac{60}{10} = 6,$$

$$z_7 = 50 \cdot 6 = 300$$

4.7 Расчет на прочность фланцевого соединения смесителя

Цель: рассчитать на прочность фланцевое соединение отвода продукта [7].

Исходные данные:

- внутренний диаметр $D=120$ мм;
- давление на фланец от веса продукта $p=0,5$ МПа;
- температура $t=20$ °С;
- материал фланца – сталь 45;
- материал болтов – Ст.3

Фланцы неизолированные, приварные встык. Внешние изгибающий момент и осевая силы отсутствуют. Коэффициент прочности сварных швов $\varphi = 1$.

Заданная конструкция фланца представлена на рисунке 4.3, а тип уплотнительной поверхности – на рисунке 4.4.

Конструктивные размеры фланца.

Толщина втулки принята $s_0 = 9$ мм, что удовлетворяет условию:

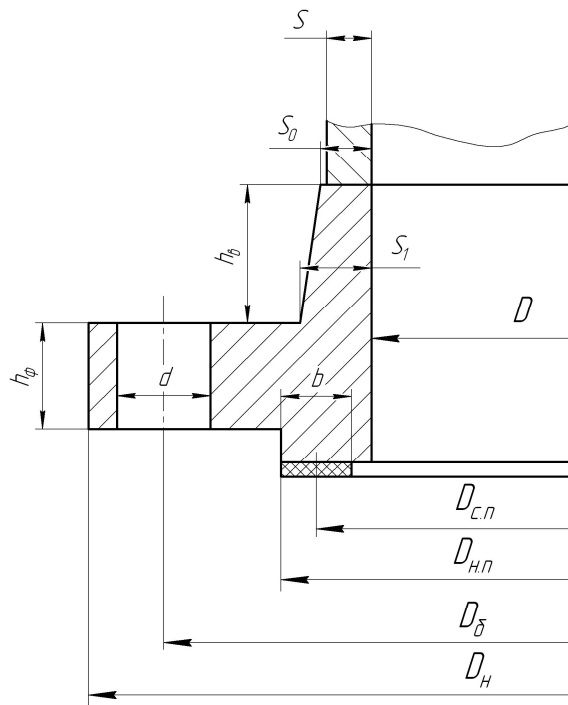


Рисунок 4.3 - Конструкция фланца

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

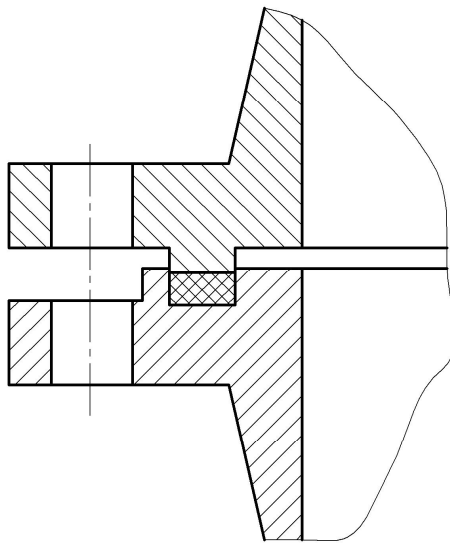


Рисунок 4.4 - Тип уплотнительной поверхности

$$s < s_0 < 1,3 \cdot s \quad (7 < 9 < 1,3 \cdot 7)$$

и

$$s_0 - s < 5 \text{ мм} \quad (9 - 7 = 2 < 5 \text{ мм})$$

Толщина s_1 , мм втулки определяется по формуле

$$s_1 = \beta_1 \cdot s_0, \text{ мм}, \quad (4.38)$$

где $\beta_1 = 2$ при $D/s_0 = 120/9 = 13,3$

$$s_1 = 2 \cdot 9 = 18$$

Высота втулки h_B , мм определяется по формуле

$$h_B \geq \frac{1}{i} \cdot (s_1 - s_0), \text{ мм}, \quad (4.39)$$

$$h_B \geq \frac{1}{1/3} \cdot (18 - 9) = 27$$

Принимаем $h_B = 30$ мм.

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

Эквивалентная толщина втулки фланца $s_{эк}$, мм определяется по формуле

$$s_{эк} = s_0 \cdot \left[1 + \frac{h_B \cdot (\beta_1 - 1)}{h_B + 0,25 \cdot (\beta_1 + 1) \cdot \sqrt{D \cdot s_0}} \right], мм, \quad (4.40)$$

$$s_{эк} = 9 \cdot \left[1 + \frac{30 \cdot (2 - 1)}{30 + 0,25 \cdot (2 + 1) \cdot \sqrt{120 \cdot 9}} \right] = 15$$

Диаметр болтовой окружности определяется по формуле

$$D_{\sigma} \geq D + 2 \cdot (s_1 + d_{\sigma} + u), мм, \quad (4.41)$$

где $u = 6$ мм; $d_{\sigma} = 8$ мм при $p = 0,15$ МПа и $D = 40$ мм,

$$D_{\sigma} \geq 120 + 2 \cdot (18 + 8 + 6) = 184$$

Принимаем $D_{\sigma} = 220$ мм.

Наружный диаметр фланца D_n , мм определяется по формуле

$$D_n = D_{\sigma} + a, мм, \quad (4.42)$$

где $a = 28$ мм – для шестигранных гаек М8. Принимаем $D_n = 250$ мм.

$$D_n = 220 + 28 = 248$$

Наружный диаметр прокладки определяем по формуле

$$D_{н.н} = D_{\sigma} - e, мм, \quad (4.43)$$

где $e = 36$ – для плоских прокладок при $d_{\sigma} = 8$ мм,

$$D_{н.н} = 220 - 36 = 184$$

Средний диаметр прокладки определяется по формуле

$$D_{с.н} = D_{н.н} - b, мм, \quad (4.44)$$

где $b = 12$ мм – ширина плоской неметаллической прокладки,

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

$$D_{c.n} = 184 - 12 = 172$$

Количество болтов определяется по формуле

$$n_{\sigma} = \pi \cdot D_{\sigma} / t_u, \quad (4.45)$$

где $t_u = 4,5 \cdot d_{\sigma} = 4,5 \cdot 8 = 36$ мм – шаг расположения болтов при $p = 0,15$ МПа,

$$n_{\sigma} = 3,14 \cdot 220 / 36 = 9,6$$

Принимаем $n_{\sigma} = 12$, кратное четырем.

Высота (толщина) фланца определяется по формуле

$$h_{\phi} \geq \lambda_{\phi} \cdot \sqrt{D \cdot s_{эк}}, \text{ мм}, \quad (4.46)$$

где $\lambda_{\phi} = 0,38$ для $p = 0,15$ МПа и приварных встык фланцев

$$h_{\phi} \geq 0,38 \cdot \sqrt{120 \cdot 14} = 8,99$$

Принимаем $h_{\phi} = 10$ мм.

Расстояние между опорными поверхностями гаек для фланцевого соединения с уплотнительной поверхностью типа «шип—паз» (ориентировочно)

$$l_{\sigma.o} \approx 2 \cdot (h_{\phi} + h_n), \text{ мм}, \quad (4.47)$$

где $h_n = 2$ мм – высота (толщина) стандартной прокладки.

$$l_{\sigma.o} \approx 2 \cdot (10 + 2) = 24$$

Нагрузки, действующие на фланец.

Равнодействующая внутреннего давления F_D , кН, определяется по формуле

$$F_D = p \cdot \pi \cdot D_{c.n}^2 / 4, \text{ кН}, \quad (4.48)$$

$$F_D = 0,03 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 0,172^2 / 4 = 0,09$$

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

Реакция прокладки R_{II} , кН, определяется по формуле

$$R_{II} = p \cdot \pi \cdot D_{c.n} \cdot b_0 \cdot m, \text{кН}, \quad (4.49)$$

где $m = 2,5$ – для паронита,

$b_0 = 1,9 \cdot \sqrt{b} = 1,9 \cdot \sqrt{20 \cdot 10^{-3}} = 8,49 \cdot 10^{-3}$ – эффективная ширина прокладки, м,

$$R_{II} = 0,03 \cdot 3,14 \cdot 0,172 \cdot 8,49 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 = 0,12$$

Усилие, возникающее от температурных деформаций F_t , кН, определяется по формуле

$$F_t = \frac{y_{\sigma} \cdot n_{\sigma} \cdot f_{\sigma} \cdot E_{\sigma} \cdot (\alpha_{\phi} \cdot t_{\phi} - \alpha_{\sigma} \cdot t_{\sigma})}{y_n + y_{\sigma} + 0,5 \cdot y_{\phi} \cdot (D_{\sigma} - D_{c.n})^2}, \text{кН}, \quad (4.50)$$

где $\alpha_{\phi} = 16,6 \cdot 10^{-6}$ и $\alpha_{\sigma} = 13,3 \cdot 10^{-6}$ – соответственно коэффициенты линейного расширения материала фланцев (сталь 45) и болтов (Ст.3), $1/^{\circ}\text{C}$,

$t_{\phi} = 0,96 \cdot t = 0,96 \cdot 20 = 19,2$ – расчетная температура неизолированных фланцев, $^{\circ}\text{C}$,

