

В данном дипломном проекте рассмотрена линия производства растительного масла по схеме прессование – экстракция из семян подсолнечника. Предложена модернизация охладителя жмыха, которая позволяет интенсифицировать процесс теплообмена между жмыхом и хладоносителем, что приведет к сокращению расхода последнего.

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 Описание технологического процесса

- 1.1.1 Характеристика сырья для производства растительного масла
- 1.1.2 Машинно – аппаратная схема производства растительного масла
- 1.1.3 Основное оборудование, входящее в линию производства растительного масла
 - 1.1.3.1 Виброцентробежный сепаратор А1-БЦС-100
 - 1.1.3.2 Центробежная семенорушка А1-МЦП
 - 1.1.3.3 Вальцовый станок Б6-МВА
 - 1.1.3.4 Жаровня РЗ-МОА
 - 1.1.3.5 Пресс – гранулятор Г-24
 - 1.1.3.6 Экстрактор вертикальный шнековый НД-1250
 - 1.1.3.7 Шнековые испаритель линии НД-1250
 - 1.1.3.8 Ротационный дисковый фильтр
- 1.1.4 Операторная модель линии по производству растительного масла

1.2 Устройства для охлаждения жмыха

- 1.2.1 Охладитель ДГ
- 1.2.2 Чанные жаровни
 - 1.2.2.1 Жаровня РЗ-МОА
 - 1.2.2.2 Жаровня агрегата ЕТП - 20
 - 1.2.2.3 Жаровня Ж – 6
 - 1.2.2.4 Жаровня ZSL
 - 1.2.2.5 Жаровня Е8 – МЖА
 - 1.2.2.6 Пятичанна жаровня ФП
 - 1.2.2.7 Шестичанная жаровня Ж – 68

2 Технико – экономическое обоснование

3 Описание оборудования

3.1 Описание эскимогенератора Л5-ОЭК

4 Расчет оборудования

- 4.1 Определение конструктивных параметров жаровни
- 4.2 Определение мощности привода мешалки
- 4.3 Кинематический расчет привода вала мешалки
- 4.4 Расчет ременной передачи
- 4.5 Расчет фланцевого соединения

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Орлов</i>			<i>Проект охладителя жмыха в линии производства растительного масла прессово-экстракционным способом производительностью 500 тонн в сутки по семенам подсолнечника</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Плотников</i>					<i>3</i>	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плотников</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Руднев</i>						
						<i>КемТИПП гр. ПМнд-121</i>		

- 4.6 Расчет диаметра вала мешалки
 - 4.7 Расчет зубчатой конической передачи на ЭВМ
 - 4.8 Расчет зубчатой цилиндрической передачи на ЭВМ
 - 5 Монтажный проект
 - 5.1 Компоновка помещений и анализ функциональных связей
 - 5.2 Расчет фундамента и болтов для крепления маслопресса Г-24
 - 5.2.1 Расчет фундамента для маслопресса Г-24
 - 5.2.2 Расчет фундаментных болтов для маслопресса
 - 5.2.2.1 Расчет фундаментных болтов под привод маслопресса
 - 5.2.2.2 Расчет фундаментных болтов под корпус маслопресса
 - 5.3 Расчет фундамента и болтов для крепления охладителя жмыха
 - 5.3.1 Расчет фундамента для охладителя жмыха
 - 5.3.2 Расчет фундаментных болтов для крепления охладителя жмыха
 - 5.4 Сетевой график монтажа оборудования
 - 6 Охрана окружающей среды
 - 6.1 Источники и виды выбросов
 - 6.2 Защита водоемов от загрязнений
 - 6.2.1 Методы очистки сточных вод
 - 6.3 Защита воздушной среды от загрязнений
 - 6.3.1 Рекуперация паров растворителя из газо-воздушных смесей
 - 6.4 Вторичные материальные ресурсы предприятий масложировой промышленности
- Заключение
 Список используемой литературы
 Приложение

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

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая и перерабатывающая промышленность – одно из приоритетных направлений экономики России. На долю масложировой промышленности приходится примерно 15 % всей продукции пищевой промышленности, а также 3% основных производственных фондов и около 6% численности работающих [33].

Основной подотраслью масложировой промышленности является маслодобывающая, которая осуществляет производство растительных масел. Дополнительная продукция получается из обезжиренных семян – белки кормовые (шроты) и белки пищевого назначения (изоляты и концентраты). Все остальные подотрасли масложировой промышленности (мыловаренная, маргариновая, гидрогенизационная и др.) занимаются переработкой полученного масла (выпуская мыла и моющие средства, жирные кислоты и глицерин, маргарин, кулинарный жир, майонез и др.) [35].

Основной вид масленичного сырья – семена сои (в 1998 – 99 гг. всего произведено 158,7 млн. т. сои – это 53 % от общего производства масленичных семян подсолнечника составило 27,1 млн. т, т. е. 9%). В Европе широко распространены семена рапса. В тропических районах мира много производят оливкового и пальмового масла [36].

Основными тенденциями технического прогресса в производстве растительных масел являются: комплексное использование масленичного сырья; повышение производительности труда; рост единичной мощности оборудования; укорочение технологической цепочки и совмещение процессов.

В настоящее время получают развитие следующие направления совершенствования техники производства растительных масел:

- снижение энергопотребления и водопотребления;
- внедрение АСУТП и оптимизации технологических процессов;
- специализация и унификация оборудования.

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

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Описание технологического процесса

1.1.1 Характеристика сырья для производства растительного масла

Растительные масла - сложные смеси органических веществ - липидов, выполняемых из тканей растений (подсолнечника, хлопчатника, льна, клещевины, рапса, арахиса, оливок и др.) В России выпускают следующие виды растительных масел: рафинированное (дезодорированное и недезодорированное), гидратированное (высший, I и II сорт), нерафинированное (высший, I и II сорт). Согласно стандарту в готовом масле определяют органолептически следующие показатели: прозрачность, запах и вкус, цветное и кислотное число, влагу, наличие фосфоросодержащих веществ, йодное число и температуру вспышки экстракционного масла [33, 37, 39, 42].

Сырьем для производства растительных масел служат в основном семена масленичных культур, а также мякоть плодов некоторых растений. По содержанию масла семена подразделяют на три группы: 1) высокомасличные (свыше 30%; подсолнечник, арахис, рапс), среднемасличные (20...30 %; хлопчатник, лен) и низкомасличные (до 20 %; соя) [34].

В России основной масличной культурой является подсолнечник. Плод подсолнечника - семянка, состоящая из кожуры (лузги) и белого семени (ядра), покрытого семенной оболочкой. На долю лузги приходится 22...56 % от общей массы семянки. Содержание масла в семенах подсолнечника превышает 50 % и в чистом ядре составляет 70 %.

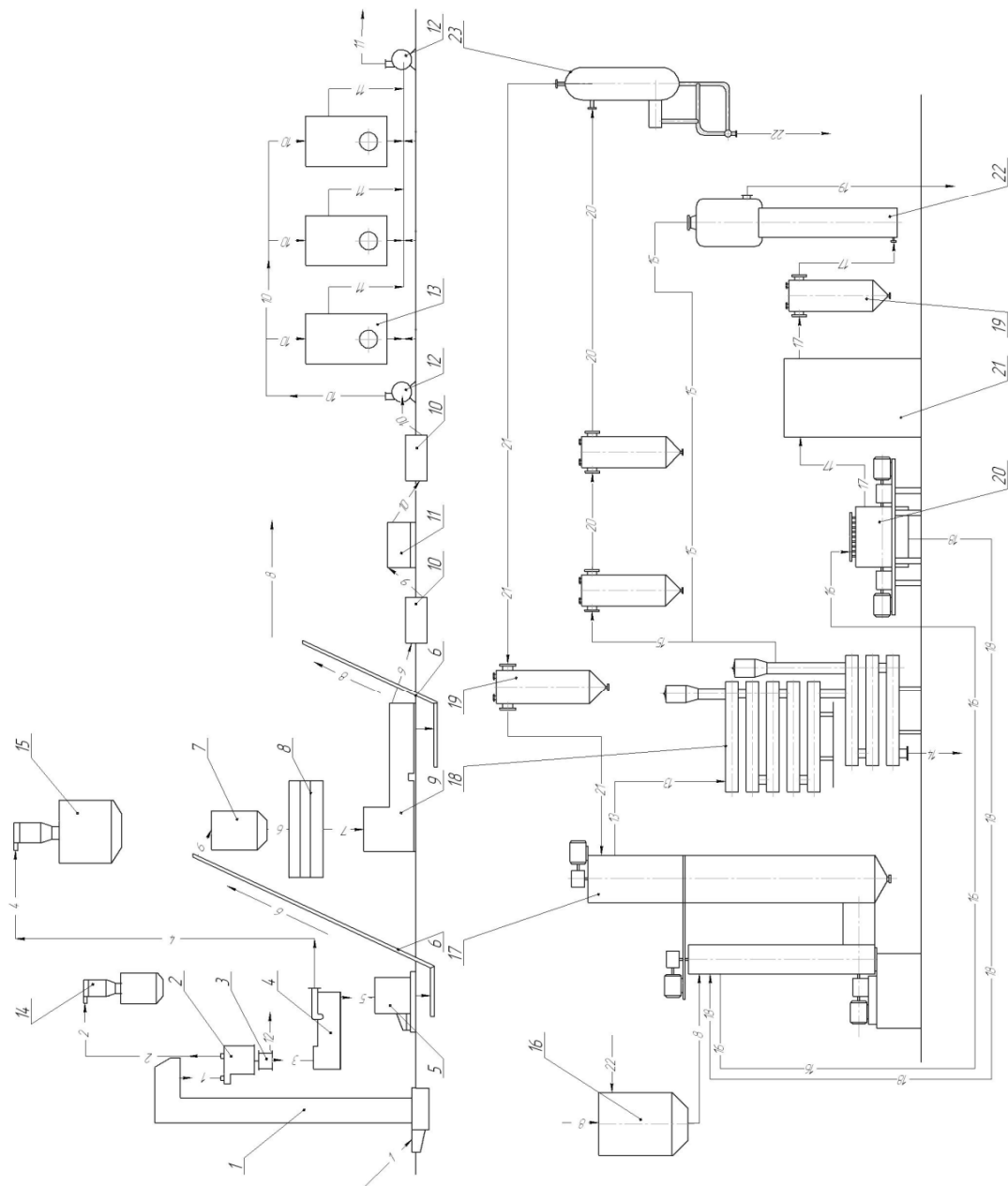
В практике производства растительных масел существуют два принципиально различных способа извлечения масла: 1) механический отжим масла прессованием и 2) растворение масла в легколетучих органических растворителях - экстракция. Эти два способа производства растительных масел используются самостоятельно, либо в сочетании одного с другим.

В настоящее время для извлечения масла сначала используют способ прессования, при котором получают 3/4 всего масла, а затем - экстракционный способ с помощью которого извлекают остальное масло.

Прессуют масло на непрерывно действующих прессах шнекового типа (форпрессах и экспеллерах). При увеличении давления частицы мезги сближаются, масло отжимается, а прессуемый материал уплотняется в монолитную массу жмых (ракушку). При этом в жмыхе остается 5...8 % масла (от массы жмыха) [38].

Добыча масла по способу прессование - экстракция накладывает свой отпечаток на аппаратурное оформление линии. А именно полученный в

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



- Условные обозначения
- | | |
|----|---|
| 1 | Подготовленные семена под металлопрессу |
| 2 | Лить, доготовленные прессы |
| 3 | Сыщенное растительное сырье |
| 4 | Вода |
| 5 | Вода |
| 6 | Аппарат |
| 7 | Масса |
| 8 | Горючий |
| 9 | Растительное масло |
| 10 | Сыщенное масло |
| 11 | Сыщенное масло |
| 12 | Металлические прессы |
| 13 | Щелочной абсорбент |
| 14 | Смесь паров воды и воздуха |
| 15 | Масло |
| 16 | Фильтр-пресс |
| 17 | Шлам |
| 18 | Экстракционное масло |
| 19 | Конденсат паров воды и воздуха |
| 20 | Бочка |
| 21 | Бочка |
| 22 | Бочка |

Рисунок 1.1 – Машинно – аппаратная схема линии производства растительного масла из семян подсолнечника методом прессования – экстракция

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Поэтому для отделения оболочки от ядра в основном применяют аспирационные веялки - воздушно-ситовые сортирующие машины. Полученная пыль поступает в бункер 16 [38].

После машины 4 ядра семян подсолнечника измельчают на вальцовом станке 5. Процесс измельчения может осуществляться за один либо за два - предварительно и окончательно.

При измельчении происходит разрушение клеточной структуры ядер подсолнечника, что необходимо для создания оптимальных условий для наиболее полного и быстрого извлечения масла при дальнейшем прессовании. Продукт измельчения - мезга со станка 5 с помощью цепного скребкового конвейера 6 поступает в накопительную емкость для мятки 7. Далее продукт измельчения поступает в жаровню 8, в которой за счет влажностно-тепловой обработки достигается оптимальная пластичность продукта и создаются условия для облегчения отжима масла на прессах. При жарении влажность мезги понижается до 5...7 %, а температура повышается до 105...115 °С [39].

Из шнекового пресса - гранулятора 9, в который после жаровни подается мезга, выходят два продукта: 1) масло, содержащее значительное количество частиц ядра и потому очищаемое в фильтре-прессе 12 и 2) гранулы, содержащий 6,0...6,5 % масла, которое необходимо извлечь из него.

Поэтому в дальнейшем гранулы жмыха скребковым цепным конвейером 6 подается на дальнейшую экстракцию.

Неочищенное масло после прессования поступает в промежуточный бункер 10. После очистке в фильтре – прессе 11 очищенное масло переходит в бункер 10, откуда перекачивается насосом 12 в баки 13 для отстаивания. Отстоявшееся масло идет на дальнейшую реализацию.

В свою очередь жмых в виде гранул, полученный в процессе прессования направляется на экстрагирование.

Схема экстракционного участка 3 [40].

Жмых в виде гранул из пресса – гранулятора 9 направляется на охлаждение в охладитель жмыха 16. После охлаждения гранулы жмыха направляются в экстрактор 17. Экстрактор является основным аппаратом экстракционного цеха; он предназначен для извлечения масла в растворитель при противоточном контактировании. В настоящее время в качестве экстракционного растворителя применяют бензин (температура кипения при атмосферном давлении 65-68°C). Раствор масла в бензине называют мисцеллой, а обезжиренный материал (остаточная масличность примерно 1%) - шротом. Кроме масла, в шроте содержится бензин (до 40%), для удаления которого выходящий из экстрактора шрот направляют в испаритель (тостер) 18. Путем подачи глухого и острого пара в испаритель отгоняется бензин, который в виде паров в смеси с водяным паром поступает в конденсатор 19, а шрот после охлаждения и, если необходимо, увлажнения

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

отправляют на склад шрота для отгрузки в качестве ценного кормового продукта [41].

Выходящую из экстрактора мисцеллу также подвергают обработке с целью разделения на масло и бензин. В некоторых экстракторах (вертикальном шнековом) мисцелла выносит некоторое количество мелкой твердой фазы, которую отфильтровывают на фильтрах 20 до подачи на разделение путем дистилляции. Отфильтрованный осадок (шлам), как правило, возвращают в экстрактор. Фильтрованную мисцеллу собирают в промежуточной емкости (мисцеллосборнике) 21, из которой насосом она подается через мисцеллоподогреватель (трубчатый теплообменник) 19 в дистилляционную установку 20.

Обычно дистилляция (тепловая отгонка бензина от практически нелетучего масла) осуществляется в две стадии (число ступеней может быть больше). На стадии предварительной дистилляции под воздействием тепла, подводимого «глухим» водяным паром, происходит нагревание мисцеллы (до кипения) и выпаривание бензина. Пары бензина уходят из аппарата на конденсацию, а упаренная мисцелла поступает в окончательный дистиллятор, где происходит полное удаление бензина из масла. Окончательную дистилляцию проводят, как правило, с применением вакуума и подачи «острого» пара. Смесь паров бензина и водяного пара уходит из окончательного дистиллятора на конденсацию, а полученное в окончательном дистилляторе масло выводят из него, охлаждают, взвешивают и направляют в маслохранилище [41].

Пары бензина и воды из испарителя шрота и дистилляционной установки конденсируются в поверхностных трубчатых конденсаторах 19 при охлаждении их водой. Конденсат представляет собой жидкую смесь бензина и воды, которая после охлаждения в специальном теплообменнике 19 разделяется в водоотделителе 23 по плотности (как две взаимно нерастворимые жидкости). Из водоотделителя отделенный бензин возвращается на экстракцию, предварительно пройдя водоосадитель и трубчатый подогреватель бензина 19, а вода через дворовую бензоловушку сбрасывается в канализацию.

1.1.3 Основное оборудование, входящее в линию производства растительного масла

1.1.3.1 Виброцентробежный сепаратор А1-БЦС-100

Виброцентробежный сепаратор А1-БЦС-100 (рисунок 1.2) предназначен для очистки семян от разнообразных примесей (крупных, мелких, легких). Он состоит из двух половин, каждая из которых, включает в себя два унифицированных воздушно-ситовых блока, установленных на общей станине.

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

Блоки попарно соединены в верхней части отстойниками, входные лотки — сборниками фракций. Каждый блок имеет рычаги управления режимом пневматической очистки семян и изменения величины загрузки. Половины сепаратора соединены болтами.

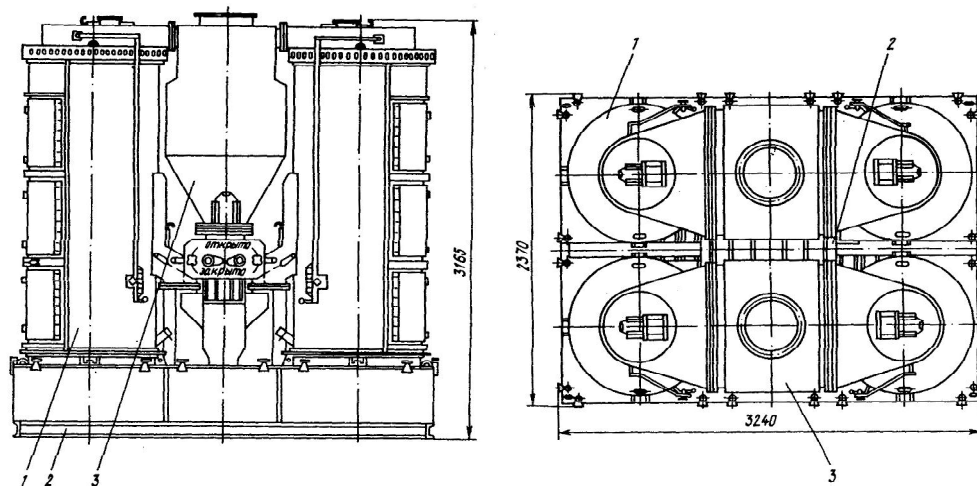


Рисунок 1.2 - Сепаратор А1-БЦС-100

1 – блок зерноочистительный, 2 – рама, 3 - отстойник

Техническая характеристика сепаратора А1-БЦС-100

Производительность по зерну, т/ч	100
Эффективность очистки, %	60-80
Расход воздуха, м ³ /ч	10000
Установленная мощность, кВт	9
Частота вращения сит, с ⁻¹	1,78
Амплитуда колебаний сит, мм	6
Диаметр решет (внутренний), мм	615
Площадь сит в одном блоке, м ²	2,6
Габаритные размеры, мм	3240×2370×3165
Масса, кг	5000

1.1.3.2 Центробежная семенорушка А1-МЦП

В настоящее время разработана и создана центробежная семенорушка высокой производительности А1-МЦП (рисунок 1.3). Принцип работы рушки основан на методе однократного направленного удара семян о деку

Рушка центробежная А1-МЦП представляет из себя агрегат, состоящий из следующих основных частей: ротора, деки, подшипниковой опоры, станины, кожуха, обечайки.

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

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

Сама рушка состоит из корпуса 1, смонтированного на станине 2, распределительного устройства 3, рабочих дисков 4 с радиальными направляющими каналами 5, футерованными вкладышами из износостойкой керамики, кольцевой деки 6. Диски в сборе представляют собой ротор, который крепится на вертикальном валу 13. Вал с ротором вращается в подшипниках 12. Два патрубка корпуса 1 при монтаже соединяются с двумя циклонами 8, имеющими внутри цилиндрическое сито 9, отводящие течи масляной пыли 11 и рушанки 16.

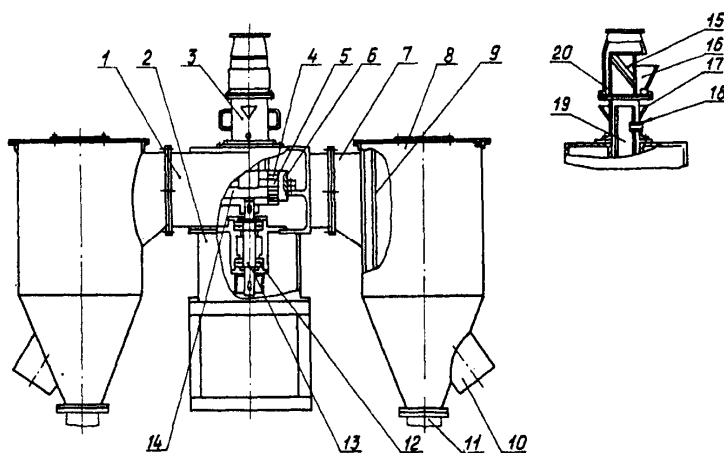


Рисунок 1.3 - Центробежная семенорушка А1-МЦП

Распределительное устройство 3 включает в себя цилиндрическую камеру с расположенной в ней предохранительной решеткой 15, цилиндрический патрубок 19, к внешней поверхности которого прикреплена кольцевая перегородка 14, отделяющая верхнюю рабочую зону ротора от нижней. Цилиндрический патрубок снабжен трубками 18 для всасывания воздуха в нижнюю рабочую зону. В верхней части цилиндрической камеры 20 имеются отверстия для всасывания воздуха в верхнюю рабочую зону, прикрытые карманами 17 [41].

Для извлечения крупных примесей, задержанных решеткой 15 камеры 20, против нее выполнено отверстие, которое сбоку прикрывается шарнирно-прикрепленным карманом 16.

Рушка работает следующим образом.

Семена подсолнечника непрерывным потоком поступают на предохранительную наклонную решетку, где равномерно распределяются тонким слоем по всей ее площади, быстро просыпаются через нее, чему способствует дополнительно всасываемый воздух, поступающий через отверстие цилиндрической камере, расположенной против предохранительной решетки.

Крупные однородные примеси, задержанные решеткой, скатываются вниз, собираясь в кармане 16.

Затем семена движутся в направлении каналов 5 рабочих дисков 4 верхней и нижней рабочих зон вместе с всасываемым воздухом через патрубки 18 и отверстия, прикрытые карманами 17.

Из радиальных каналов 5, футерованных вкладышами из износостойкой керамики, семена подсолнечника выбрасываются на кольцевую деку 6. При этом происходит обрушивание их за счет однократного направленного удара вдоль большой оси семени. Рушанка по тангенциальным патрубкам 7 из корпуса 1 поступает в цилиндрическое сито 9, расположенное внутри циклона 8. При движении рушанки нисходящей спиралью по цилиндрическому сити 9 происходит отделение из нее части масляной пыли. Затем она, просеиваясь через сито, поступает в кольцевое пространство между ним и циклоном 8, откуда отводится по течке 11 в линию ядра. По течке 10 рушанка поступает на аспирационную вейку.

Ниже приведена техническая характеристика рушки А1-МЦП [37].

Техническая характеристика рушки А1-МЦП

Производительность техническая (по семенам подсолнечника), т/сут.	200
Номинальная установленная мощность, кВт	15
Частота вращения ротора, с ⁻¹	38,3; 40,0; 41,6; 43,3
Диаметр диска ротора, мм	380
Число параллельно работающих дисков	4
Число радиальных каналов в диске	15
Масса рушки, кг	550
Габаритные размеры, мм	1430×850×1310

1.1.3.3 Вальцовый станок Б6-МВА

В настоящее время вместо пятивалкового станка ВС-5 выпускают вальцовый станок Б6-МВА, конструкция которого (рисунок 1.4) содержит следующие основные составные части:

- станина, состоящая из плиты основания 8 и колонн 9 и 10, предназначенная для установки основных узлов станка;
- питатель 12, который предназначен для подачи и равномерного распределения по всей длине первого межвалкового прохода поступающего на измельчение ядра масляных семян;
- механизмы рабочих органов, предназначенные для измельчения ядра масляных семян и состоящие из четырех расположенных один под другим валков 2 диаметром 400 мм и рабочей длиной 1250 мм с подшипниками, направляющих листов 3, скребков 4, механизма регулирования межвалкового зазора 5, пружинного устройства 11;
- привод, состоящий из двух электродвигателей 1 (левого и правого),

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

натяжное устройство 6 и поликлиновые ремни 7.

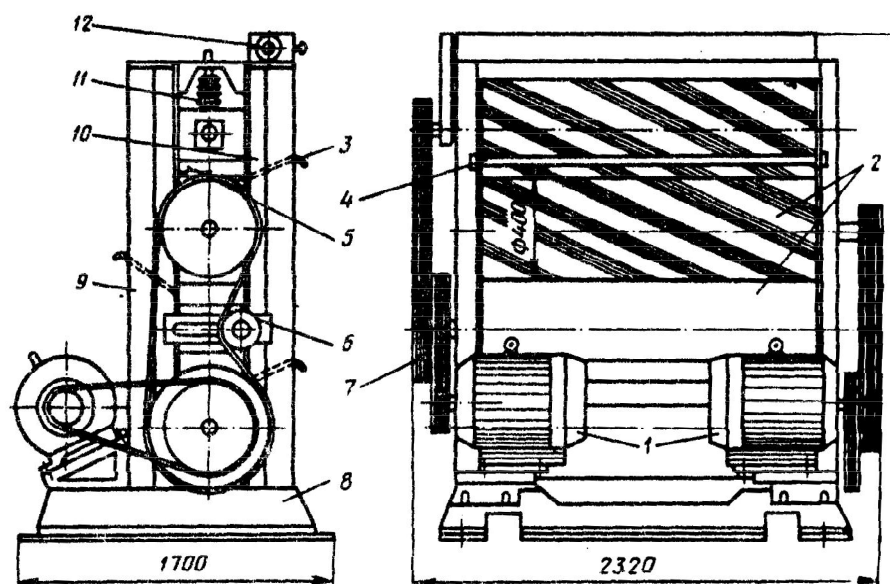


Рисунок 1.4 - Вальцовый станок Б6-МВА

Передачи и вращающиеся валки закрывают ограждениями, что является элементом техники безопасности работы на станке.

Вальцовый станок работает следующим образом. Масличный материал, подаваемый на измельчение валковым питателем диаметром 120 и длиной 1230 мм, вращающимся с частотой 68,7 об/мин, распределяется на направляющий лист первого межвалкового прохода.

Первая (верхняя) пара валков выполнена рифленой и имеет дифференциал частот вращения валков (1-й верхний валок 229 об/мин, 2-й валок — 239 об/мин), что позволяет эффективно проводить предварительное измельчение исходного масличного материала.

Дальнейшее измельчение производят при прохождении материалом последовательно межвалковых зазоров второго и третьего проходов. Нижние два валка гладкие, вращаются с одинаковой частотой (244 об/мин). Величину рабочих межвалковых зазоров можно регулировать при помощи клинового механизма, расположенного между корпусами подшипников валков. Принята последовательно уменьшающаяся величина межвалкового зазора по ходу движения материала и станке.

Налипающий на валки продукт счищают специальными скребками. Измельченный продукт (мятку) после последнего (третьего) прохода с помощью двух направляющих щитков выводят из станка. Особенности эксплуатации станка заключаются в следующем. Для управления станком имеется специальный пульт. При пуске станка последовательно включают питание пульта управления, затем включают электродвигатели станка, и

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

после этого включают подачу семян, отрегулировав с помощью питателя поступление их из бункера равномерным потоком по всей длине вала. Остановку станка производят в обратном порядке.

Обязательным при работе станка является Наличие крепления ограждений, находящихся в исправном техническом состоянии.

Техническая характеристика вальцового станка Б6-МВА

Производительность по семенам подсолнечника, т/сут.	100
Проход мятки через сито 0,1 мм, %, не менее	60
Мощность электродвигателя 2x15, кВт	30
Масса машины, кг	7080
Занимаемая площадь, м ²	4,1
Габаритные размеры, мм	2322×1700×2395

1.1.3.4 Жаровня РЗ-МОА

Жаровня (рисунок 1.5) состоит из семи чанов 2 с обогреваемыми паром обечайками и днищами, пароподводящей и пароотводящей систем, аспирации, опоры 1, поддона, вала с мешалками, привода.

Температура обрабатываемого материала контролируется с помощью электронного автоматического моста термометрами сопротивления, установленными в каждом чане. На валу закреплены мешалки: в чанах с первого по шестой каждая мешалка состоит из двух ножей, в седьмом - из четырех. Вал установлен в подшипниках скольжения, закрепленных на днищах первого, четвертого и седьмого чанов, и опирается на подшипник, находящийся в корпусе, вынесенном за днище седьмого чана. Все чаны снабжены люками 3, которые закрываются дверцами. На дверце второго чана имеется лючок 5 для отбора проб материала. В днищах чанов с первого по шестой имеются окна 4, закрывающиеся клапанами типа Линка. Быстрый подогрев и увлажнение мятки в верхнем чане осуществляются через отверстия в трубках 9, укрепленных на ножах 10 мешалки. Пароподводящая система состоит из коллектора 14 для подачи пара в обогреваемые полости чанов, предохранительного клапана 15, вентилей и манометра. Через паропровод 16 осуществляется при необходимости увлажнение пересушенной мезги в седьмом чане [39].