$t_{\sigma} = 0,95 \cdot t = 0,95 \cdot 20 = 19$ – расчетная температура болтов, $^{\circ}\text{C}$,

$E_{\sigma} = 1,9 \cdot 10^5$ – для болтов из Ст.3, МПа,

$f_{\sigma} = 1,2 \cdot 10^4$ – для болтов диаметром $d_{\sigma} = 8$ мм,

y_{σ} , y_n , y_{ϕ} – податливости, соответственно болтов, прокладок, фланцев, которые определяются по формулам

$$y_{\sigma} = l_{\sigma} / (E_{\sigma} \cdot f_{\sigma} \cdot n_{\sigma}), \text{м/МПа}, \quad (4.51)$$

где $l_{\sigma} = l_{\sigma.o} + 0,28 \cdot d_{\sigma}$ – расчетная длина болта, м,

$$y_n = h_n / (E_n \cdot \pi \cdot D_{c.n} \cdot b), \quad (4.52)$$

где $E_n = 2000$ – для прокладки из паронита, МПа,

$$y_{\phi} = [1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda'_{\phi})] \cdot \psi_2 / (h_{\phi}^3 \cdot E), \text{ } 1/(\text{кН} \times \text{м}) \quad (4.53)$$

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

где $\lambda'_\phi = h_\phi / \sqrt{D \cdot s_{\text{эк}}}$;

$$\psi_2 = (D_n + D) / (D_n - D); \quad (4.54)$$

$$v = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \lambda'_\phi \cdot (1 + \psi_1 \cdot h_\phi^2 / s_{\text{эк}}^2)}, \quad (4.55)$$

при $\psi_1 = 1,28 \cdot \lg(D_n / D)$;

$E = 2 \cdot 10^5$ – для фланца из стали 45,

$$\psi_1 = 1,28 \cdot \lg(0,248 / 0,12) = 0,12,$$

$$\psi_2 = (0,248 + 0,12) / (0,248 - 0,12) = 8,8,$$

$$\lambda'_\phi = 0,016 / \sqrt{0,11 \cdot 0,014} = 0,427,$$

$$v = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,427 \cdot (1 + 0,12 \cdot 0,016^2 / 0,015^2)} = 0,69$$

$$y_\phi = [1 - 0,69 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,427)] \cdot 8,8 / (0,016^3 \cdot 2 \cdot 10^5) = 445,$$

$$y_n = 2 \cdot 10^{-3} / (2000 \cdot 3,14 \cdot 0,062 \cdot 20 \cdot 10^{-3}) = 0,12$$

$$l_\phi = 0,036 + 0,28 \cdot 0,008 = 0,038,$$

$$y_\phi = 0,038 / (1,9 \cdot 10^5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 16) = 0,104,$$

$$F_t = \frac{0,104 \cdot 16 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot (16,6 \cdot 10^{-6} \cdot 19,2 - 13,3 \cdot 10^{-6} \cdot 19)}{0,12 + 0,104 + 0,5 \cdot 445 \cdot (0,184 - 0,172)^2} = 19$$

Коэффициент жесткости фланцевого соединения определяется по формуле

$$\kappa_{\text{жс}} = \frac{y_\phi + 0,5 \cdot y_\phi \cdot (D_\phi - D - s_{\text{эк}}) \cdot (D_\phi - D_{c.n})}{y_n + y_\phi + 0,5 \cdot y_\phi \cdot (D_\phi - D_{c.n})^2}, \quad (4.56)$$

$$\kappa_{\text{жс}} = \frac{0,104 + 0,5 \cdot 445 \cdot (0,184 - 0,12 - 0,014) \cdot (0,184 - 0,172)}{0,12 + 0,104 + 0,5 \cdot 445 \cdot (0,184 - 0,172)^2} = 1,1$$

Болтовая нагрузка в условиях монтажа $F_{\phi 1}$, кН до подачи внутреннего давления определяется по формуле

$$F_{\phi 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} \kappa_{\text{жс}} \cdot F_D + R_n \\ 0,5 \cdot \pi \cdot D_{c.n} \cdot b_o \cdot q \end{array} \right\}, \text{кН}, \quad (4.57)$$

где $q=20$ МПа для паронитовой прокладки,

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

$$F_{\sigma 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,1 \cdot 0,09 + 0,12 = 0,22 \\ 0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,172 \cdot 16,9 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0,07 \end{array} \right\} = 0,22$$

Болтовая нагрузка в рабочих условиях $F_{\sigma 2}$, кН определяется по формуле

$$F_{\sigma 2} = F_{\sigma 1} + (1 - \kappa_{ж}) \cdot F_{Д} + F_{t}, \text{кН}, \quad (4.58)$$

$$F_{\sigma 2} = 0,22 + (1 - 1,1) \cdot 0,09 + 19 = 19,1$$

Приведенный изгибающий момент M_o , кН×м, определяется по формуле

$$M_o = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (D_{\sigma} - D_{c.n}) \cdot F_{\sigma 1} \\ 0,5 \cdot [(D_{\sigma} - D_{c.n}) \cdot F_{\sigma 2} + (D_{c.n} - D - s_{эж}) \cdot F_{Д}] \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma] \end{array} \right\}, \text{кН} \times \text{м}, \quad (4.59)$$

где $[\sigma]_{20} = 160$ МПа; $[\sigma] = 150$ МПа – соответственно допускаемые напряжения для материала фланца при 90°C и при расчетной температуре $t = 113,5^\circ\text{C}$,

$$M_o = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (0,184 - 0,172) \cdot 0,22 = 0,01 \\ 0,5 \cdot [(0,184 - 0,172) \cdot 19,1 + (0,172 - 0,12 - 0,014) \cdot 0,09] \cdot 160 / 150 = 0,2 \end{array} \right\} = 0,2$$

Проверка прочности и герметичности соединения

Условия прочности болтов выполняются

$$F_{\sigma 1} / (n_{\sigma} \cdot f_{\sigma}) < [\sigma]_{\sigma 20}, \quad 0,22 / (16 \cdot 1,2) = 0,01 < 20 \text{ МПа},$$

$$F_{\sigma 2} / (n_{\sigma} \cdot f_{\sigma}) < [\sigma]_{\sigma}, \quad 19,1 / (16 \cdot 1,2) = 0,99 < 22 \text{ МПа},$$

где $[\sigma]_{\sigma 20} = 20$ МПа; $[\sigma]_{\sigma} = 22$ МПа – для материала болтов при +90°C и расчетной температуре $t_{\sigma} = 19,2^\circ\text{C}$

Условие прочности неметаллической прокладки из паронита выполняется

$$F_{\sigma \max} / (\pi \cdot D_{c.n} \cdot b) < [q_{np}] \quad (4.60)$$

где $[q_{np}] = 130$ – для прокладки из паронита, МПа,

$$F_{\sigma \max} = \max \{ F_{\sigma 1}; F_{\sigma 2} \} = \max \{ 0,22; 19,1 \} = 19,1 \text{ МПа},$$

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

$$19,1/(3,14 \cdot 0,172 \cdot 20 \cdot 10^{-3}) = 4,9 < 130 \text{ МПа}$$

Максимальное напряжение в сечении фланца σ_1 , МПа, ограниченном размером s_1 , определяется по формуле

$$\sigma_1 = T_\phi \cdot M_o \cdot \nu / [D^* \cdot (s_1 - c)^2], \quad (4.61)$$

где $D^* = D + s_0 = 0,109 \text{ м}$ при $D < 20 \cdot s_1$ ($0,1 < 20 \times 0,018 = 0,36$),

$$T_\phi = \frac{D_n^2 \cdot [1 + 8,55 \cdot \lg(D_n/D)] - D^2}{(1,05 \cdot D^2 + 1,945 \cdot D_n^2) \cdot (D_n/D - 1)}, \quad (4.62)$$

$$T_\phi = \frac{0,21^2 \cdot [1 + 8,55 \cdot \lg(0,248/0,12)] - 0,12^2}{(1,05 \cdot 0,12^2 + 1,945 \cdot 0,248^2) \cdot (0,248/0,12 - 1)} = 1,4$$

$$\sigma_1 = 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,63 / [0,109 \cdot (0,018 - 0,001)^2] = 5,88$$

Максимальное напряжение в сечении фланца σ_0 , МПа, ограниченном размером s_0 , определяется по формуле

$$\sigma_0 = \psi_3 \cdot \sigma_1, \quad (4.63)$$

где $\psi_3 = 1$ при $\beta = 2$ и $x = h_B / \sqrt{D \cdot s_0}$

$$x = 0,03 / \sqrt{0,11 \cdot 0,009} = 1,$$

$$\sigma_0 = 1 \cdot 5,88 = 5,88$$

Окружное напряжение в кольце фланца σ_κ , МПа, определяется по формуле

$$\sigma_\kappa = M_o \cdot [1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda'_\phi)] \cdot \psi_2 / (D \cdot h_\phi^2), \quad (4.64)$$

$$\sigma_\kappa = 0,2 \cdot [1 - 0,63 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,427)] \cdot 2,85 / (0,12 \cdot 0,016^2) = 2,85$$

Напряжение во втулке от внутреннего давления σ_t , σ_m , МПа, определяется по формуле