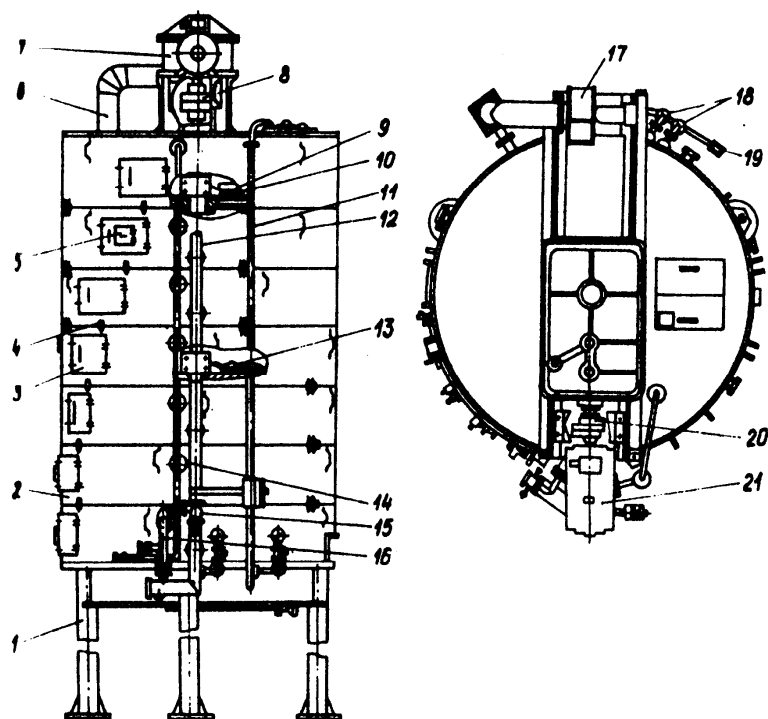


Рисунок 1.5 – Жаровня РЗ-МОА

Для противопожарной безопасности предназначен паропровод 12. Пароотводящая система состоит из паропроводов 18, коллектора 19, вентиля и конденсатоотводчика 13, а также паропровода 11 для подачи пара в трубки ножей верхнего чана.

Аспирация состоит из трубы 6, патрубки которой соединены с патрубками чанов, и вентилятора 17, соединенного с трубой - переходником и коленом. Для отвода сконденсировавшейся жидкости в нижней части трубы имеется воронка. Регулирование количества отводимых из каждого чана паров обеспечивается шибером, установленным в патрубке, а так же изменением проходного сечения переходника поворотным диском. Для чистки трубы и патрубков в трубе имеются окна, закрываемые шиберами. Привод жаровни состоит из электродвигателя 21 и редуктора 7, смонтированных на раме, муфт 8 и 20. Упругая муфта 20 соединяет вал двигателя с быстроходным валом редуктора и состоит из двух полумуфт и диска, скрепленных пальцами и гайками. Предохранительная муфта 8 соединяет тихоходный вал редуктора с валом жаровни и состоит из двух муфт, в пазах которых установлены срезные шпонки. Редуктор трехступенчатый, коническо-цилиндрический, предназначенный для изменения частоты вращения и крутящего момента в приводе, состоит из корпуса и крышки, в которых на подшипниках качения установлены валы с зубчатыми колесами. На крышке имеется окно для залива масла, закрываемое крышкой, на которой смонтирован сапун для сообщения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

внутренней полости редуктора с атмосферой и маслоуказатель. Для слива масла из редуктора имеется пробка.

Техническая характеристика жаровни РЗ-МОА

Диаметр чана внутри, мм	3000
Высота слоя материала, мм	300-400
Рабочее давление пара, МПа	0,55-0,6
Частота вращения вала, с ⁻¹	0,35
Мощность привода вентилятора, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	4150×3235×8330

1.1.3.5 Пресс – гранулятор Г-24

Пресс – гранулятор Г-24 (рисунок 1.6) предназначен для предварительного отжима масла из мезги и формирования гранулированной стружки в технологической схеме форпрессование – экстракции.

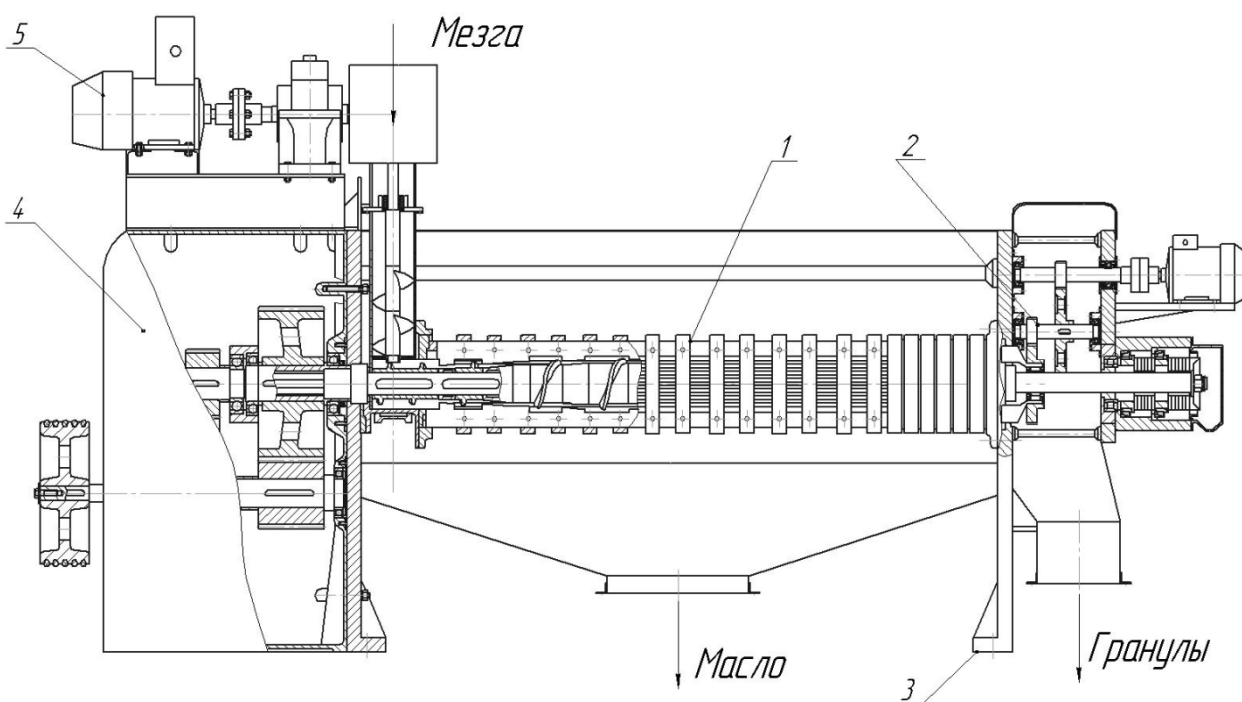


Рисунок 1.6 - Пресс – гранулятор Г-24

1 – зеев, 2 – ножевой механизм с приводом, 3 – станина, 4 – привод прессующего шнека, 5 – привод питателя

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

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

В данном прессе жмых, получаемы в процессе прессования, вырабатывается в виде калиброванных гранул заданной формы и размеров, в зависимости от конфигурации и величины отверстий в матрице – фильтре. Создается однородная внешняя структура жмыха, значительно улучшающая экстракцию масла и отгонку растворителя из проэкстрагированного материала.

В общем виде конструкция и принцип действия пресса – гранулятора Г-24 аналогичны «классическому» маслопрессу, работающему по схеме форпрессования. Он состоит из станины 3, выполненной литой из чугуна, на которой смонтированы все главные узлы. На станине установлен зеев 1. В поперечном сечении каждая ступень зеевного барабана состоит из стяжных скоб (из толстой листовой стали), имеющих осевой разъем, зеевных планок, набранных цилиндрической поверхностью и опирающихся на кромку центрального отверстия стяжных скоб. Внутри зеев установлен шнековый вал. Привод шнекового вала 4 состоит из двигателя мощностью 55 кВт, ременной передачи и набора шестерен, объединенных в редуктор. Для подачи мезги в прессе имеется шнековый питатель с самостоятельным приводом 5.

Отличительной особенностью пресса – гранулятора от маслопресса является отсутствие регулировочного конуса, предназначенного для регулирования ширины выходной щели для жмыха, и наличие специального узла для формования жмыха в виде гранул (поз. 2). Узел состоит из съемной матрицы – фильтры с отверстиями заданной формы и размера, суммарного сечения 77,3-114 м² и ножа для резки гранул. Нож имеет собственный привод, состоящий из электродвигателя и набора зубчатых передач.

Шнековый вал можно подогревать и охлаждать путем подачи соответствующего агента (пара или воды) в имеющийся в нем канал. Для подачи мезги в прессе имеется шнековый питатель с самостоятельным приводом.

Техническая характеристика пресса – гранулятора Г-24

Производительность, т/сут	100
Электродвигатель пресса	
мощность, кВт	55
частота вращения, об/мин	1460
Электродвигатель питателя	
мощность, кВт	4
частота вращения, об/мин	1460

Электродвигатель привода ножа

мощность, кВт	0,55
частота вращения, об/мин	1000
Габаритные размеры, мм	3450×1550×1700
Масса, кг	6180

1.1.3.6 Экстрактор вертикальный шнековый НД-1250

Наиболее распространенными в нашей стране в настоящее время являются вертикальные шнековые экстракторы, реализующие способ экстракции погружением.

Данный тип экстрактора появился в 20-е гг. XX-го в. и в настоящее время эксплуатируется в промышленности в виде модернизированного экстрактора НД-1250 (рисунок 1.7).

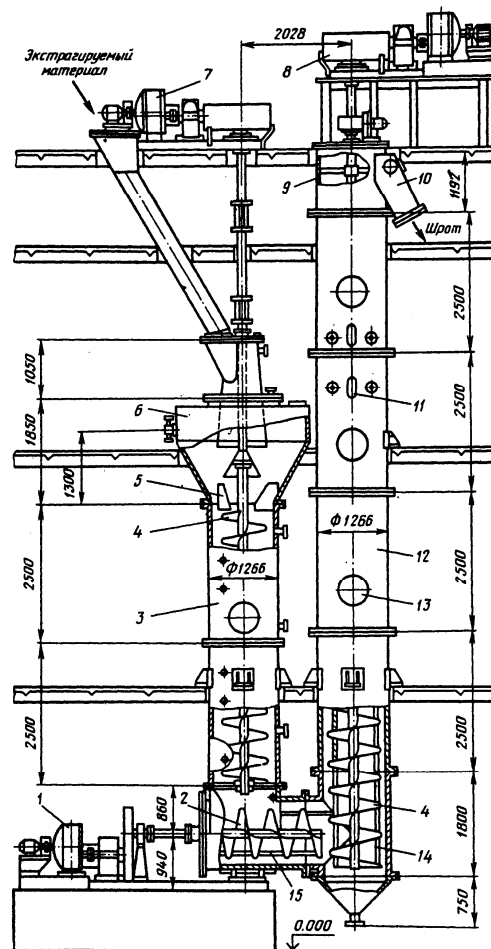


Рисунок 1.7 - Экстрактор вертикальный шнековый НД-1250

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

Экстрактор имеет U-образную форму. Он состоит из трех колонн: двух вертикальных (загрузочной 3 и экстракционной 12) и горизонтальной, представляющей собой передаточный шнек 2.

В обеих вертикальных колоннах также размещены шнеки 4. На загрузочной колонне расположен декантатор 6 — устройство, в котором отходящая из экстрактора мисцелла очищается путем отстаивания от основного количества крупных взвешенных в ней частиц.

В верхней части экстракционной колонны расположен механизм сбрасывателя 9 отходящего из экстрактора шрота. Шнеки всех трех колонн имеют индивидуальные приводы 1, 7, 8.

Колонны экстрактора состоят из царг с внутренним диаметром 1250 мм, которые собираются на фланцах. Наружный диаметр шнеков в загрузочной колонне составляет 1242 мм, а в экстракционной колонне и передаточном горизонтальном шнеке — 1220 мм, так как в них для предотвращения проворачивания материала вместе со шнеками на внутренней поверхности парт имеются направляющие планки 14, 15.

На верхней царге экстракционной колонны расположены патрубок 10 для выхода шрота, смотровые окна 11, люк-лаз 13.

Для подачи бензина на царгах экстракционной колонны в верхней части в патрубки вставлены на фланцах 9 самоочищающиеся форсунки. Такие же форсунки применяются в размывочной системе загрузочной колонны.

Техническая характеристика экстрактора НД-1250

Производительность, т/сут.	500
Мощность привода загрузочной колонны, кВт	4,4
Мощность привода горизонтального шнека, кВт	3,5
Мощность привода экстракционной колонны, кВт	5,0
Габаритные размеры, мм	5838×2535×13340
Масса, кг	30000

1.1.3.7 Шнековые испаритель линии НД-1250

Модернизированный шнековый испаритель линии НД-1250 (рисунок 1.8) состоит из двух секций. Верхняя секция включает пять испарительных шнеков, а нижняя — три. Испарительные шнеки 9 расположены друг над другом, и при этом секции смещены друг относительно друга.

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

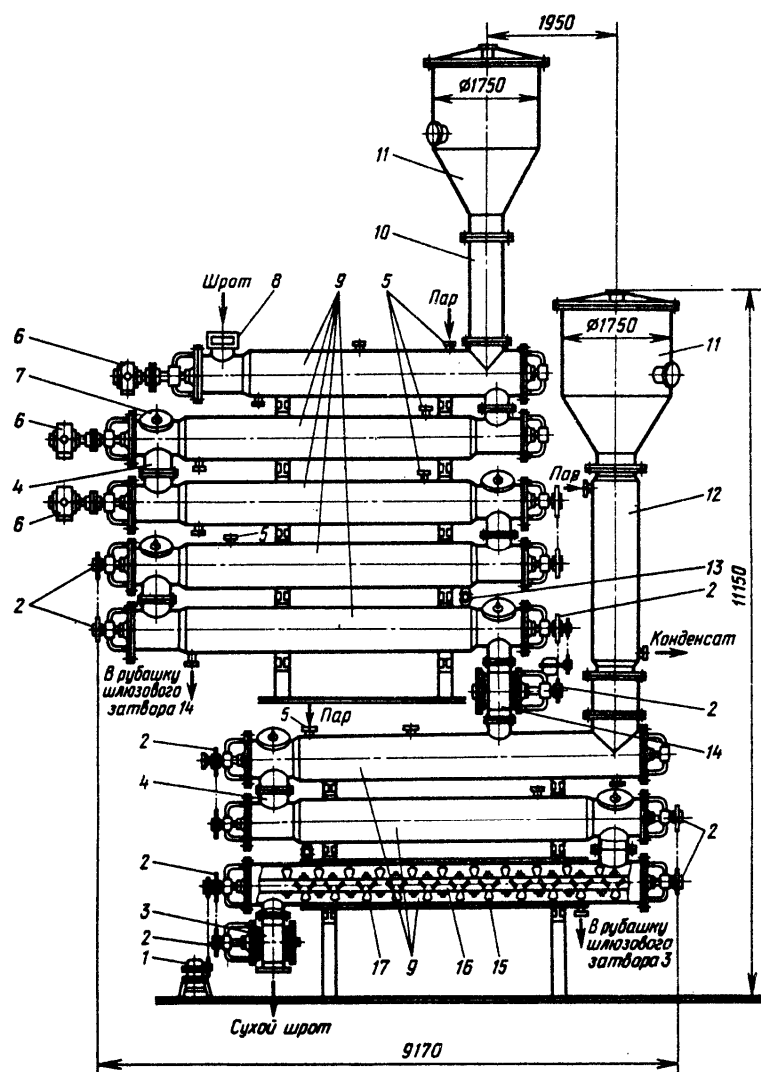


Рисунок 1.8 - Шнековые испаритель линии НД-1250

Испарительные шнеки состоят из цилиндрического корпуса, выполненного из цельнотянутых труб, заключенных в паровые рубашки 17.