тангенциальное

$$\sigma_t = p \cdot D / [2 \cdot (s_0 - c)], \quad (4.65)$$

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

меридиональное

$$\begin{aligned}\sigma_m &= p \cdot D / [4 \cdot (s_0 - c)], \\ \sigma_t &= 0,03 \cdot 0,12 / [2 \cdot (0,009 - 0,001)] = 0,08 \\ \sigma_m &= 0,03 \cdot 0,12 / [4 \cdot (0,009 - 0,001)] = 0,04\end{aligned}\quad (4.66)$$

Условие прочности для сечения фланца, ограниченного размером $s_1 = 18$ мм, выполняется

$$\begin{aligned}\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_k^2 - \sigma_1 \sigma_k} &< [\sigma]_1; \\ \sqrt{5,88^2 + 2,85^2 - 5,88 \cdot 2,85} &= 5,1 < 228\end{aligned}\quad (4.67)$$

где $[\sigma]_1 = \sigma_T = 25$ МПа – допускаемое напряжение, равное пределу текучести стали 45 при $t=90^\circ\text{C}$

Условие прочности для сечения фланца, ограниченного размером $s_0 = 9$ мм, выполняется

$$\begin{aligned}\sqrt{(\sigma_0 + \sigma_m)^2 + \sigma_t^2 - (\sigma_0 + \sigma_m) \cdot \sigma_t} &< \varphi \cdot [\sigma]_0, \\ \sqrt{(5,88 + 0,04)^2 + 0,08^2 - (5,88 + 0,04) \cdot 0,08} &= 32 < 1 \cdot 400\end{aligned}\quad (4.68)$$

где $[\sigma]_0 = 0,002 \cdot E = 0,002 \cdot 2 \cdot 10^5 = 400$ МПа – для фланца из стали 45 в сечении s_0 при $p = 0,03$ МПа

Условие герметичности, определяемое углом поворота фланца, выполняется

$$\begin{aligned}\theta &= (\sigma_k / E) \cdot (D / h_\phi) < [\theta], \\ \theta &= (2,85 / 2 \cdot 10^5) \cdot (0,12 / 0,016) = 0,000089 < 0,0009\end{aligned}\quad (4.69)$$

где $[\theta] = 0,0009$ рад – допускаемый угол поворота приварного встык фланца при $D = 110$ мм < 1000 мм

4.8 Расчет шпоночного на ЭВМ

Шпонка расположена на приводном валу, который получает вращательное движение от мотор – редуктора с частотой вращения 60 мин^{-1} , мощностью $0,53$ кВт и крутящим моментом равным $84 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

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

Данные для расчета шпоночного соединения приведены на рисунке 4.5 и 4.6.

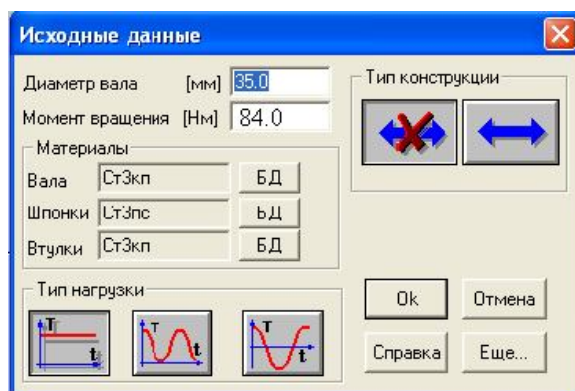


Рисунок 4.5 - Данные для расчета шпоночного соединения

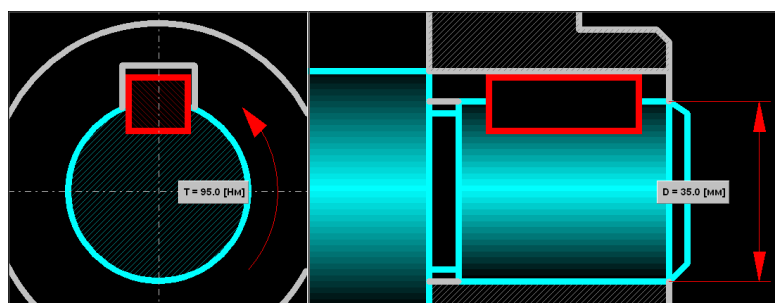


Рисунок 4.6 – Данные для расчета

Результаты расчета шпоночного соединения приведены на рисунке 4.7.

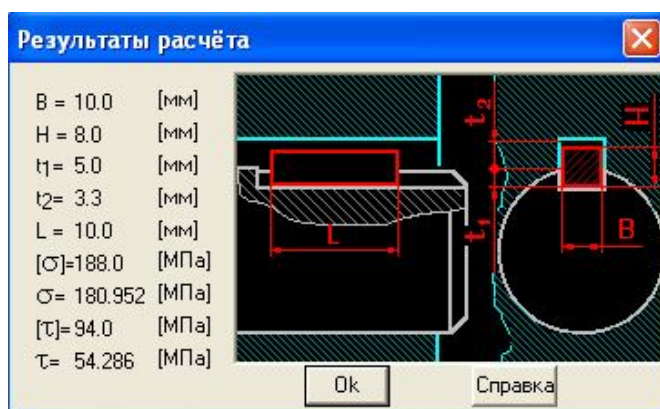


Рисунок 4.7 – Результаты расчета шпоночного соединения

4.9 Расчет цилиндрической передачи на ЭВМ

Произведем расчет цилиндрической передачи первой ступени двухступенчатого мотор – редуктора. Результаты расчета представлены на рисунке 4.8

Лист 1

GEAR_EXC	Геометрический расчет цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления	
Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
<i>Исходные данные</i>		
Число зубьев	15	75
Модуль, мм	2.000	
Угол наклона зубьев	0°00'00"	
Угол профиля исходного контура	20°00'00"	
Коэффициент высоты головки зуба	1.000	
Коэффициент радиального зазора	0.250	
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	0.380	
Ширина зубчатого венца, мм	10.000	10.000
Коэффициент смещения исходного контура	0.500	0.000
Степень точности	7-C	7-C
<i>Определяемые параметры</i>		
Передаточное число	5.00000	
Межосевое расстояние, мм	90.963	
Делительный диаметр, мм	30.000	150.000
Диаметр вершин зубьев D_a , мм	35.925	153.925
Диаметр впадин зубьев D_f , мм	27.000	145.000
Диаметр начальной окружности D_w , мм	30.321	151.604
Угол зацепления	21°36'15"	
<i>Контролируемые и измерительные параметры</i>		
Постоянная хорда, мм	3.417	2.774
Высота до постоянной хорды, мм	2.341	1.458
Радиус кривизны профиля R_{os} , мм	6.948	27.128
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке R_{op} , мм	2.569	22.358
Условие $R_{os} > R_{op}$	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	3	9
Длина общей нормали, мм	15.865 -0.0550 -0.1250	52.287 -0.0700 -0.1700

Рисунок 4.8 – Результаты расчета цилиндрической передачи

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

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Радиус кривизны профиля Row, мм	7.932	26.144
Радиус кривизны профиля Roa, мм	11.134	30.923
Условие Row < Roa	выполнено	выполнено
Диаметр ролика Dr, мм	3.46400	3.46400
Угол профиля на окружности центра ролика	30°35'59"	21°27'08"
Диаметр окружности через центр ролика, мм	32.752	151.446
Радиус кривизны профиля Rom, мм	6.604	25.962
Условие Rom < Roa	выполнено	выполнено
Размер по роликам, мм	36.036	154.876
Условие Dd + Dr > Da	выполнено	выполнено
Условие Dd - Dr > Df	выполнено	выполнено
Нормальная толщина, мм	3.870	3.142
<i>Проверка качества зацепления по геометрическим показателям</i>		
Коэффициент наименьшего смещения Xmin	0.123	-3.387
Условие X > Xmin	выполнено	выполнено
Радиус кривизны в граничной точке профиля Roi, мм	2.206	19.804
Условие отсутствия интерференции Roi < Rop	выполнено	выполнено
Условие отсутствия подрезания Roi > 0	выполнено	выполнено
Нормальная толщина на поверхности вершин, мм	0.809	1.625
Коэффициент перекрытия	1.451	

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

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.

Компоновка – это схематический план здания с изображением на нем цехов, отделений, участков, вспомогательных и служебно-бытовых помещений [21, 22].

Компоновка помещений должна выполняться с учетом следующих требований:

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, воздуховодов 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 созревания полуфабрикатов должны быть расположены как можно ближе к основным производственным участкам;

Для правильного анализа помещений цехов для производства кетчупа удобной компоновки цехов устанавливаем функциональные связи отделений.

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.

Функциональные связи помещений цехов для производства кетчупа 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.