Внутри корпуса расположен полый вал 16, на котором установлены по винтовой линии под углом лопатки 15. зазор между кромками лопаток и внутренней стеной корпуса составляет 10 мм, что исключает контакт между ними при малом изгибе вала во время работы.

Концы вала 16 установлены в опорных подшипниках, расположенных в кронштейнах крышек. Лопаточный шнек обеспечивает хорошее перемещение и перемешивание слипающегося материала (шрота).

Испарительные шнеки 9 между собой соединены перепускными патрубками 4, а верхняя и нижняя секции — шлюзовым затвором 14. Каждая секция снабжена сухой шротоловушкой 11 для улавливания частичек шрота, уносимых паровой фазой. При этом газоход нижней секции заключен в паровую трубу 12 для исключения конденсации паров. Нижний

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

испарительный шнек 9 имеет шлюзовой затвор 3, необходимый для выгрузки шрота и обеспечивающий герметичность системы.

Осмотр и чистка перепускных патрубков 4 осуществляется через люки-лазы 7. Вращение верхних шнеков секции обеспечивается с помощью электродвигателей 6 через редукторы, а нижние шнеки и шлюзовые затворы приводятся во вращение от верхних через приводные звездочки цепных передач 2. Для смазки вращающихся частей применяется групповой смазывающий аппарат — лубрикатор 1.

Обогрев испарительного шнека глухим водяным паром осуществляется подводом его через патрубки 5 и 13, при этом отработанный пар используют для обогрева шлюзовых затворов 14 и 3. Острый водяной пар подают в самый нижний испарительный шнек 9 через патрубок, установленный в торцовой крышке шнека.

Шнековый испаритель работает следующим образом. Из экстрактора шрот через шлюзовой затвор и патрубок 8 поступает в верхний испарительный шнек, где вращающимися вместе с валами 16 лопатками 15 подхватывается и перемещается вдоль цилиндра к его концу. Перемешиваемый шрот нагревается глухим паром, подводимым в паровые рубашки 17. При достижении перепускного патрубка 4 шрот пересыпается в нижележащий испарительный шнек 9, и, таким образом, происходит движение шрота последовательно по всем испарительным шнекам. По мере перемещения по испарительным шнекам из шрота испаряются растворитель и вода. В нижней секции отгонка остатка растворителя обеспечивается с помощью острого водяного пара. Паровая фаза из верхней и нижней секций поступает в соответствующие сухие шротоловушки 11, где в результате резкого уменьшения скорости потока происходит частичное осаждение частичек шрота, увлекаемых потоком паров, которым затем возвращаются в испарительные шнека.

Готовый шрот с температурой 95-100°C и содержанием растворителя не более 0,2% отводится из нижнего испарительного шнека через шлюзовой затвор 3 на кондиционирование (по влажности и температуре).

Техническая характеристика шнекового испарителя линии НД-1250

Производительность по шроту, т/ч	4,0
Общая поверхность нагрева, м ²	70,0
Давление греющего пара, МПа	0,5
Количество испарительных шнеков, шт.	8
Длина каждого шнека, мм	6200

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

Частота вращения, об/мин

лопастных валов

38

шлюзового затвора

16-19

Электродвигатели секций

Число

5

Мощность, кВт

12,5

1.1.3.8 Ротационный дисковый фильтр

Ротационный дисковый фильтр (рисунок 1.9) является аппаратом непрерывного действия и обеспечивает очистку мисцеллы, содержащей от 0,1 до 1,0 % твердых частиц.

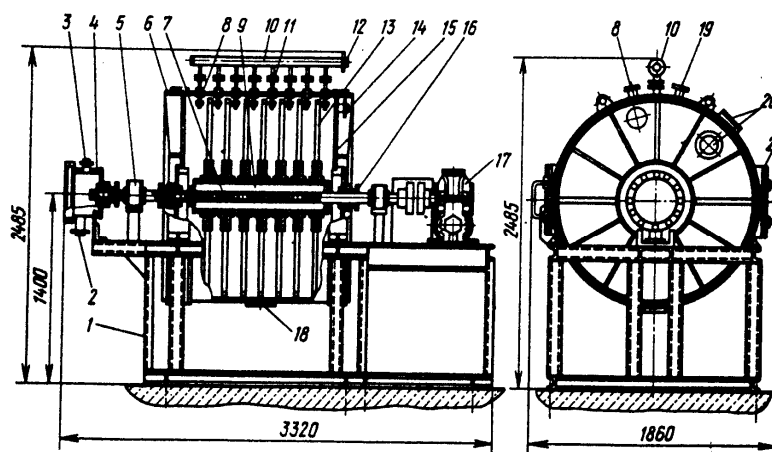


Рисунок 1.9 - Ротационный дисковый фильтр

Фильтр состоит из сварного цилиндрического корпуса 6 на раме 1, к которой приварены плоские крышки 15. Внутри корпуса 6 расположен полый вал 7, охватываемый цилиндрически коллектором 9 с закрепленными на нем семью дисками, каждый из которых обтягивается фильтрованной тканью.

Конструктивно каждый диск состоит из десяти секторов. Каждый сектор отдельно обтянут фильтровальной тканью, что дает в целом диск, соединенный с помощью прижимных планок 2 и спиц 1 из отдельных секторов.

Техническая характеристика ротационного дискового фильтра

Производительность, м³/ч

9

Площадь поверхности фильтрации, м²

4,5

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

Габаритные размеры, мм

3320×1860×2485

Масса, кг

2755

1.1.3.9 Водоосадитель автоматического действия

Водоосадитель автоматического действия (рисунок 3.10) предназначен для отделения воды от растворителя непосредственно перед подачей его в экстрактор.

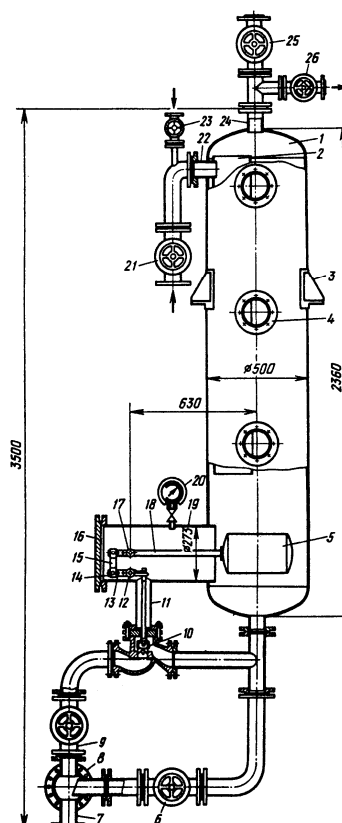


Рисунок 1.10 - Водоосадитель автоматического действия

Водоосадитель представляет собой вертикальную цилиндрическую колонну, смонтированную на опорных лапах 3. Внутри колонны эксцентрично установлена направляющая труба 2, в которую в самом верху врезан патрубок 22 впуска растворителя, и верхний срез ее трубы имеет днище.

В нижней части колонны размещено поплавковое устройство, состоящее из поплавка 5, системы рычагов и тяг 11, 13, 15, 18, соединенных щечками и пальцами 12, 14, 17 между собой и клапаном 10 регулируемого вентиля. Рычажная система размещена в отводе 19 с манометром 20 и крышкой 16, она имеет две фиксированные оси 12, 17. На верхней оси, снаружи аппарата, установлен груз балансирный, который позволяет отрегулировать механизм водоотводчика так, чтобы поплавок, погруженный

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

в растворитель, тонул. Соответственно, как только в нижней части колонны и зоне расположения поплавка накопится вода, поплавков всплывет и через рычажную систему откроет клапан регулировочного вентиля, что позволит вытечь из аппарата накопившейся воде. Выпуск обезвоженного растворителя производится с самого верха колонны через клапан 26 выпуска растворителя. Клапаны 6, 9, 21, 2.3 и 25, смотровой фонарь 8 и отводы 7 и 24 обеспечивают подсоединение к трубопроводам цеха.

Для контроля за уровнем фаз и их сливом в аппарате предусмотрены смотровые окна 4 в трех сечениях по высоте колонны. Эффективность работы аппарата определяется надежностью работы поплавкового устройства. Для уменьшения трения всех шарнирных, тяговых и вращающихся элементов рычажно-поплавкового механизма их изготавливают из нержавеющей металлов и размещают внутри аппарата.

Техническая характеристика водоосадителя автоматического действия

Производительность по растворителю, м ³ /ч	12
Рабочий объем аппарата, м ³	0,41
Габаритные размеры (диаметр, высоты), мм	500×3600

1.1.4 Операторная модель линии по производству растительного масла

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

На рисунке 1.11 представлена операторная модель линии производства растительного масла.

Для операторной модели приведены следующие обозначения:

A1 - подсистема получения продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

- I - охлаждение масла;
- II - дистилляция масла;
- III - подогрев бензина в теплообменнике;
- IV - разделение бензина от воды;
- V - конденсация паровоздушной смеси;
- VI - подогрев бензина в теплообменнике;
- VII - разделение бензина от воды;
- VIII - конденсация паровоздушной смеси.

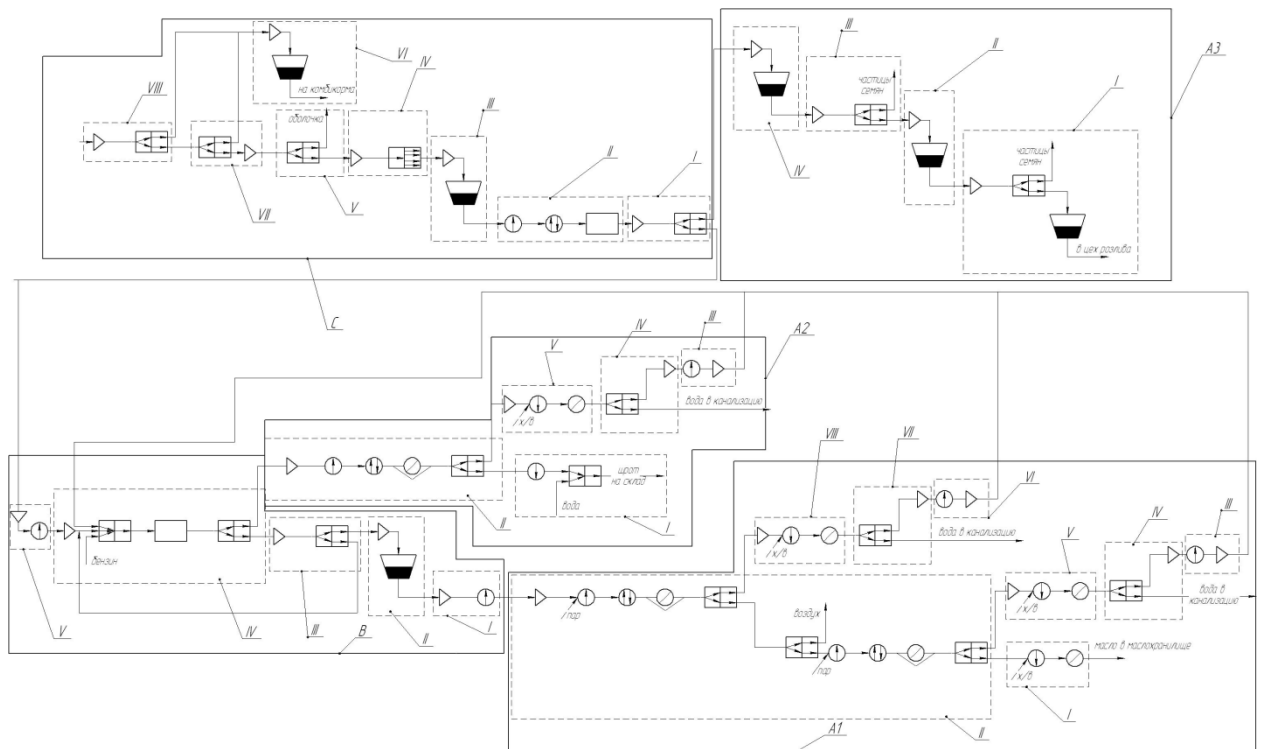


Рисунок 1.11 – Операторная модель линии производства растительного масла

A2 - подсистема получения продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

- I - охлаждение и увлажнение шрота;
- II - испарение бензина из шрота;
- III - подогрев бензина в теплообменнике;
- IV - разделение бензина от воды;
- V - конденсация паровоздушной смеси.

A3 - подсистема получения продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы:

- I - очистка окончательная масла;
- II - промежуточное хранение масла;
- III - очистка масла;
- IV - промежуточное хранение масла.

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

- I - подогрев мисцелы;
- II - промежуточное хранение;
- III - разделение мисцелы от бензина;
- IV - экстракция;
- V – охлаждение жмыха.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

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

I - отделение масла от мезги (прессование);

II – подогрев мятки;

III – промежуточное хранение;

IV – измельчение на вальцевой мельнице;

V – отделение оболочки;

VI – промежуточное хранение примесей;

VII – отделение от магнитных примесей;

VIII – отделение от примесей.

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

Таблица 1.1 – Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
Сепаратор		+		
Машина рушально – веечная		+		
Станок малый вальцовый		+		
Пресс шнековый зерный		+		
Охладитель жмыха	+			
Экстрактор		+		
Жаровня	+			
Фильтр - пресс	+			

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 1.12). К нему относятся группы операций, имеющие жесткие связи внутри группы, но между собой эти группы имеют гибкие связи в виде операций хранения.



Рисунок 1.12 – Схема строения технологического потока

По виду связей ветвей технологический поток относится к разветвленному расходящемуся. Схема формы технологического потока представлена на рисунке 1.13.

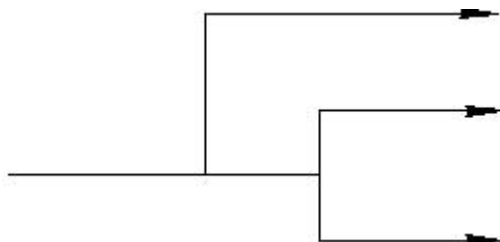


Рисунок 1.13 – Схема формы технологического потока

1.2 Устройства для охлаждения жмыха

После форпрессования оставшийся материал - жмых - направляется на экстракцию для окончательного извлечения из него масла. Предварительно он проходит соответствующую обработку, целью которой является создание оптимальной внешней и внутренней структуры для извлечения масла растворителем. Поскольку при мягких режимах жарения и прессования в материале может сохраняться значительное количество участков целых или слабо разрушенных тканей, необходимо провести их дополнительное разрушение. Важную роль играет и разрушение вторичных структур в жмыхе, образовавшихся в процессе жарения и прессования, так как в них остается какая-то часть запрессованного масла. Это достигается путем дробления жмыха, кондиционирования жмыховой крупки по влажности и температуре в ряде случаев - получения из крупки материала лепестковой структуры.