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

Таблица 5.1 - Функциональные связи помещений для производства кетчупа

№	Наименование отделения	Номер отделения															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Склад хранения основного сырья	●															
2	Склад хранения вспомогательного сырья		●														
3	Подготовительное отделение			●													
4	Цех варки				●												
5	Цех разлива					●											
6	Экспедиция						●										
7	Тарный цех							●									
8	Склад готовой продукции								●								
9	Лаборатория									●							
10	Моечное отделение										●						
11	Склад моющих средств											●					
12	Шоферская												●				
13	Электроцитовая													●			

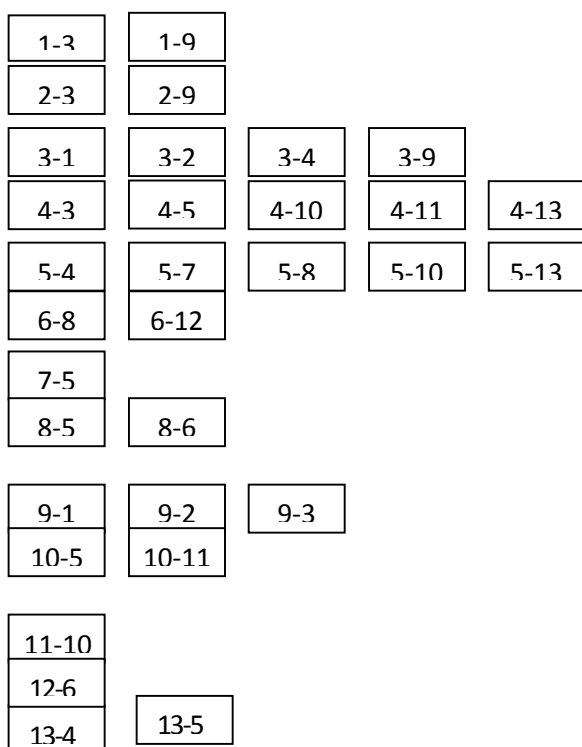


Рисунок 5.1 – Парные функциональные связи помещений для производства кетчупа

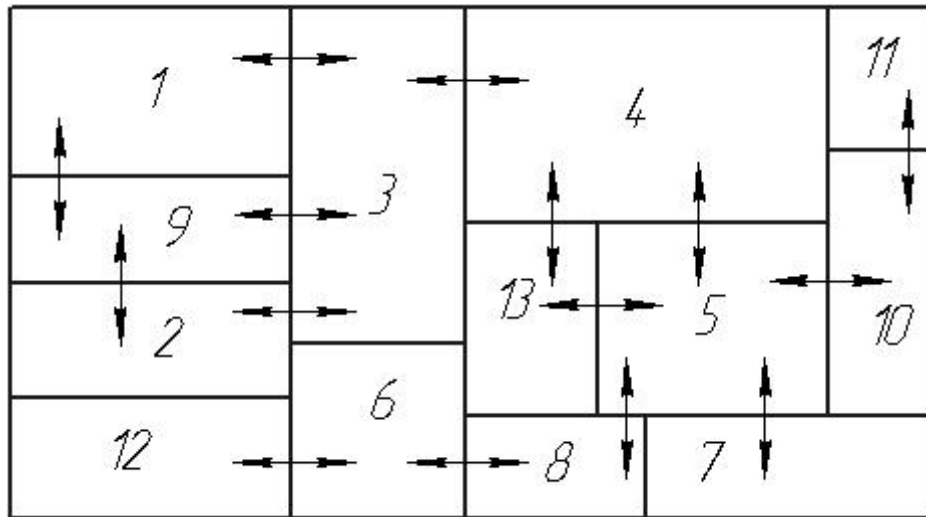


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема компоновки цехов

5.2 Расчет фундамента и болтов для крепления смесителя

5.2.1 Расчет фундамента для смесителя

Масса смесителя с продуктом 1600 кг (Вес 16 кН).

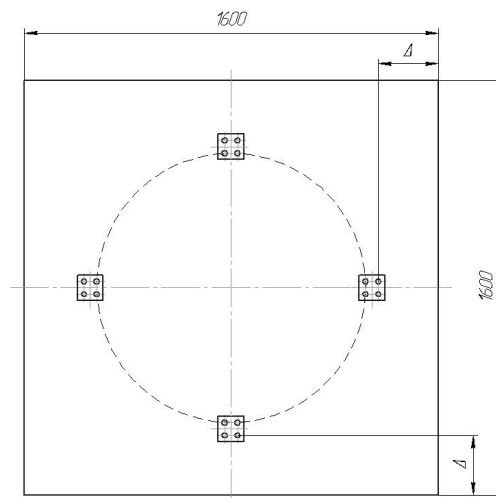


Рисунок 5.3 – Схема фундамента под смеситель

Площадь фундамента $F_{пл}$, m^2 вычисляют по формуле

$$F_{пл} = (a + 2 \cdot \Delta) \cdot (b + 2 \cdot \Delta), m^2 \quad (5.1)$$

где a , b – расстояние между осями фундаментных болтов, м, значения взяты с рисунка 5.3,

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

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

$$F_{пл} = (1,2 + 2 \cdot 0,2) \cdot (1,2 + 2 \cdot 0,2) = 2,56$$

Объем площадки $V_{пл}$, m^3 , вычисляется по формуле (5.4)

$$V_{пл} = F_{пл} \cdot H, m^3 \quad (5.2)$$

где H - высота фундамента

$$H = H_1 + H_2, m \quad (5.3)$$

где H_1 - высота наземной части фундамента, м

H_2 - глубина заделки фундамента, м

$$H = 0,2 + 0,5 = 0,7$$

$$V_{пл} = 2,56 \cdot 0,7 = 1,792$$

Вес площадки $G_{пл}$, кН вычисляется по формуле

$$G_{пл} = V_{пл} \cdot \gamma, кН \quad (5.4)$$

где γ - удельный вес бетона, $кН/м^3$. $\gamma = 20 кН/м^3$

$$G_{пл} = 1,792 \cdot 20 = 35,84$$

Фактическое давление на грунт P , кПа вычисляется по формуле

$$P = \frac{(G_m + G_{пл})}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_n] = 200, кПа \quad (5.5)$$

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

$$P = \frac{(16 + 35,84)}{(1 \cdot 2,56)} = 20,25 < [R_n] = 200$$

Что меньше допустимой нормативной нагрузки на грунт.

Следовательно, статическая прочность фундамента обеспечена.

При проектировании фундамента площадок необходимо учитывать взаимное расположение центра тяжести машины и площади подошвы

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

площадки, которые должны находиться по возможности на одной вертикали. Расчетное значение эксцентриситета e , т.е. отклонения вертикальной, проходящей через центр тяжести машины от центра тяжести площади площадки не должно превышать 5% от размера той стороны подошвы, в направлении которой смещается центр тяжести машины. При большом эксцентриситете из-за неравномерного распределения массы машины по площади площадки и ее основания возможны неравномерная осадка грунта, перекос фундаментной площадки и авария [21].

Определяется по формулам (5.2), (5.3) максимальная величина эксцентриситетов привода e_c , мм, смонтированного на фундаментной площадке со сторонами $a=1600$ мм и $b=1600$ мм.

$$e = \frac{5 \cdot a}{100}, \text{ мм}, \quad (5.6)$$

$$e' = \frac{5 \cdot b}{100}, \text{ мм}, \quad (5.7)$$

$$e = \frac{5 \cdot 1600}{100} = 80,$$

$$e' = \frac{5 \cdot 2800}{100} = 80$$

Как видно из рисунка 5.3, фундамент имеет габаритные размеры, которые учитывают величину возможного эксцентриситета. Поэтому не требуется увеличения габаритных размеров.

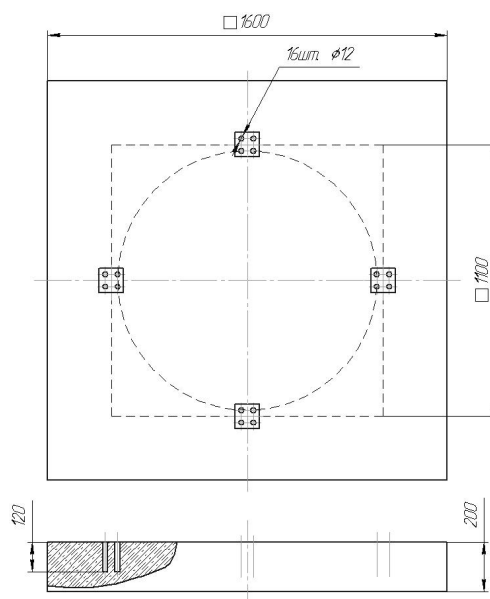


Рисунок 5.4 - Окончательная схема фундамента смесителя

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

5.2.2 Расчет фундаментных болтов для смесителя

Материал шпилек болтов принимаем сталь 09Г2С ГОСТ380-89 $[\sigma_p]$
=170МПа, марка бетона М150, принимаем количество болтов $z=16$

По таблице 4.1 для данного болта и способа его установки находим:

$X=0,65$, $K_{ст}=2,2$, $H=10d$.

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

$$P_3 = K_{ст} \cdot P(1 - x), \text{ Н} \quad (5.8)$$

где P - динамическая нагрузка ($P=G_M=16$ кН)

$$P_3 = 2,2 \cdot 1600 \cdot (1 - 0,65) = 1232$$

Необходимая площадь сечения болтов по прочности S , м^2 , вычисляется по формуле

$$S = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \text{ м}^2 \quad (5.9)$$
$$S = \frac{1232 + 0,65 \cdot 1600}{16 \cdot 170 \cdot 10^6} = 0,008 \cdot 10^{-4}$$

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

Расчетное сопротивление болта $[\sigma_d]$, Па, вычисляется по формуле

$$[\sigma_d] = \frac{0,278[\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu}, \text{ Па} \quad (5.10)$$
$$[\sigma_d] = \frac{0,278 \cdot 170 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1} = 59,08 \cdot 10^6$$

Необходимая площадь сечения болта S_d , м^2 , вычисляется по формуле

$$S_d = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_d]}, \text{ м}^2 \quad (5.11)$$
$$S_d = \frac{1232 + 0,65 \cdot 1600}{16 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 0,024 \cdot 10^{-4}$$

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

По таблице принимаем болт с резьбой диаметром М12,
 $S = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Глубина заделки болтов Н=120 мм.

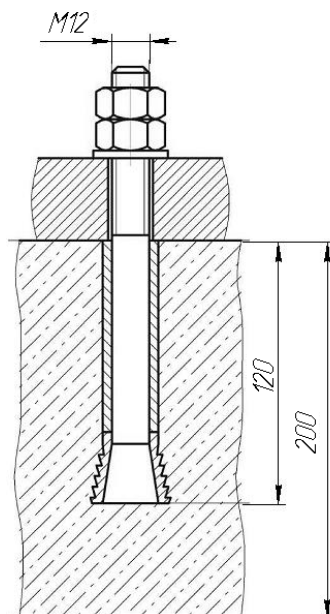


Рисунок 5.5 - Эскиз фундаментного болта для крепления смесителя

5.3 Монтаж трубчатого аппарата ТПУ-2.5М

5.3.1 Расчет фундаментной площадки под трубчатый аппарат ТПУ-2.5М

Исходные данные: масса 700кг (Вес 7 к Н).

Схема фундаментной площадки под трубчатый аппарат ТПУ-2.5М представлена на рисунке 6.8.

При проектировании фундаментной площадки необходимо также учитывать взаимное расположение центра тяжести машины и площади подошвы фундаментной площадки, которые должны находиться по возможности на одной вертикали. Расчетное значение эксцентриситета e , т. е. отклонения вертикальной оси, проходящей через машины O (на рисунке 5.6) от центра тяжести площади подошвы фундаментной площадки O_1 не должно превышать 5% от размера той стороны подошвы фундаментной площадки, в направлении которой смещается центр тяжести машины.

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

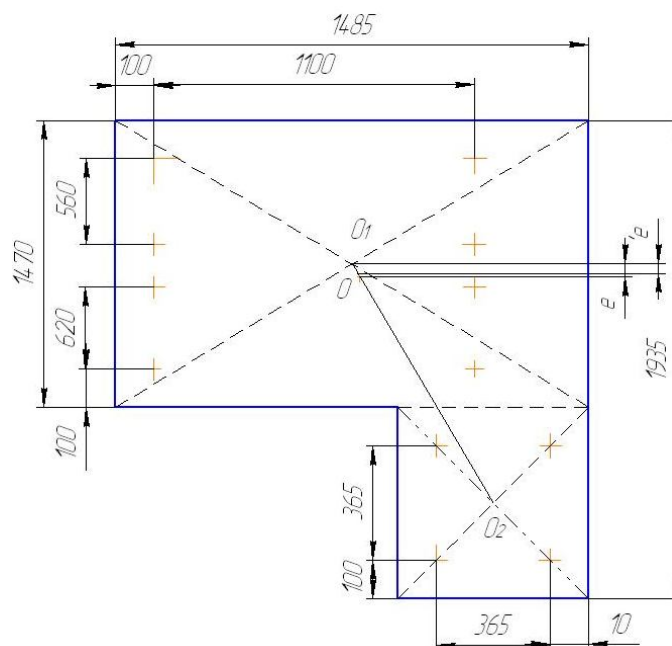


Рисунок 5.6 - Фундамент под трубчатый аппарат ТПУ-2.5М

Из пропорций находим предельные эксцентриситеты

$$e = \frac{5 \cdot 1485}{100} = 74,3$$

$$e' = \frac{5 \cdot 1935}{100} = 96,8$$

Рассчитываем площадь подошвы фундамента F , м^2

$$F = (1,935 + 2 \cdot 0,1) \cdot (1,485 + 2 \cdot 0,1) = 3,6$$

Рассчитываем объем фундамента $V_{\text{пл}}$, м^3

$$V = 3,6 \cdot 0,15 = 0,54$$

Рассчитываем вес фундамента $G_{\text{пл}}$, кН

$$G_{\text{пл}} = 0,54 \cdot 12 = 6,48$$

Давление на грунт P , кПа

$$P = \frac{(7 + 6,48)}{(0,4 \cdot 3,6)} = 9,4 \leq 200$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КСА 00.00.000 ПЗ

Лист

Динамический расчет фундамента.

Вертикальную составляющую неуравновешенных сил инерции P_z , кН, принимаем равной весу насоса G_M , кН

$$P_z = P_M = 0,05кН$$

Фактическое давление на перекрытие P_ϕ , кПа при наличии вертикальной составляющей рассчитывают по формуле

$$P = \frac{(G_M + G_{nl} + P_z)}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H], \quad (5.12)$$

где: $[R_H]$ – допускаемое давление на грунт, кПа

$$P = \frac{(0,05 + 6,48 + 0,05)}{(0,4 \cdot 3,6)} = 4,7$$

Условие выполняется.

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле

$$A_z = K \cdot \frac{P_z}{G_0(N_z - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002 \dots 0,0003 м \quad (5.13)$$

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, об/мин ,

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

Частота вертикальных колебаний N_z , мин^{-1} , определяется по формуле

$$N_z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_z \cdot F}{G_0}}, \quad (5.14)$$

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

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

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (5.15)$$

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

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{3,6}} = 1,7 \cdot 10^4,$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{1,7 \cdot 10^4 \cdot 3,6}{19,8}} = 515,1,$$

$$A_z = 90 \cdot \frac{0,05}{19,8(515,1 - 350^2)} = 0,00026$$

Условие выполняется.

Амплитуда перемещений в горизонтальной плоскости A_x , м определяется по формуле

$$A_x = K \cdot \frac{P_x}{G_0(N_x^2 - n^2)} \leq [A_x] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м}$$

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

$$N_x = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_x \cdot F}{G_0}}, \quad (5.16)$$

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

$$C_x = 0,5 \cdot C_z, \quad (5.17)$$

$$C_x = 0,5 \cdot 1,7 = 0,85 \cdot 10^4,$$

$$N_x = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{0,85 \cdot 10^4 \cdot 3,6}{19,8}} = 250,3$$

$$A_x = 90 \cdot \frac{0,05}{19,8(250,3^2 - 350^2)} = 0,0002$$

Условие выполняется.

При проверке на резонанс находится отношение вынужденных и собственных колебаний системы “ фундаментная площадка – машина ”.

$$0,7 \geq \frac{n}{N_z} \geq 1,3, \quad (5.18)$$

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

$$0,7 \geq \frac{n}{N_x} \geq 1,3$$

$$0,7 \geq 0,76 \geq 1,3$$

$$0,7 \geq 1,28 \geq 1,3$$
(5.19)

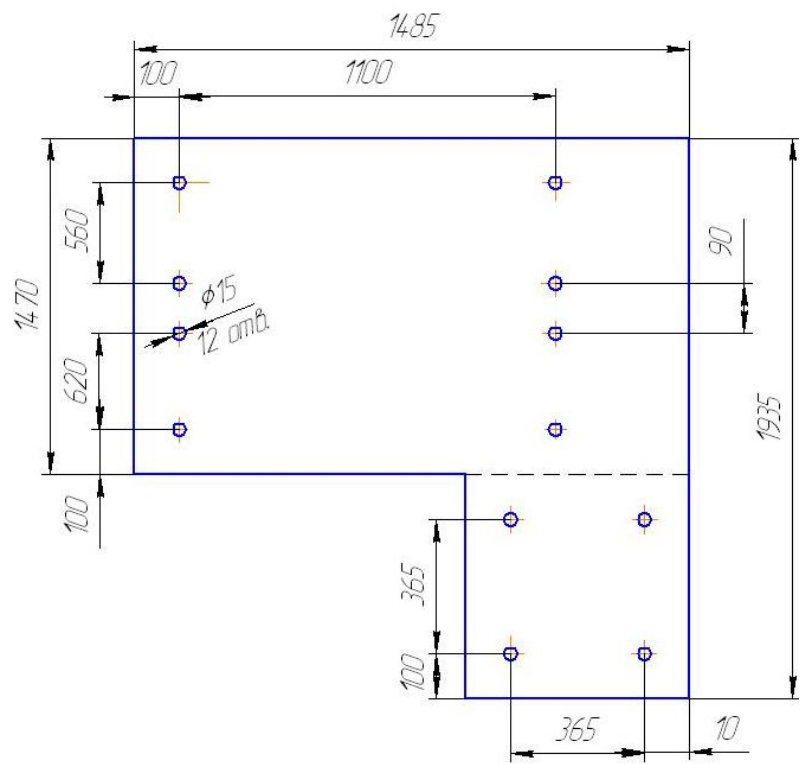


Рисунок 5.7 Фундамент под трубчатый аппарат ТПУ-2.5М

5.3.2 Расчет фундаментных болтов для трубчатого аппарата ТПУ-2.5М

Материал болтов принимаем Ст.3 ГОСТ 380 – 89 ($[\sigma_p] = 140 \text{ МПа}$); марка бетона фундаментного М150; вид стыка 1 [16, с. 54]. Принимаем болты конические с цементной зачеканкой в количестве $z=12$ (для крепления опор).