Для кондиционирования материала по температуре и влажности могут быть использованы любые жаровни - трех-, пяти- и шестичанные, имеющие тихоходные мешалки, которые в меньшей степени измельчают крупку при перемещении ее из чана в чан.

В случае необходимости кондиционирования материала только по температуре используются охладители.

При переработке семян масличных культур методом прямой экстракции для кондиционирования материала по температуре и влажности и одновременного получения пористых гранул применяются агломераторы.

Для охлаждения жмыха после прессования используют шестичанный кондиционер, представляющий собой обычную чайную жаровню, снабженную тихоходными мешалками; в которой охлаждающая вода подается только в днище.

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

1.2.1 Охладитель ДГ

Для охлаждения крупки или гранул форпрессового жмыха используют охладитель ДГ (рисунок 1.14).

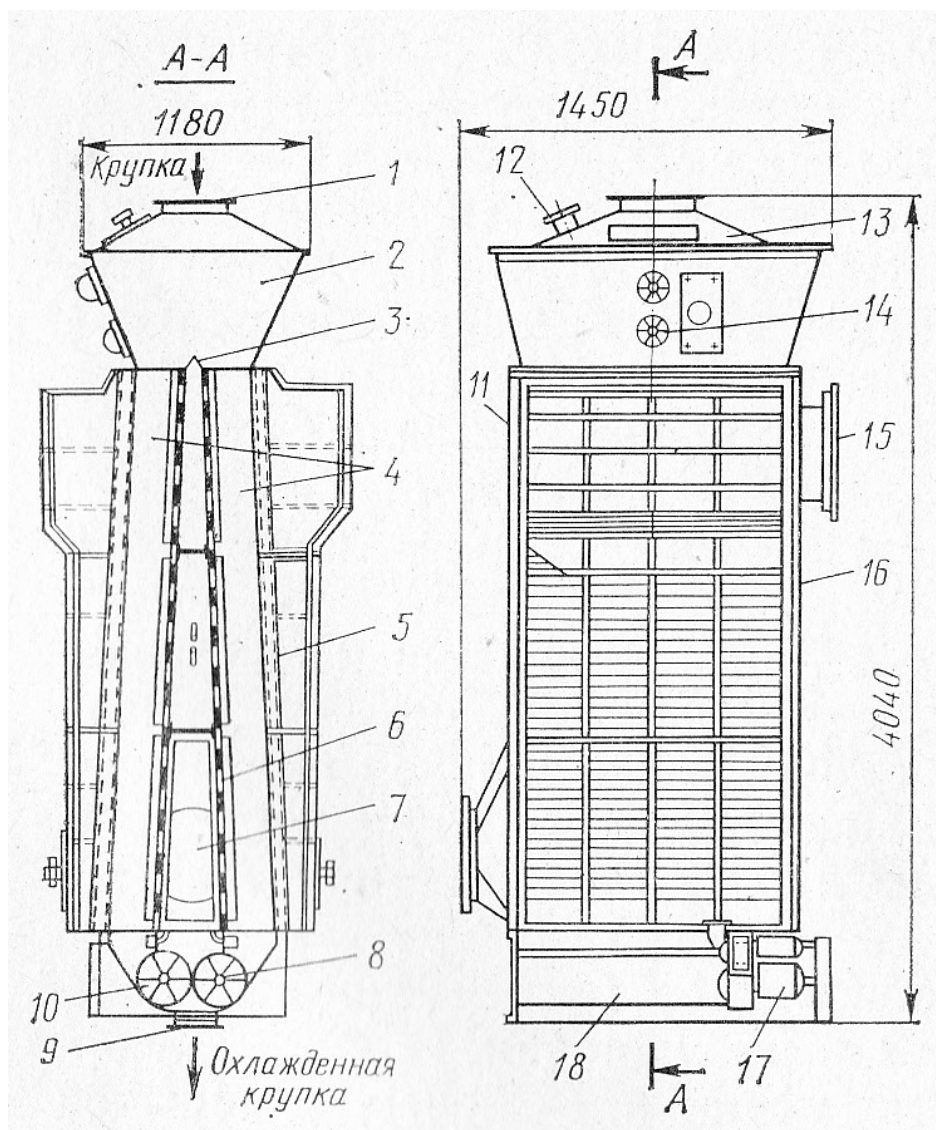


Рисунок 1.14 Охладитель ДГ

Охлаждаемый материал через загрузочный патрубок 1 поступает в приемный бункер 2 и распределяется рассекателем 3 в две шахты 4, образованные торцовыми стенками охладителя 11 и 16. Шахты образованы с внешней стороны тремя секциями жалюзи 5, в которые через патрубок 15 из окружающего пространства подается охлаждающий воздух, а с внутренней стороны тремя секциями сеток 6, через которые отсасывается отработанный воздух через патрубок с диффузором 7. Продвигаясь вниз по шахте, материал охлаждается с 80 до 55° С воздухом, засасываемым через жалюзи, попадает в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

разгрузочное устройство 18, представляющее собой два вала с лопастными рыхлителями 8 и 10, и единым потоком выходит через патрубок 9.

На крышке приемного бункера 13 имеется патрубок для аспирации 12 и два датчика регулятора потока 14. Нижний датчик связан электрической схемой с приводом 17 разгрузочного устройства так, что в случае запыления продуктом колонки до его уровня он включает разгрузочное устройство, а в случае снижения — отключает его. Верхний датчик аварийный.

Охлаждающий воздух, пройдя слой материала и сетку, отсасывается вентилятором через диффузор.

Производительность охладителя ДГ до 200 т/сут. материала, влажность поступающего материала 8-9%, давление вентилятора для отсоса воздуха (пылевой № 8 марки ЦП 7-40) 0,2-3,9 кПа.

Техническая характеристика охладителя ДГ

Производительность по ядру, т/сут.	200
Влажность поступающего материала, %	8-9
Температура на входе в охладитель, °С	80
Температура на выходе из охладителя, °С	55
Марка вентилятора для отсоса воздуха	ЦП 7-40
Рабочее давление вентилятора, кПа	0,2-3,9
Габаритные размеры, мм	1450×1300×4040
Масса, кг	1500

1.2.2 Чанные жаровни

Чанные жаровни колонного типа получили преимущественное распространение на маслодобывающих предприятиях для влаготепловой обработки мятки перед ее прессованием.

Чанные жаровни применяются, как правило, в комплекте с различными шнековыми прессами. Только в одном случае эти жаровни работают в качестве самостоятельных аппаратов: когда они используются для кондиционирования масличного материала по влажности и температуре при подготовке его к экстракции. Машиностроительные заводы выпускают чанные жаровни с количеством чанов от двух до семи, причем наибольшее распространение получили шестичанные жаровни, используемые в комбинации с двумя прессами предварительного прессования в виде так называемых форпрессовых агрегатов. Устройство и работа всех чанных жаровен принципиально одинаковы, и различаются они только по количеству чанов, производительности, назначению и по некоторым деталям конструкции. Для лучшего отвода паров воды из чанов жаровни оборудованы аспирационной системой.

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

1.2.2.1 Жаровня РЗ-МОА

Жаровая (рисунок 1.15) состоит из семи чанов с обогреваемыми паром обечайками днищами пароподводящей и пароотводящей систем, аспирации, опоры, поддона, вала с мешалками, привода.

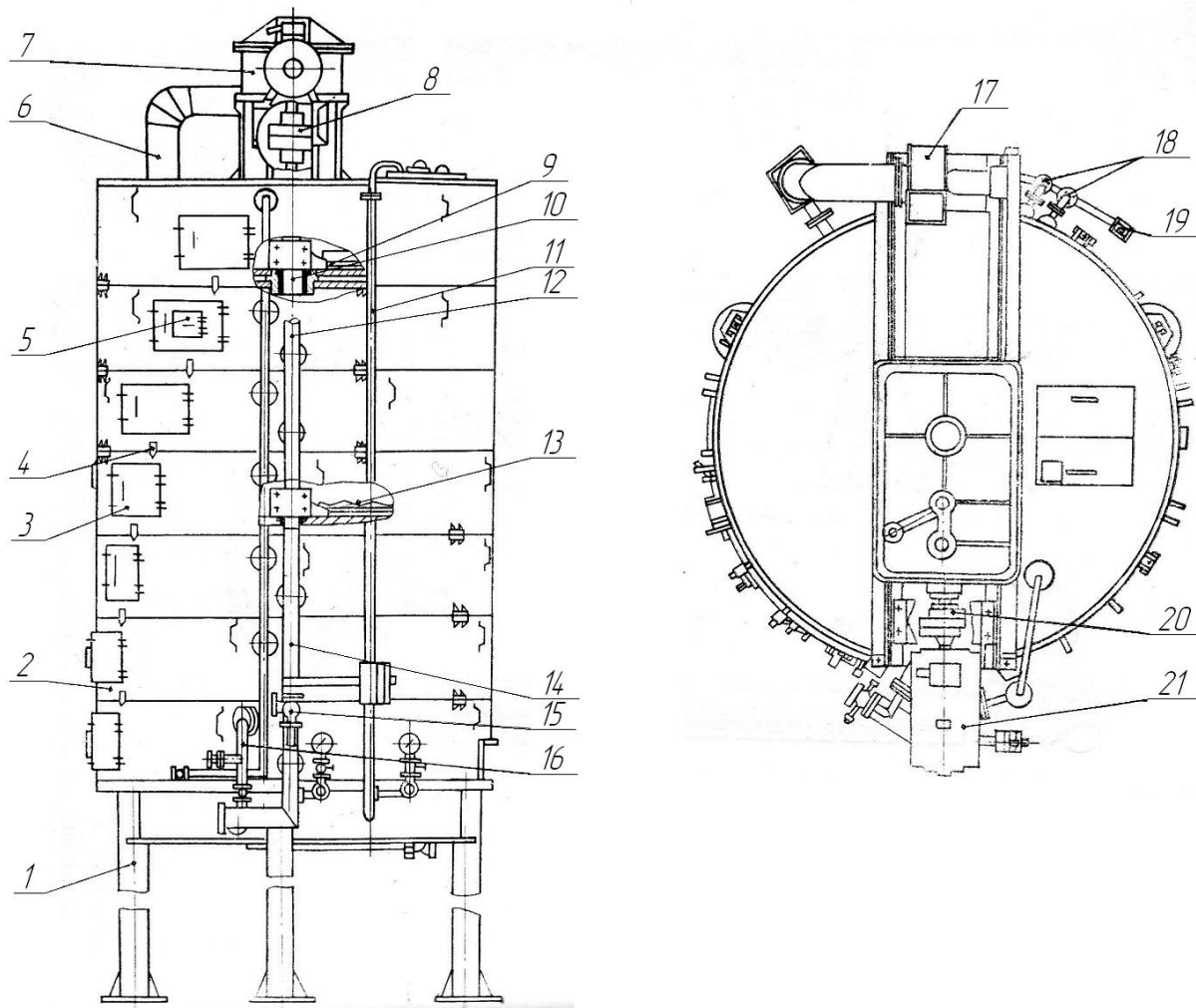


Рисунок 1.15 Жаровня РЗ-МОА

Температура обрабатываемого материала контролируется термопреобразователями сопротивления, установленными в каждом чане, с помощью электронного автоматического моста. На валу закреплены мешалки: в 1-6 чанах каждая состоит из двух ножей, в 7 – из четырех. Вал установлен в подшипниках скольжения, закрепленных на днищах 1, 4 и 7 – го чанов и опирается на подшипник, находящийся в корпусе, вынесенном за днище 7 – го чана.

Все чаны снабжены люками, которые закрываются дверцами 3. На дверце 2 - го чана имеется лючок 5 для отбора проб материала. В днищах чанов 1-6 имеются окна, закрывающиеся клапанами типа Линка. Быстрый

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

подогрев и увлажнение мятки в верхнем чане осуществляются через отверстия в трубках 9, укрепленных на ножах мешалки. Пароподводящая система состоит из коллектора 14 для подачи пара в обогреваемые полости чанов, предохранительного клапана 15, вентиля и манометра.

Через паропровод 16 осуществляется, при необходимости, увлажнение пересушенной мезги в седьмом чане.

Для пожаротушения предназначен паропровод 12. Пароотводящая система состоит из паропроводов 18, коллектора 19, вентиля и конденсатоотводчика, а также паропровода 11 для подачи пара в трубки ножей верхнего чана.

Аспирация состоит из трубы 6, патрубки которой соединены с патрубками чанов, и вентилятора 17, соединенного с трубой - переходником и коленом. Для отвода сконденсировавшейся жидкости в нижней части трубы имеется воронка. Регулирование количества отводимых из каждого чана паров обеспечивается шибером, установленным в патрубке, а также изменением проходного сечения переходника поворотным диском. Для чистки трубы и патрубков в трубе имеются окна, закрываемые шиберами. Привод жаровни состоит из электродвигателя 21 и редуктора 7, смонтированных на раме, муфт 8 и 20. упругая муфта 20 соединяет вал двигателя с быстроходным валом редуктора и состоит из двух полумуфт и диска, скрепленных пальцами гайками. Предохранительная муфта 8 соединяет тихоходный вал редуктора с валом жаровни и состоит из двух полумуфт, в пазах которых установлены срезные шпонки. Редуктор трехступенчатый, коническо - цилиндрический, предназначен для изменения частоты вращения и крутящего момента в приводе. Он состоит из корпуса и крышки, в которых на подшипниках качения установлены валы с зубчатыми колесами. На крышке имеется окно для залива масла, закрываемое крышкой, на которой установлен сапун, служащий для сообщения внутренней полости редуктора с атмосферой, и маслоуказатель. Для слива масла из редуктора имеется пробка.

Техническая характеристика жаровни РЗ-МОА

Производительность по ядру, т/сут.	250-300
Количество чанов, шт.	7
Диаметр чана (внутренний), мм	3000
Высота слоя материала в чане, мм	300-400
Рабочее давление пара, МПа	0,55-0,6
Частота вращения вала жаровни, об/мин	22
Мощность электродвигателя привода жаровни, кВт	55
Мощность электродвигателя привода вентилятора, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	8330×4150×3235

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

1.2.2.2 Жаровня агрегата ЕТП - 20

Жаровня (рисунок 1.15) применяется в комплекте с форпрессами и обогревается паром через рубашки днищ. Чаны диаметром 2,2 м и высотой 488 мм расположены друг над другом так, что выточки днища верхнего чана плотно входят в пазы нижнего. Это придает жаровне необходимую плотность и устойчивость. Рубашки рассчитаны на рабочее давление до 6 атм. ($58,9 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$). Поверхность нагрева рубашек днищ 40 м^2 .