По таблице для данного болта и способа его установки находим

$$X=0,65; K_{ст}=2,6; H=10d$$

Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов P_3 , кН рассчитывают по формуле 5.7

$$P_3 = 2,6 \cdot 0,05 \cdot (1 - 0,65) = 6,4$$

Необходимую площадь сечения болтов S , м^2 рассчитывают по формуле 5.8

$$S = \frac{6,4 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot 0,05 \cdot 10^3}{4 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Из таблицы видно, что $S_d < S$, т.е. $0,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 < 0,769 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, то принимаем болты М12.

Площадь сечения болта для восприятия сдвигающей нагрузки S_c , м^2 рассчитывают

$$P_3 = 2,6 \cdot \frac{0,05 - 0,05 \cdot 0,3}{12 \cdot 0,3} = 3,5$$

$$S_c = \frac{3,5 \cdot 10^3}{140 \cdot 10^6 \cdot 12} = 0,2 \cdot 10^{-5}$$

При динамических нагрузках площадь сечения болта S_g , м^2 проверяют на выносливость

$$[\sigma_d] = \frac{0,278 \cdot 140 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1} = 48,65 \cdot 10^6$$

$$S_g = \frac{3,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot 0,05 \cdot 10^3}{12 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0,48 \cdot 10^{-5}$$

Из таблицы видно, что $S_g < S$, т.е. $0,48 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 < 0,769 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, то оставляем болты М12.

Эскиз болта представлен на рисунке 6.10.

Глубину заделки болтов H , мм рассчитывают по формуле

$$H = 10 \cdot d, \quad (5.20)$$

$$H = 10 \cdot 12 = 120$$

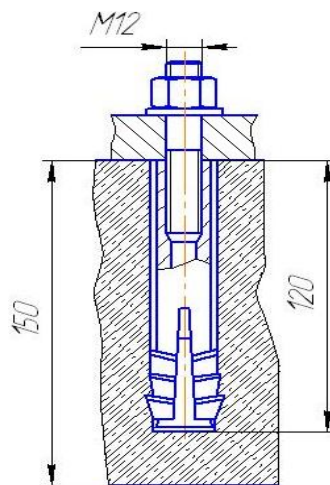


Рисунок 5.10 - Фундаментный болт

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

5.4 Расчет сетевого графика монтажа

Для правильного решения вопросов, возникших по организации и управлению монтажных и ремонтных работ, применяют метод сетевого планирования. С этой целью строят сетевой график, представляющий графическую модель производственного процесса, на котором отображается технологическая последовательность выполнения всех монтажных работ [22].

Сетевое планирование обеспечивает руководителей и исполнителей на всех участках работы информацией, которая необходима им для принятия решений по организации, планированию и управлению.

Структура сетевого графика, определяющая взаимозависимость работ и событий, называется его типологией. Основными элементами сетевого графика является работа и событие их взаимосвязь и определяет структуру графика.

В данном разделе рассмотрен сетевой график монтажа смесителя.

Параметры сетевого графика занесены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Параметры сетевого графика

№ П. П.	Наименование работ	Шифр работ	Продолжительность работ, ч		Резерв времени
			Min	Max	
1	2	3	4	5	6
0	Ознакомление с документацией	0-1	2	2,5	0,5
1	Приемка и ревизия оборудования	1-2	8	8,3	0,3
2	Расконсервирование оборудования	2-3	8	10	4
3	Транспортирование оборудования в цех	3-4	8	10	0,5
4	Изготовление опалубок	1-6	10	10,5	0,5
5	Монтаж трубопровода	1-5	8	10	2
6	Разметка фундамента	1-7	3	3,15	0,15
7	Фиктивная работа	6-8	-	-	-
8	Рытье котлована	7-8	8	9,5	3
9	Укрупнительная сборка смесителя	4-18	5	6	2
10	Фиктивная работа	18-20	-	-	-
11	Установка опалубок	8-9	2,3	2,8	0,3
12	Заливка бетона	9-10	6	7	0,5
13	Застывание бетона	10-11	24	30	1
14	Разметка отверстий под болты	11-12	3	3,6	0,2
15	Изготовление отверстий	12-13	3	2	0,5

16	Установка болтов	13-14	4	5	0,4
17	Зачиканивание болтов	14-15	2	2,5	0,2
18	Выверка	15-16	1	1,5	0,1
19	Отделка фундамента	16-17	1	0,5	0,1
20	Приемка фундамента	17-19	1	1,6	0,2
21	Фиктивная работа	5-24	-	-	-
22	Установка и монтаж корпуса на ножках	19-20	1	1,5	0,5
23	Монтаж рамки со скребками	20-21	0,5	1	0,1
24	Монтаж опоры с наружной звездочкой	21-22	0,5	1	0,5
25	Монтаж мешалки с внутренней звездочкой	22-23	0,5	1	0,5
26	Монтаж крышки	23-24	0,5	1	0,1
27	Установка и выверка привода	19-25	5	6	0,5
28	Присоединение привода	25-26	6	5	0,5
29	Испытание привода	26-27	0,7	0,9	0,5
30	Присоединение трубопровода	24-28	4	4,2	0,2
31	Фиктивная работа	27-28	-	-	-
32	Испытание без нагрузки	28-29	1,8	2	0,5
33	Испытание под нагрузкой	29-30	2	2,3	0,5
34	Сдача в эксплуатацию	30-31	2	2,3	0,2

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

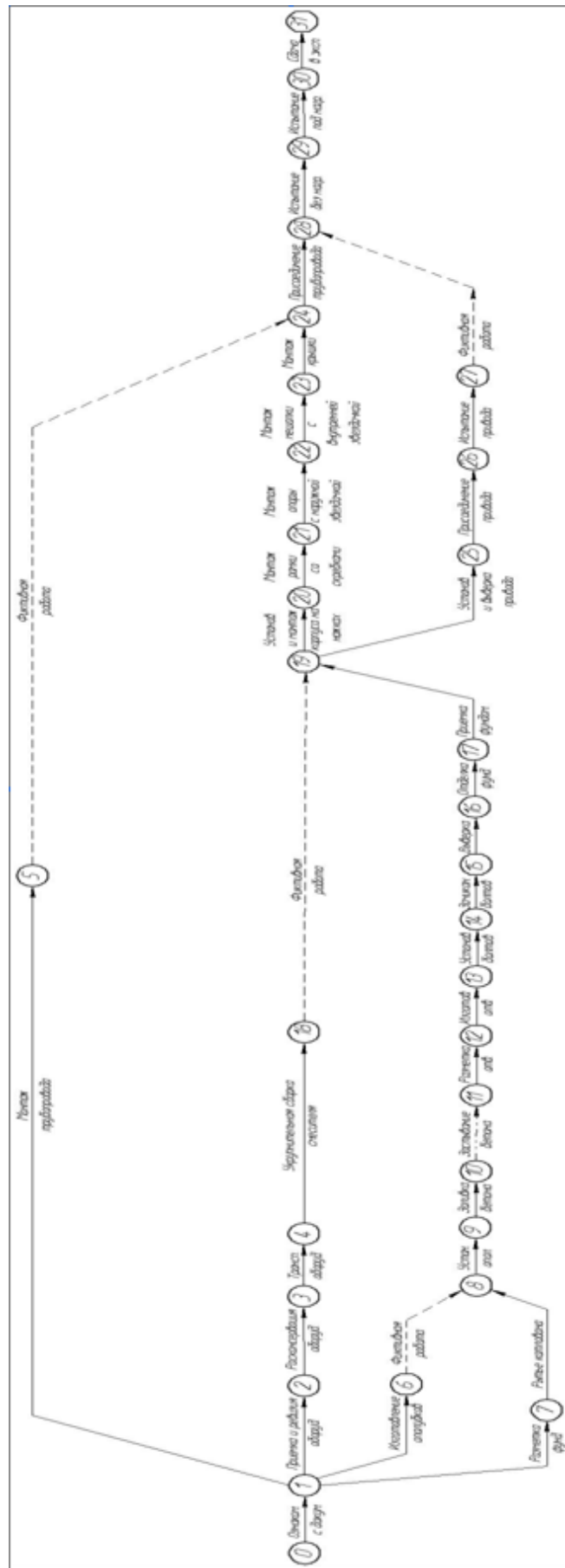


Рисунок 5.1.1 - Сетевой график монтажа смесителя

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

КСА 00.00.000 ПЗ

6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Экология является теоретической основой рационального природоиспользования, ей принадлежит ведущая роль в разработке стратегии взаимоотношений природы и человеческого общества.

Промышленная экология рассматривает нарушения природного равновесия в результате хозяйственной деятельности. При этом наиболее значительным по своим последствиям является загрязнение окружающей среды. Под термином «окружающая среда» принято понимать все то, что прямо или косвенно воздействует на жизнь и деятельность человека. В упрощенном представлении под окружающей средой подразумевают биосферу Земли [25, 28].

Можно назвать следующие причины экологического неблагополучия. Во-первых, крайне неблагоприятная структура экономики, резкий перекоп в сторону природоэксплуатирующих отраслей. Во-вторых, моральное и особенно физическое старение производственных фондов. Средний срок службы оборудования в нашей промышленности перевалил за двадцать лет.

При производстве кетчупа побочными продуктами (отходами), вносящими изменения в окружающую среду являются: вода, используемая для мойки оборудования, сырья и помещения завода.

Водные ресурсы представляют собой исключительную по своему значению народнохозяйственную ценность, поэтому одним из основных способов защиты рек и водоемов от загрязнений является очистка сточных вод предприятий [31].

В связи с развитием всех отраслей народного хозяйства России особенно предприятий пищевой промышленности необходимо решить две важные проблемы: водоснабжение предприятий и удаление с их территорий сточных вод, а так же очистку и утилизацию их. Общее годовое водопотребление предприятиями пищевой промышленности составляет 2,3 – 2,5 млрд. м³ из которых 40 – 45% составляет свежая вода и 55 – 60% оборотная.

Сточные воды сильно загрязнены органическими и минеральными веществами и подлежат очистке на очистных станциях самих заводов или городских очистных сооружениях. К минеральным загрязнениям относятся частицы земли, растворы минеральных солей, кислот и щелочей, железо, кальций, магний, кремний, калий и другие неорганические вещества; к органическим – углеводы, азотистые вещества, органические кислоты, полифенольные вещества.

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

6.1 Очистка сточных вод

Для очистки сточных вод применяют разнообразные способы, которые подразделяются на механические, биологические и физико-химические.

Механические способы очистки применяют для выделения из сточных вод находящихся в них нерастворенных, грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания, фильтрования. Механические способы как самостоятельные используют в тех случаях, когда достигается такая степень очистки, при которой сточные воды можно направлять на производственные нужды или сбрасывать в водоемы. Как правило, механическая очистка — это предварительная стадия перед биологической или другими видами очистки.

Биологические способы очистки основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению и восстановлению органических веществ. Биологическая очистка может производиться в естественных и искусственных условиях.

В естественных условиях биологическая очистка сточных вод производится на полях орошения, полях фильтрации, в биологических прудах.

К искусственным сооружениям для очистки сточных вод относятся биофильтры, аэрофильтры, аэротанки.

Биофильтры — сооружения, в которых сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биопленкой, образованной колониями микроорганизмов.

Физико-химические способы очистки основаны на химических реакциях или физических явлениях, в результате которых происходит разложение или выделение вредных веществ из сточных вод.

К физико-химическим методам очистки относится обеззараживание сточных вод, которое производится с целью уничтожения в них патогенных микробов. Эффект обеззараживания определяется по концентрации в выпускаемой воде кишечной палочки. Дезинфицируют сточные воды различными способами, но наибольшее распространение на пивобезалкогольных заводах получило хлорирование, т.е. введение в сточные воды жидкого хлора или хлорной извести в определенных количествах.

При выборе метода очистки сточных вод в первую очередь учитывают месторасположение завода, степень загрязнения сточных вод, требуемую степень очистки и так далее.

Одна из возможных схем очистки сточных вод заводов представлена в соответствии с рисунком 6.1.

Сточные воды после механической очистки на решетках 1, песколовках 2 отводятся в усреднители 3 для выравнивания их по концентрации и равномерного притока на дальнейшую обработку. Далее сточная вода направляется в первичный отстойник 4, откуда она поступает на биофильтры 5,

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

где происходит образование органических веществ. Для жизнедеятельности микроорганизмов в биофильтр 5 подводится воздух из компрессорной 9.

Доочистка производится во вторичном отстойнике 6, который служит для отделения осадка и отмершей биомассы, которые направляются обратно в биофильтр 5. Для дезинфекции сточные воды подаются в контактный резервуар 7, куда поступает активный хлор из хлораторной установки 8. Далее очищенные сточные воды спускаются в водоем.

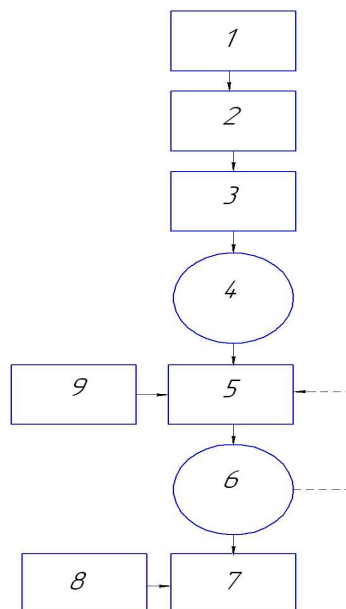


Рисунок 6.1 – Схема очистки сточных вод

Сточные воды от предприятия сбрасываются в систему канализации для совместной их очистки с хозяйственно-бытовыми отходами. При этом количество сточных вод не должно превышать 5% от объема общего стока коммунальной канализации, в которую они сбрасываются.

6.2 Оборудование для механической очистки сточных вод

Рассмотрим оборудование для механической очистки сточных вод. К ним относятся песколовушка и отстойник железобетонный с центральным впуском воды. Рассмотрим каждый из них подробно [12].

Песколовушка представляет собой улиткообразный аппарат с тангенциальным вводом загрязненной воды по лотку, рисунок 6.2.

Количество поступающей воды регулируется шибером. Внутри аппарата установлена труба, по которой вода, освобожденная от песка и других тяжелых примесей, отводится в водоприемник, а из него через патрубок непосредственно в отстойник, в котором осветляются загрязненные воды. В верхней части трубы расположена телескопическая воронка, с помощью которой можно изменять уровень отвода обрабатываемой воды.

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

Выделившиеся из воды под действием центробежной силы тяжелые примеси опускаются по внутренней вертикальной и конической стенкам в шнек, которым отводятся в отвал.

Привод шнека осуществляется электродвигателем мощностью 3 кВт через редуктор РЧН-120; вал шнека вращается с частотой 20 об/мин. В железобетонный отстойник с центральным впуском стабилизатор — трубу диаметром 1020 мм с раструбом, под которой расположен отражатель. В стабилизаторе гасится энергия поступающего потока, вода опускается вниз и отражателем распределяется равномерно по всему сечению отстойника [24].

Пройдя отражатель, жидкость изменяет направление движения на 180° и медленно поднимается вверх. При этом взвешенные вещества выпадают в конус, а осветленная вода стекает в расположенный по всей периферии отстойника сборный желоб, из которого отводится по назначению. Шлам из конуса выпускается по мере накопления через отводящую трубу Ø200 мм за счет разности уровней — зеркала воды в отстойнике и центра горизонтальной части отводящей трубы. Цилиндрическая и коническая части отстойника находятся в грунте, благодаря чему обеспечивается поддержание равномерной температуры осветляемой воды.

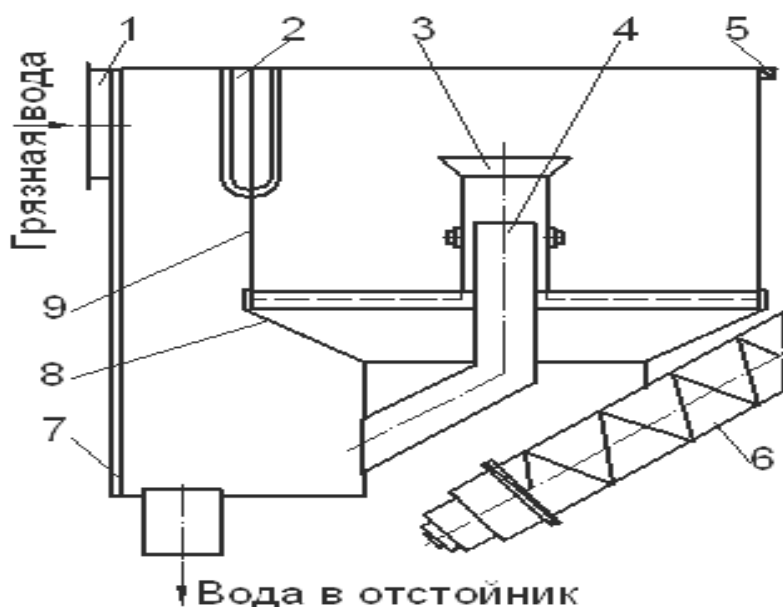


Рисунок 6.2 - Песколовушка: 1- лоток для ввода загрязненной воды; 2 - шибер регулировочный; 3-воронка телескопическая; 4 - труба водосливная; 5 - уголок обвязочный; 6 - шнек для отвода песка; 7- водоприемник; 8 - конус; 9 - обечайка.

Железобетонный отстойник с центральным впуском воды представлен на рисунке 6.3.

Внутри корпуса размещен направляющий цилиндр высотой 3250 мм и диаметром 5800/6000 мм. В верхней части отстойника, между корпусом и направляющим цилиндром, находится приемный лоток 3, в который поступает вода на обработку [12].

Лоток имеет сечение 500X600 мм, в его днище размещены равномерно по окружности 12 отверстий диаметром по 50 мм, предназначенных для равномерного распределения поступающей воды по периферии отстойника.

Пройдя отверстия лотка, вода опускается между корпусом и направляющим цилиндром вниз, огибает нижнюю кромку направляющего цилиндра и поднимается вверх со скоростью 0,4—0,5 мм/с.