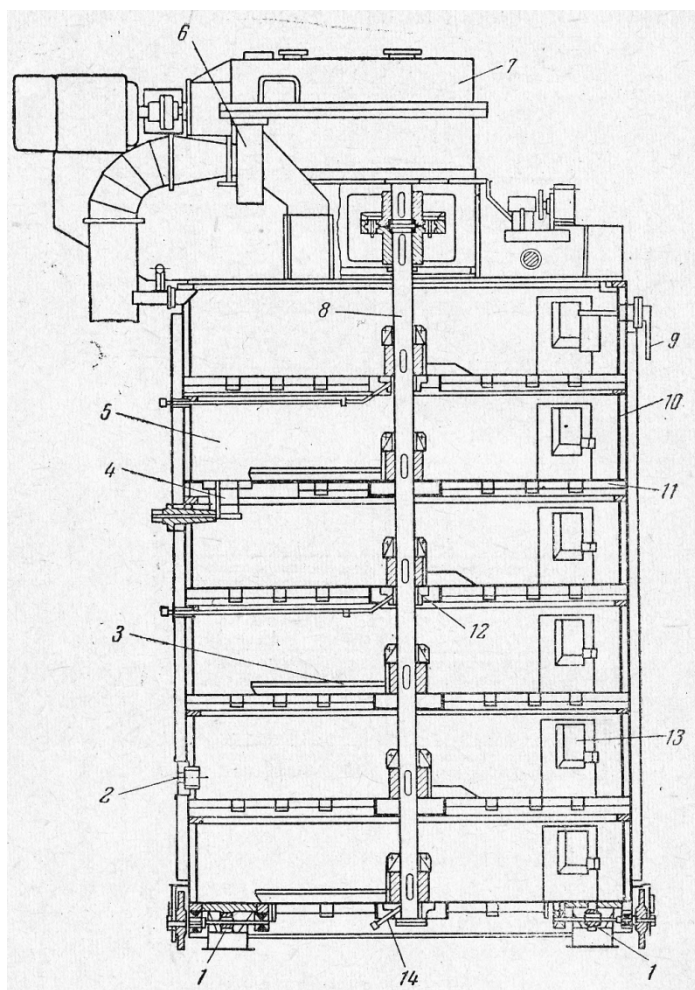


Рисунок 1.15 Жаровня агрегата ЕТП - 20

На валу жаровни в каждом чане расположены мешалки, состоящие из двух ножей, закрепленных на валу. Вал, делающий 32 об/мин, приводится во вращение от электродвигателя мощностью 30 кВт через редуктор. Вал редуктора и вал жаровни соединяются с помощью продольно - свертной муфты. Перепуск мезги из одного чана в другой производится с помощью клапанов, к которым прикрепляется щиток с рычагом, являющийся указателем уровня мезги в чане.

Так как жаровня предназначена для обслуживания двух форпрессов, то в нижнем чане предусматриваются два боковых выхода с шиберами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

Выбрасываемая мешалкой из жаровни мезга направляется в приемные воронки форпрессов. Для очистки жаровни, отвода влажного воздуха и отбора проб в чанах имеются соответствующие лючки. Пар для обогрева чанов жаровни подводится через верхние патрубки, а конденсат выводится через нижние патрубки каждого чана. Производительность жаровни 100 т семян в сутки.

Техническая характеристика жаровни РЗ-МОА

Производительность по ядру, т/сут.	100
Количество чанов, шт.	6
Диаметр чана (внутренний), мм	2200
Высота чана, мм	488
Рабочее давление пара, МПа	0,6
Частота вращения вала жаровни, об/мин	32
Мощность электродвигателя привода жаровни, кВт	30
Общая поверхность нагрева жаровни, м ²	40

1.2.2.3 Жаровня Ж – 6

Жаровня Ж-6 (рисунок 1.16) с паровым обогревом днища применяется для сушки ядра. Промышленность выпускает жаровни с количеством чанов от 3 до 6.

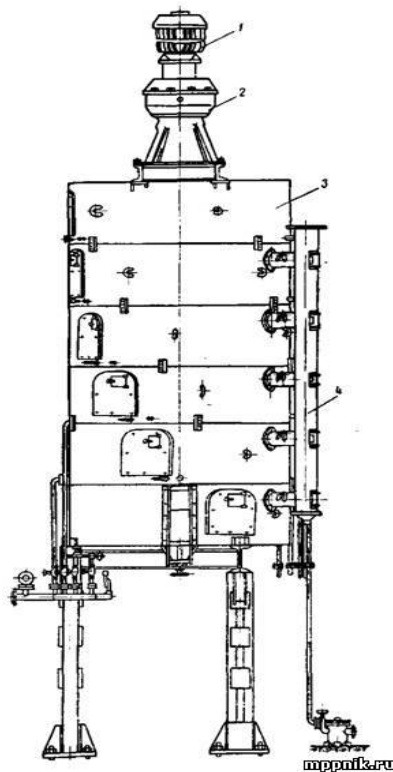


Рисунок 1.16 Чанная жаровня Ж-6

Чаны располагают вертикально один над другим со смещением (по часовой стрелке) на 20° , они имеют общий вертикальный вал с ножами на нем. В днище каждого чана устроена паровая рубашка, в которую подается острый пар от общего коллектора под давлением 5 кгс/см^2 . Для отвода конденсата устанавливают конденсатоотводчики. В боковых стенках чанов имеются монтажные и смотровые люки, а также аспирационные окна.

Перемешивание ядра в жаровне осуществляется горизонтально расположенными ножами, соединенными на вертикальном валу. Ножи в основном изготавливают из чугуна и устанавливают под углом $30\text{—}35^\circ$ к горизонту.

Вертикальный вал получает вращение от электродвигателя 1 через редуктор 2, расположенный над верхним чаном 3. В местах прохождения вала через днища первого, второго, четвертого и шестого чанов располагаются чугунные стаканы с бронзовыми втулками, предназначенными для уплотнения. В этих втулках имеются каналы и отверстия для ввода консистентной смазки через колпачковые масленки, расположенные с наружной стороны чанов. Вертикальный вал жаровни соединен с входным валом редуктора продольно-свертной соединительной муфтой, служащей одновременно в качестве предохранительной.

При попадании металла под ножи и заклинивании их срезаются болты, соединяющие половинки муфты. Для предотвращения пригорания ядра к днищу зазор между ним и ножом не должен превышать 2 мм.

Для перепуска ядра от верхних чанов к нижним в каждом из них имеется отверстие, где установлено перепускное устройство в виде секторного перепуска или клапана Линка. К клапанам привинчивается поплавковый щит, на валике которого вне чана закреплен рычаг, показывающий уровень ядра в чане жаровни. С повышением уровня ядра в чане поплавок щит поднимается и перекрывает перепускное устройство; с уменьшением количества ядра щит опускается и в чан поступает новая партия ядра. Толщину слоя ядра в чане регулируют грузом, закрепляемым на рычаге.

Для удаления паров, образующихся при сушке ядра, в обечайке каждого чана имеются вентиляционные окна, которые соединяются с вентиляционной трубой 4 патрубками. В них расположены заслонки для регулирования степени аспирации чанов.

Вентиляционная труба выводится через крышу наружу, а при принудительной вентиляции ее соединяют с вентилятором.

Для обеспечения нормальной работы жаровни необходимо поддерживать заданную температуру ядра на выходе из жаровни посредством автоматического регулятора температуры РДП, расположенного в нижнем чане; регулярно следить за наличием смазки в масленках и своевременно смазывать детали; перепускные клапаны, вентиляционные каналы и заслонки питателей периодически очищать от налипшей массы;

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

теплоизлучающие поверхности покрыть теплоизоляцией; ядро подавать на жаровню равномерно, не превышая ее производительности.

При увеличении нагрузки на электродвигатель или внезапной его остановке необходимо выключить питание электродвигателя, прекратить подачу ядра, перекрыть подачу пара во все чаны.

После устранения дефектов перед пуском следует проверить состояние ядра в чанах и в случае порчи его разгрузить чаны через крышки люков.

Техническая характеристика жаровни Ж-6

Производительность по ядру, т/сут.	40
Количество чанов, шт.	6
Диаметр чана (внутренний), мм	2200
Высота чана, мм	528
Рабочее давление пара, кгс/см ²	5
Общая поверхность нагрева жаровни, м ²	22
Частота вращения вала жаровни, об/мин	15-16
Мощность электродвигателя привода жаровни, кВт	20

1.2.2.4 Жаровня ZSL

Жаровни ZSL (рисунок 1.17) – одна из основных машин, входящих в состав оборудования для производства растительного масла. Данное оборудование предназначено для влаготепловой обработки мятки (жарение) с целью облегчения отделения масла (уменьшения сил молекулярного взаимодействия между маслом и твердыми частицами мятки).

Жарение мятки осуществляется следующим образом: производится увлажнение и нагревание мятки, затем пропаривание с доведением температуры и влажности до требуемых величин, затем высушивание увлажненной мятки с доведением ее температуры и влажности до эффективных для прессования величин. В результате достигаются оптимальные условия для отжима масла:

- снижение вязкости масла для улучшения его вытекания;
- инактивация ферментной системы мятки;
- достаточная пластичность мезги для брикетирования жмыховой ракушки.

Жаровня состоит из загрузочного устройства, собственно парового котла, паротрубной системы, водо - конденсационной трубной обвязки, экрана парового котла, выгрузного устройства, перепускных клапанов, трубной обвязки выпуска пара, смотрового отверстия, системы трансмиссии. Трансмиссия отличается компактной структурой, высоким КПД коробки передач, стабильной работой и низкой шумностью.

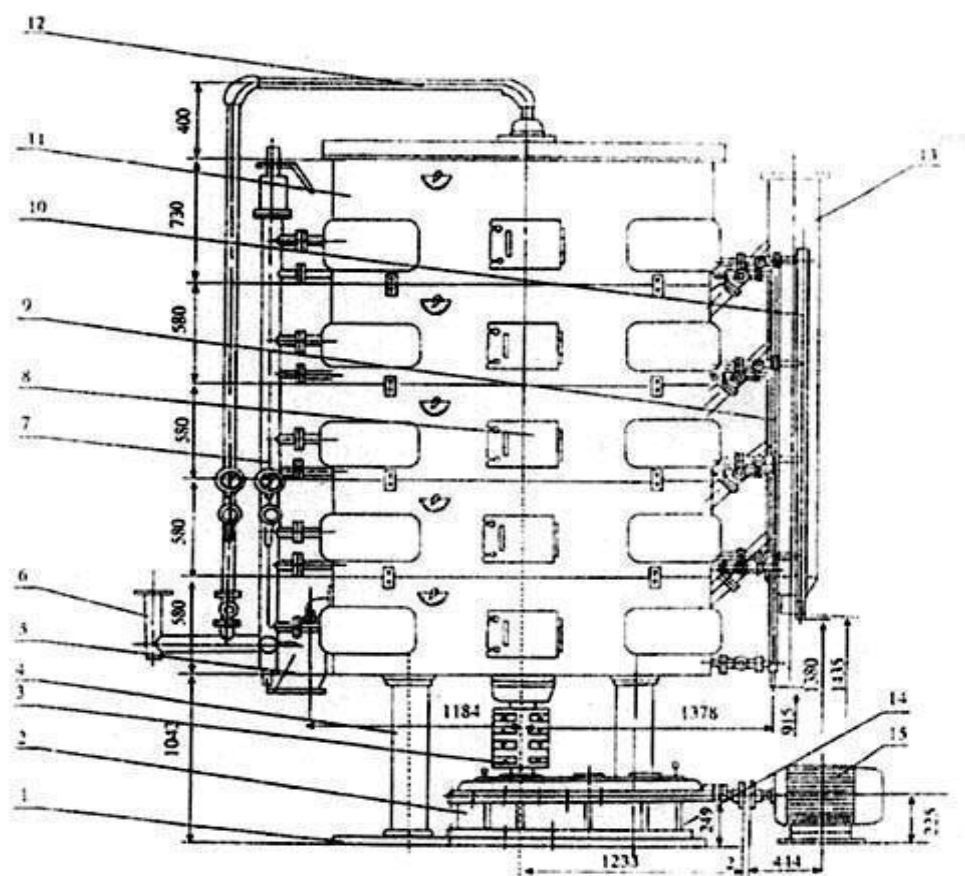


Рисунок 1.17 Чанная жаровня ZSL

Внутренний диаметр жаровни в зависимости от модели составляет 1500, 1800, 2100, 2400, 2500, 2800, 3000 или 3600 мм. Каждый чан жаровни оборудован скреперами для равномерного перемешивания мятки, приводимыми в движение от главного вала, соединенного с редуктором. Устройство впрыска острого пара находится под скреперами и вращается вместе с ним, что обеспечивает равномерное пароувлажнение мятки. Паровой котел оборудован устройством отвода избыточной влаги, образующейся в мятке при пароувлажнении. Каждый чан имеет свой перепускной клапан для контроля подачи мятки, внутренний датчик уровня подачи материала, внешний бегунок показа высоты слоя материала. Выгрузное устройство находится в днище нижнего чана.

Описание системы нагрева. Рабочими органами жаровни являются как боковые стенки каждого чана, так и их днище. Пар от бойлера подается на головку 6, от нее на парораспределительную трубу 7 и паровпускные трубы 12. Пар поступает одновременно и в паровую рубашку и к днищу каждого чана для нагрева, а также через 12 прямой пар поступает непосредственно в жаровню для выравнивания влажности мятки. Промежуточный отвод пара от боковых стенок осуществляется через 10, а от днища - через 9. Окончательно пар отводится через пароотвод 13.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

1.2.2.5 Жаровня Е8 – МЖА

Жаровня Е8-МЖА (рисунок 1.18) разработана и изготавливается ПО «Роспродмаш». Входит в комплект выпускаемого мини маслозавода. Жаровня предназначена для влаготепловой обработки мятки семян подсолнечника.

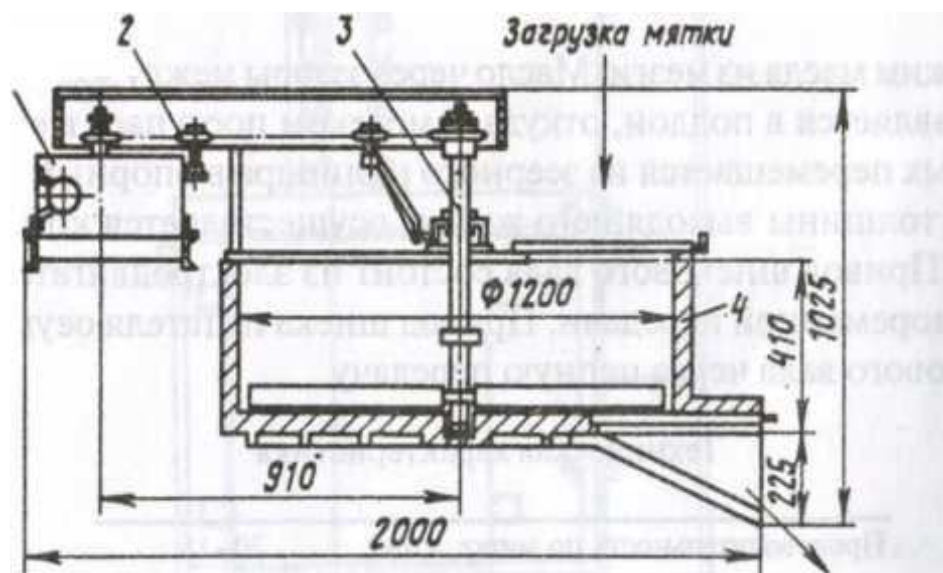


Рисунок 1.18 Чанная жаровня Е8-МЖА

Конструкция жаровни состоит из привода, цепной передачи, вала-мешалки и чана. Чан закрыт двумя крышками, на одной из которых имеется отверстие для засыпки мятки. Жарение происходит за счет тепла, получаемого в процессе сжигания лузги в печи. Перемешивание мятки осуществляется валом-мешалкой и двумя рыхлителями. Вращение валу-мешалке передается от привода через цепную передачу. В днище чана имеется закрываемый заслонкой люк, через который выходит маслянистая масса. Как правило, в маслоцехе устанавливается четвертая жаровня, предназначенная для выравнивания температуры продукта, поступающего из трех предыдущих жаровен.

1.2.2.6 Пятичанная жаровня ФП

Пятичанная жаровня (рисунок 1.19) отличается от шестичанной тем, что в них перепускные клапаны для мезги выполнены в виде заслонок, являющихся вместе с тем и поплавками.

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

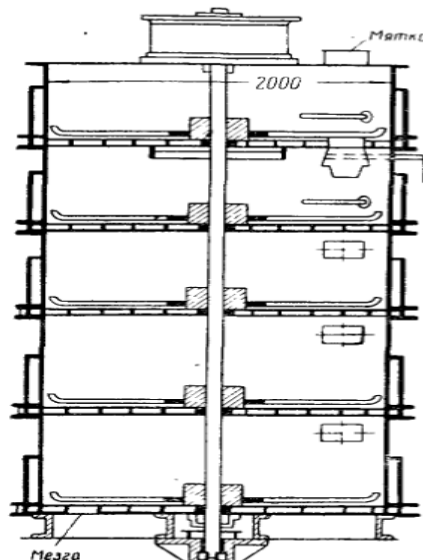


Рисунок 1.19 Принципиальная схема пятичанной жаровни

Внутренний диаметр чана 2000 мм, высота его 718 мм. Мешалки делают 35 об/мин. Поверхность нагрева всех рубашек обечаек 13,10 м², а всех днищ—15,14 м². Рабочее давление в рубашках 5 атм. (49·10⁴ Н/м²). Положительным в конструкции пятичанной жаровни является более высокий слой мезги в чанах, обеспечивающий лучшее само пропаривание ее, что особенно важно при переработке семян хлопчатника. Производительность жаровни 80 т в сутки подсолнечных семян при потребляемой мощности 24 кВт.

1.2.2.7 Шестичанная жаровня Ж – 68

Шестичанная жаровня Ж-68 (рисунок 1.20) предназначена для тепловой обработки мятки семян подсолнечника, хлопчатника, сои, арахиса, льна, конопли и других масличных культур с целью обеспечения наиболее выгодных условий отжима масла на шнековых маслопрессах.

Шестичанная жаровня Ж-68 входит в комплект маслоотжимного агрегате МПЖ-68, который включает в себя одну жаровню Ж-68 и два маслопресса МП-68 общей производительностью 150 тонн/сутки по переработке семян подсолнечника и 160 тонн/сутки по переработке высокосортных семян хлопчатника.

Возможна работа жаровни с одним маслопрессом, а также работа жаровни с другими типами маслопрессов.

Чаны в сборе включают в себя шесть чанов, расположенных вертикально друг на друге со смещением друг относительно друга на 20 градусов по часовой стрелке. Конструкция чанов сварная с толщиной внутренних боковых стенок 10 мм, наружных боковых стенок 8 мм и днищ 15 мм. Днища каждого чана и боковые стенки имеют паровые рубашки для

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

подачи в них глухого пара. Отвод конденсата из паровых рубашек производится через специальные отверстия в наружных обечайках чанов и пароотводящую систему в конденсационные аппараты.

Боковые стенки чанов имеют монтажные люки, закрываемые дверцами, смотровые окна, закрываемые дверцами, аспирационные окна и другие необходимые отверстия.

В обечайке нижнего чана имеются два окна для выпуска мезги в маслопресс, количество которой регулируется. Перемешивание мезги в жаровне осуществляется горизонтально расположенными ножами, насаженными на вертикальный вал, проходящий через все чаны жаровни. Вал получает вращение от электродвигателя через редуктор, расположенный над верхним чаном жаровни.

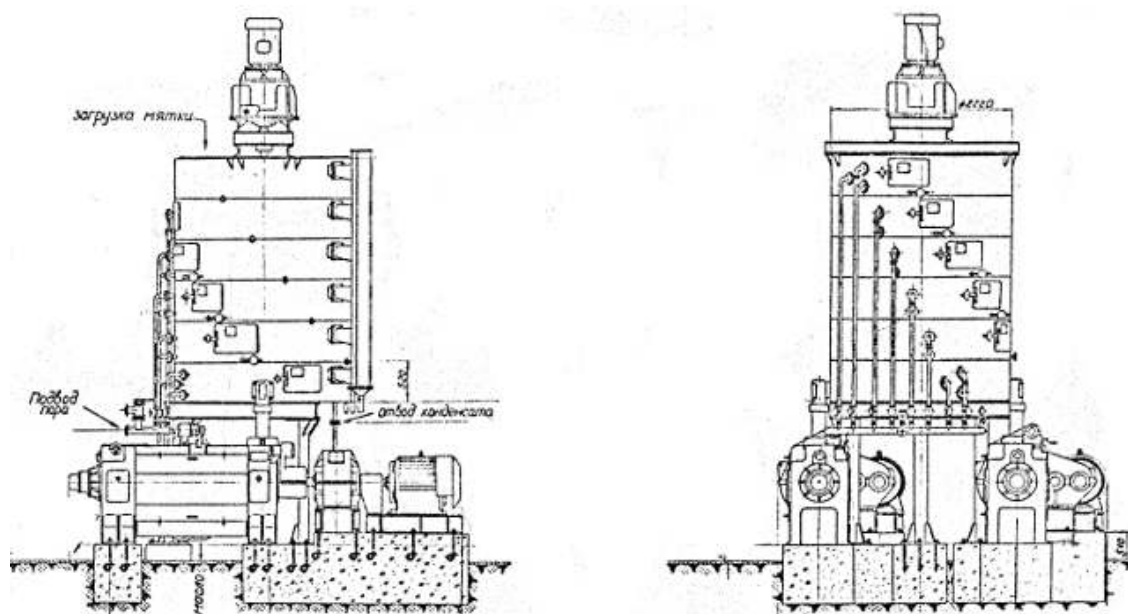


Рисунок 1.20 Жаровня Ж - 68

Для перепуска мезги из чана в чан в днище каждого чана (кроме нижнего) имеются отверстия, закрываемые клапанами. Толщина слоя мезги в чанах регулируется этими же клапанами. Для контроля уровня мезги в каждом чане имеются указатели уровня.

Смазка подшипников скольжения вала в чанах осуществляется через колпачковые масленки, расположенные с наружной стороны чанов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Растительные масла – это наиболее распространенный вид жиров, широко используемый в питании. Подсолнечное масло широко используется в качестве основного сырья при производстве маргарина и майонеза, а также при изготовлении овощных и рыбных консервов.

Растительные масла являются наиболее энергоемкими продуктами и основными источниками линолевой кислоты (витамина F) и витамина E. Преимуществами выпускаемой продукции служит низкая стоимость, высокое качество, использование только натурального сырья без добавления продуктов ГМО.

Технология производства растительного масла в настоящее время развита довольно хорошо, что позволяет получать масло с минимальными потерями. В практики производства растительных масел существуют два принципиально различных способа извлечения масла: 1) механический отжим масла - прессование и 2) растворение масла в легко летучих органических растворителях - экстракция. Эти два способа производства растительных масел используются либо самостоятельно, либо в сочетании одного с другим. В настоящее время для извлечения масла сначала используют способ прессования, при котором получают $\frac{3}{4}$ всего масла, а затем - экстракционный способ, с помощью которого извлекают остальное масло.

В данном проекте рассматривается линия по непрерывному производству подсолнечного масла, ведущим оборудованием которой является пресс – гранулятор Г-24 и шнековый экстрактор НД – 1250.

Особенностью использования в линии производства подсолнечного масла пресса - гранулятора является, то, что данный пресс осуществляет предварительный отжим масла из жмыха и формирование гранулированной стружки в технологической схеме форпрессование – экстракции. То есть его использование позволяет исключить ряд технологического оборудования для измельчения жмыха, так как жмых в данном прессе получается в виде сформированных гранул. Перед подачей данных гранул жмыха на дальнейшую экстракцию их необходимо охладить до температуры 50°C и выровнять влажность - кондиционировать. Влажность подсолнечных форпрессовых гранул при использовании экстрактора НД-1250 должна составлять 8-9 %.

Для кондиционирования жмыха используют охладители жмыха – кондиционеры. Одним из простых способов, часто используемых на предприятиях производства растительного масла, является использование в качестве кондиционера – жаровни. При этом в рубашку, расположенную в днище жаровни, подается холодная вода, а жмых последовательно проходит через чаны жаровни, перемещаясь с помощью мешалки.

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

Однако данный способ охлаждения гранул жмыха в жаровне имеет существенные недостатки, заключающиеся в следующем. В качестве лопастей мешалки в жаровне используются ножи, расположенные в каждом чане по четыре штуки. Использование для перемешивания гранул жмыха данных ножей приводит к переизмельчению гранул, что оказывает отрицательное воздействие на дальнейший процесс экстрагирования (извлечение масла в экстракторе происходит не равномерно; мисцелла насыщается мелкими частицами шрота, что затрудняет последующую фильтрацию). Кроме этого использование данной мешалки не позволяет достичь высокой интенсивности процесса теплообмена между гранулами жмыха и хладоносителем.

Принимая это во внимание, мною была предложена модернизация охладителя жмыха. Она заключается в установке новых лопастей мешалки, которые позволят интенсифицировать процесс теплообмена и сведут к минимуму процесс переизмельчения гранул жмыха.

С экономической точки зрения это позволит уменьшить на одну единицу количества охладителей жмыха (стало 4 вместо 5), что приведет к сокращению расхода воды и электроэнергии.

					<i>ЖОБ 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 ОБОРУДОВАНИЯ

После форпрессования оставшийся материал - жмых - направляется на экстракцию для окончательного извлечения из него масла. Предварительно он проходит соответствующую обработку, целью которой является создание оптимальной внешней и внутренней структуры для извлечения масла растворителем. Поскольку при мягких режимах жарения и прессования в материале может сохраняться значительное количество участков целых или слабо разрушенных тканей, необходимо провести их дополнительное разрушение. Важную роль играет и разрушение вторичных структур в жмыхе, образовавшихся в процессе жарения и прессования, так как в них остается какая-то часть запрессованного масла. Это достигается путем дробления жмыха, кондиционирования жмыховой крупки по влажности и температуре в ряде случаев - получения из крупки материала лепестковой структуры.

Для кондиционирования материала по температуре и влажности могут быть использованы любые жаровни - трех-, пяти- и шестичанные, имеющие тихоходные мешалки, которые в меньшей степени измельчают крупку при перемещении ее из чана в чан.

Общий вид охладителя жмыха представлен на рисунке 3.1. Охладитель состоит из шести чанов 1, установленных друг над другом с отставанием в горизонтальной плоскости 20° . Мешалки 2, представляющей собой вал с закрепленными на нем лопастями для перемешивания жмыха внутри чана. Сверху последний чан закрыт крышкой, на которой установлен привод мешалки на раме 3. Вся конструкция опирается на опору 4.

Основным элементом охладителя жмыха являются чаны. При этом в отличие от жаровни, в которой теплоноситель – пар подается в рубашку, расположенную в днище и стенке, в охладителе жмыха хладоноситель – вода температурой 20°C подается только в рубашку днища чана.

В первом чане для увлажнения жмыха имеется система подачи воды. Вода подается по средствам форсунок на слой материала. Температура подаваемой воды составляет 20°C , давление воды – 2,5 атм. Для подачи и вывода воды из рубашки днища имеются патрубки, давление подаваемой в рубашку воды также составляет 2,5 атм.

Для перепуска материала из чана в днищах предусмотрены перепускные отверстия. Автоматический перепуск с поддержанием заданного уровня материала в чанах обеспечивается перепускными клапанами Линка.

Для отвода паров, образующихся при охлаждении жмыха в чанах охладителя, имеется аспирационная система, которая представляет собой трубу - стояк, соединенную индивидуально с каждым чаном. Тяга в аспирационной системе естественная.

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

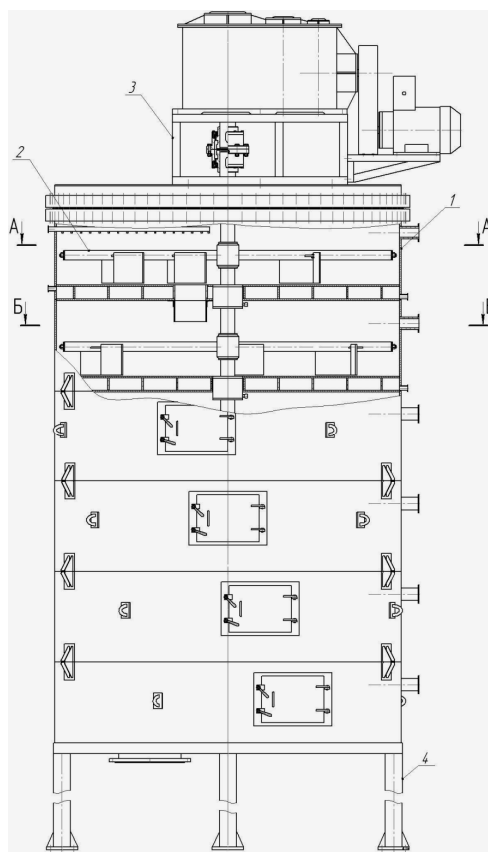


Рисунок 3.1 Охладитель жмыха

Для перемешивания материала и его продвижения, по геометрической оси чанов проходит вал, к которому в каждом чане крепятся двухлопастные мешалки, называемые ножами. Нижняя плоскость ножей проходит практически вплотную к днищу. Рабочая передняя плоскость ножей, которая при вращении мешалки непосредственно оказывает давление на слой обрабатываемого материала, наклонена к горизонтальной плоскости под углом от 45° . В месте закрепления ножей на валу для предохранения их от проворачивания имеется шпонка. Мешалка приводится во вращение с помощью привода, установленного на крышке. Привод состоит из электродвигателя и трехступенчатого коническо-цилиндрического редуктора.

Охладитель работает следующим образом. Материал через впускное отверстие в крышке поступает в первый чан, где интенсивно орошается водой и перемешивается мешалкой. С помощью мешалки материал продвигается по днищу чана и, охлаждаясь, при взаимодействии с хладоносителем, циркулирующем в днище чана, через перепускной клапан попадает в следующий чан. Так, пройдя последовательно все шесть чанов, материал попадает в разгрузочный патрубок.