При изменении направления потока из жидкости выпадают крупные взвешенные вещества и оседают на днище конуса. При медленном движении вверх из воды осаждаются более мелкие фракции взвеси, которые также осаждаются на конусе.

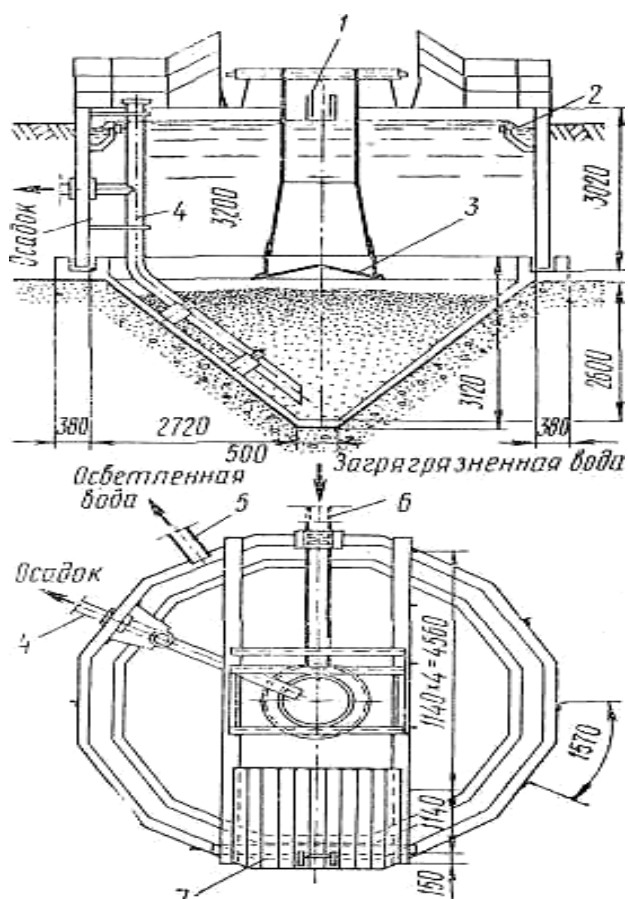


Рисунок 6.3 - Отстойник железобетонный с центральным впуском воды: 1 - стабилизатор; 2 - сборный желоб; 3 - отражатель; 4 - труба для отвода осадка; 5 - патрубок для отвода осветленной воды; 6 - лоток, подводящий загрязненную воду; 7 - щит настила.

В верхней части направляющего цилиндра расположен крестообразной формы сборный лоток. В днище лотка имеются отверстия, через которые осветленная вода входит в секции лотка и по ним перемещается к приемному стакану. Из него осветленная жидкость по трубопроводу диаметром 200 мм отводится по назначению.

Скапливающийся в конусе осадок периодически удаляется по трубопроводу диаметром 200 мм под влиянием гидростатического столба жидкости высотой около 3 м при медленном открытии задвижки.

При монтаже отстойник оборудуется лестницей и площадками с ограждениями для обслуживания приемного и отводящего воду лотков.

Цилиндрическая часть отстойника расположена выше нулевой отметки, коническая заглублена в грунт. По местным условиям возможно и иное решение, в частности, засыпка землей также и цилиндрической части отстойника. Земля при этом выполняет роль тепловой изоляции, обеспечивая стабильность теплового режима в аппарате.

Учитывая, что предприятие производства газированных напитков малой мощности, то выбираем в качестве оборудования для механической очистки мочных вод песколовушку. Отстойник железобетонный с центральным впуском воды имеет большие габариты, трудоемок при установке и выверке и дорогостоящ.

Воды, используемые для мойки оборудования и помещений, будем очищать путём их смешения с незагрязненными моющими средствами 1 – 3% раствором щелочи NaOH и 1 – 2% раствором кислоты HCl промывными водами, предварительно подвергнутыми механической очистке, в пропорции 1 часть мочных вод на 18 частей промывных, для получения предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ. Для этого очищенные промывные воды будем собирать в два бака постоянного уровня, а мочные воды в один бак, по мере заполнения которого, смесь мочных и промывных вод будет сливаться в городскую канализацию через барботер.

6.3 Очистка сточных вод от органических примесей

Она осуществляется в основном биологическими методами, которые реализуют в естественных и искусственных сооружениях. В естественных сооружениях очистку осуществляют на полях фильтрации или орошения и в биологических прудах [12].

Суть биологической очистки на полях состоит в том, что при фильтровании сточной воды через слой почвы в ней адсорбируются взвешенные и коллоидные вещества, которые со временем образуют в порах почвы микробиологическую пленку. Эта плёнка адсорбирует и окисляет задержанные органические вещества, превращая их в минеральные соединения.

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

Эффективность процессов биологической очистки зависит от ряда факторов, один из которых могут регулироваться в широких диапазонах, а другие, например состав сточных вод, поступающих в биологические окислители, практически не поддаются регулировке. Температура является одним из основных факторов, обеспечивающих эффективность и высокую производительность сооружений биологической очистки. Оптимальная температура для аэробных процессов, происходящих в биологических окислителях, считается 20-30°C, при этом биоценоз при прочих благоприятных условиях представлен разнообразными и хорошо развитыми микроорганизмами. Следует, что для различных видов бактерий, оптимальные температурные режимы варьируют в пределах от 4 до 85 °С.

На развитие микроорганизмов значительное влияние оказывает активная реакция среды. Значительная часть бактерий развивается лучше всего в нейтральной или слабощелочной среде. Таким образом, нормальный ход процессов биологического окисления должен обеспечиваться целым рядом условий. Если эти условия не выполняются, необходимо их корректировать: изменять температурный режим за счет подогрева и охлаждения сточных вод; осуществлять нейтрализацию; при недостатке биогенных элементов в сточную воду следует добавлять их искусственно.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте рассмотрена конструкция смесителя. Предложена модернизация, направленная на улучшение качества готовой смеси. Также модернизация позволяет уменьшить расход энергии на перемешивание. Выполнены необходимые расчеты, в том числе и с использования ЭВМ.

Кроме этого рассмотрены вопросы монтажа, а также вопрос охраны окружающей среды.

Для наглядного представления о линии производства кетчупа и о конструкции модернизированного смесителя выполнена графическая часть в объеме 7 листов формата А1.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология хранения растениеводческой продукции: Учебное пособие. Издательство: КолосС. Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д. С.
2. Технология переработки продукции растениеводства: Учебник для вузов. Издательство: КолосС. Личко Н. М., Курдина В. Н., Елисеева Л. Г.
3. Гавриш С.Ф., Галкина С.Н. Томат: возделывание и переработка. М.: 1990.
4. Трисвятский Л. А. и др. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. М.: Агропромиздат, 1991.
5. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. – М.: Агропромиздат, 1989.
6. ГОСТ Р 52414-2003 «Кетчупы. Общие технические условия».
7. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.
8. Даниленко М. И., Кирюхина А. Н. Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта. – Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2001. – 25с.
9. Технологическое оборудование. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств: - учебно-методическое пособие/ А. Ф. Сорокопуд, В. И. Петров; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово, 2006. – 108с.
10. Петров В. И. Диагностика, ремонт, монтаж и сервисное обслуживание оборудования; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2003. – 160с.
11. Петров В. И. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности. Учебное пособие; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2003. – 120с.
12. Оборудование для очистки воздушных выбросов и сточных вод пищевых предприятий: Учеб. пособие / А. М. Гавриленко, Е. А. Рулыка. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 120 с.: ил.
13. Руднев С. Д. Правило оформления выпускных квалификационных работ Кемеровского Технологического Института Пищевой Промышленности: методические указания для студентов всех форм обучения. – Кемеровского Технологического Института Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2004. – 28 с.
14. Электронный ресурс:
<http://gendocs.ru/v23103/%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%B...>
15. Электронный ресурс: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=559789#2>

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

16. Электронный ресурс: <http://www.bestreferat.ru/archives/55/bestref-119355.zip>
17. Электронный ресурс: <http://knowledge.allbest.ru/marketing/2c0a65635a3ad78b5c53b8...>
18. Электронный ресурс: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=559789#1>
19. Электронный ресурс: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>
20. Электронный ресурс: http://revolution.allbest.ru/cookery/00225885_0.html
21. Электронный ресурс: http://studopedia.net/9_80710_lektsiya--.html
22. Электронный ресурс: <http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec242...>
23. Электронный ресурс: <http://dlib.rsl.ru/rs101004000000/rs101004583000/rs101004583...>
24. Электронный ресурс: <http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625a2bd78a5d53...>
25. Электронный ресурс: <http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/somelibrary/techno/dv...>
26. Электронный ресурс: <http://lawsector.ru/data/dok19/txb19443.htm>
27. Электронный ресурс: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=655821#1>
28. Электронный ресурс: <http://www.studfiles.ru/dir/cat17/subj306/file740/view1400.h...>
29. Электронный ресурс: <http://www.skachatreferat.ru/referaty/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%...>
30. Электронный ресурс: <http://www.torglocman.com/node/5521>
31. Электронный ресурс: <http://www.npoagregat.ru/tags/%EC%E5%F8%E0%EB%EA%E8/>
32. Электронный ресурс: <http://himi.oglib.ru/bgl/230/144.html>

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