Рассмотренная конструкция охладителя жмыха имеет существенный недостаток – недостаточная интенсивность теплообмена между жмыхом и теплоносителем и переизмельчение жмыха лопастями мешалки.

Для устранения этого недостатка мною была предложена модернизация, заключающаяся в установке реверсивных мешалок.

На рисунке 4.2 показаны конструкции реверсивных мешалок, с помощью которых осуществляется перемещение и перемешивание материала по дню чана от центра к периферии и от периферии к центру при вращении вала в одном и том же направлении.

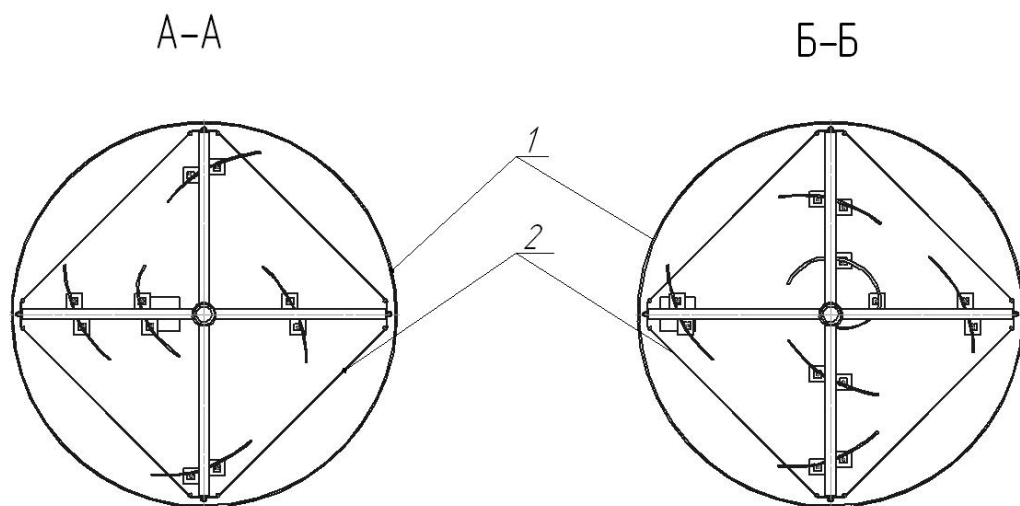


Рисунок 4.2 Схема реверсивных мешалок (место разрезов показано на рисунке 4.1)

A-A – центростремительная мешалка; Б-Б – центробежная мешалка

Каждая мешалка состоит из ступицы, в которую ввинчены четыре тяги. Ступица в виде двух полумуфт закреплена на валу болтами. Тяга состоит из двух частей: стержня, ввинченного в ступицу (крестовину), и распорной трубы, надетой на стержень. Для придания мешалке необходимой жесткости на тяги насажены планки из полосовой стали, образующей рамку в виде квадрата, закрепленные на тягах гайками. К тягам приварены стальные полки, на которых закреплены болтами дугообразные скребки, с помощью которых осуществляется перемещение материала в нужном направлении.

Предложенная модернизация позволит интенсифицировать теплообменный процесс. Что приведет к увеличению производительности охладителя и сокращению расхода охлаждающей воды и электроэнергии.

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

4 РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Определение конструктивных параметров жаровни

Для определения геометрических параметров чана охладителя необходимо знать время охлаждения жмыха. Как указывалось ранее, процесс охлаждения в чанном охладителе протекает в два периода: увлажнение и сушка жмыха. Увлажнение занимает 15-20% всего времени охлаждения, сушка – 85-80%. Для определения времени сушки жмыха можно воспользоваться формулой

$$\tau_{\text{суш}} = \frac{2,3 \cdot (\lg \omega_{\text{н}} - \lg \omega_{\text{к}})}{K}, \text{ мин.} \quad (4.1)$$

где $\omega_{\text{н}}$ – начальная влажность жмыха, %,
 $\omega_{\text{к}}$ – конечная влажность жмыха, %,
 K – постоянный коэффициент, мин⁻¹

Для определения коэффициента K воспользуемся номограммой, представленной на рисунке 4.1. Для определения коэффициента сушки на шкале 1 выбирается высота слоя жмыха в чане (высоту слоя жмыха принимаем 100 мм). Из этой точки проводят прямую на шкалу 3 через шкалу 2. На шкале 3 читаем величину коэффициента сушки при $n=10$ об/мин мешалки. Если запроектированная частота вращения мешалки иная (для принятого нами охладителя 10 об/мин), то из полученной точки на шкале 3 проводят горизонтальную прямую до шкалы 5 и отмечают полученную точку (б).

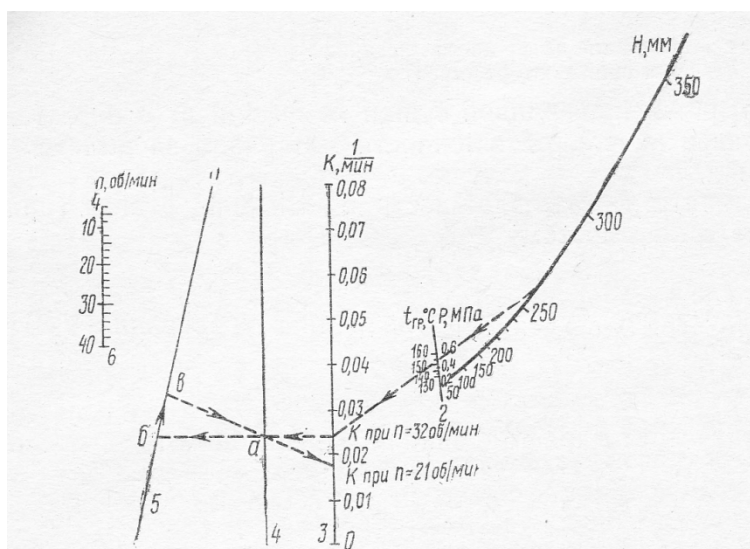


Рисунок 4.1 Номограмма для определения коэффициента сушки

Затем отрезок на дополнительной шкале 6, соответствующий разности между 32 об/мин и принятой частотой вращения мешалки, переносят в полученную точку б на шкале 5, откладывая его вверх или вниз по шкале от точки б. Если частота вращения мешалки принята менее 32 об/мин, то отрезок откладывают вверх от точки, при большей частоте - вниз.

Из вновь полученной точки в проводят прямую так, чтобы она проходила через точку (а) на вспомогательной шкале 4; пересечение проводимой прямой со шкалой 3 даст значение коэффициента сушки при принятой частоте вращения мешалки. По методике определяем коэффициент $K = 0,0036 \text{ мин}^{-1}$

$$\tau = \frac{2,3 \cdot (\lg 12,5 - \lg 6,5)}{0,0036} = 181,2$$

Зная время сушки определяем общее время охлаждения в охладителе по формуле

$$\begin{aligned} \tau &= 1,2 \cdot \tau_{\text{суш}}, \text{мин} \\ \tau &= 1,2 \cdot 181,2 = 217,5, \end{aligned} \quad (4.2)$$

Далее задаемся производительностью чанного охладителя (125 т/сут.) и количеством чанов (6 шт.). Определяем количество жмыха в одном чане по формуле

$$Q = \frac{\Pi}{\tau \cdot y}, \text{кг} \quad (4.3)$$

где Π – производительность, кг/ч (работает охладитель 14 часов в сутки),

y – количество чанов, шт.

$$Q = \frac{8928,5}{3,62 \cdot 6} = 410,5$$

Объем жмыха, находящегося в чане определяем по формуле

$$V = \frac{Q}{\rho}, \text{м}^3 \quad (4.4)$$

где ρ – плотность жмыха, кг/м³

$$V = \frac{410,5}{1100} = 0,373$$

Определяем диаметр чана охладителя по формуле

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot l}}, \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

где l – высота слоя жмыха в чане, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,373}{3,14 \cdot 0,1}} = 2,18$$

Принимаем диаметр чана охладителя равным 2,2 м.

4.2 Определение мощности привода мешалки

Мощность привода мешалки может быть определена по приближенному эмпирическому уравнению

$$N = z \cdot \rho^V \cdot (0,523 \cdot \sqrt{n} - 1) \cdot n \cdot L^{3,1} \cdot H^{2,25} \cdot b \cdot \sin \alpha \cdot (0,11 + 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot \tau) \cdot \vartheta, \text{ кВт} \quad (4.6)$$

где z – количество чанов, шт.,

ρ^V – объемная масса жмыха, кг/м³,

n – частота вращения мешалки, об/мин

L – длина лопастей, м,

H – высота слоя жмыха над ножом, м,

b – высота лопасти, м,

α – угол наклона лопасти к горизонту, град.,

ϑ – коэффициент формы лопасти

$$N = 6 \cdot 2550 \cdot (0,523 \cdot \sqrt{10} - 1) \cdot 10 \cdot 1,075^{3,1} \cdot 0,01^{2,25} \cdot 0,18 \cdot \sin 85 \cdot (0,11 + 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot 13050) \cdot 2100 = 8,1$$

Мощность привода мешалки принимаем равную 10 кВт.

4.3 Кинематический расчет привода вала мешалки

Кинематическая схема привода вала мешалки представлена на рисунке 4.3. Привод осуществляется от электродвигателя, клиноременной передачи и трехступенчатого коническо - цилиндрического редуктора.

Общее КПД привода определяется по формуле

$$\eta_{\text{прив.}} = \eta_{\text{рем.}} \cdot \eta_{\text{цил.}}^2 \cdot \eta_{\text{кон.}} \cdot \eta_{\text{муф.}} \cdot \eta_{\text{под.}} \quad (4.7)$$

где $\eta_{\text{рем.}}$ – КПД ременного вариатора скорости,

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

$\eta_{\text{цил.}}$ – КПД зубчатой цилиндрической передачи,
 $\eta_{\text{кон.}}$ – КПД зубчатой конической передачи,
 $\eta_{\text{муфт.}}$ – КПД муфты,
 $\eta_{\text{под.}}$ – КПД подшипника

$$\eta_{\text{прив.}} = 0,96 \cdot 0,98^2 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,99^5 = 0,83$$

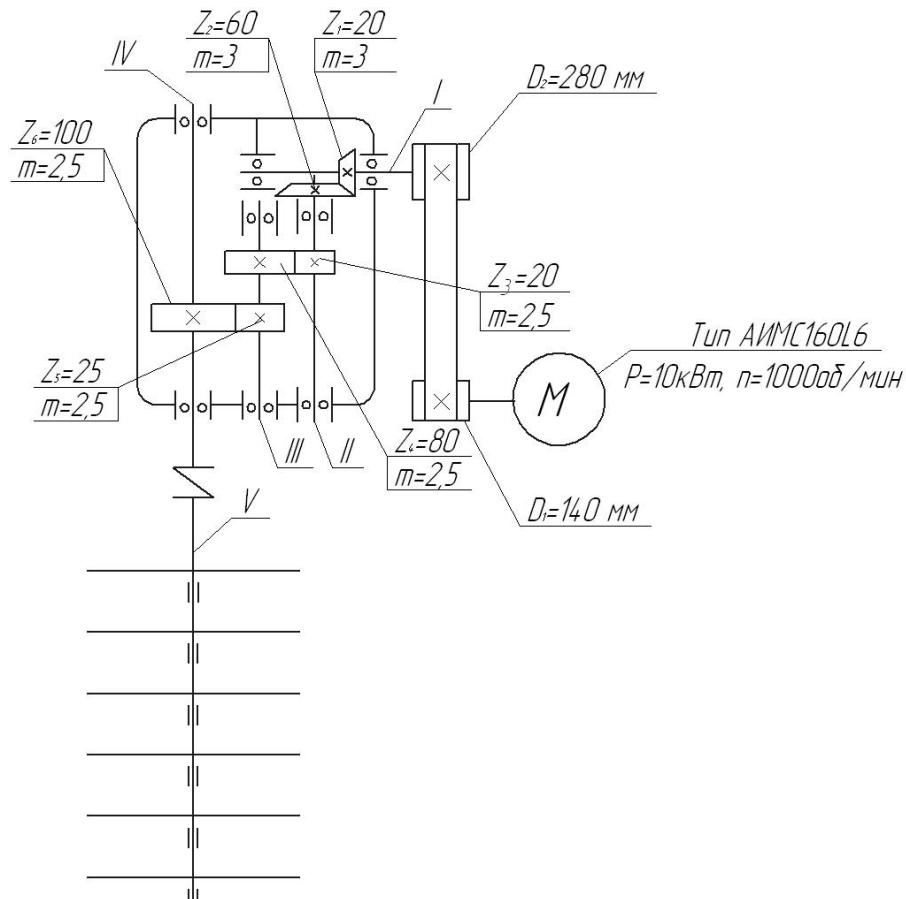


Рисунок 4.3 Кинематическая схема привода вала мешалки

Зная мощность, необходимую для проведения процесса и общее КПД привода можно определить мощность требуемого электродвигателя привода $P_{\text{дв}}$, кВт по формуле

$$P_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta_{\text{прив.}}}, \text{ кВт} \quad (4.8)$$

$$P_{\text{дв}} = \frac{8,1}{0,83} = 9,8$$

Принимаем электродвигатель марки АИМС160L6 ($P=10\text{кВт}$, $n_{\text{дв}}=965\text{об/мин}$).

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

Определяем передаточные отношения передач, входящих в привод. Передаточное число первой передачи U_1 определяется по формуле

$$U_1 = \frac{D_2}{D_1}, \quad (4.9)$$

где D_1 – диаметр ведущего шкива, мм,
 D_2 – диаметр ведомого шкива, мм,

$$U_1 = \frac{280}{140} = 2$$

Передаточное число второй передачи U_2 определяется по формуле

$$U_2 = \frac{z_2}{z_1}, \quad (4.10)$$

где z_1 – число зубьев ведущего колеса,
 z_2 – число зубьев ведомого колеса,

$$U_2 = \frac{60}{20} = 3$$

Передаточное число третьей передачи U_3 определяется по формуле

$$U_3 = \frac{80}{20} = 4$$

Передаточное число четвертой передачи U_4 определяется по формуле

$$U_4 = \frac{100}{25} = 4$$

Определяем общее передаточное число привода

$$\begin{aligned} U_{\text{общ}} &= U_1 \cdot U_2 \cdot U_3, \\ U_{\text{общ}} &= 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 = 96 \end{aligned} \quad (4.11)$$

Определяем частоты вращения вала передачи n_i , об/мин

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{n_{\text{дв}}}{U_1}, \frac{\text{об}}{\text{мин}}, \\ n_1 &= \frac{965}{2} = 482,5 \end{aligned} \quad (4.12)$$

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

$$n_2 = \frac{n_1}{U_2} \cdot \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (4.13)$$

$$n_2 = \frac{482,5}{3} = 160,8$$

$$n_3 = \frac{n_2}{U_3} \cdot \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (4.14)$$

$$n_3 = \frac{160,8}{4} = 40,2$$

$$n_4 = \frac{n_3}{U_4} \cdot \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (4.15)$$

$$n_4 = \frac{40,2}{4} = 10,05$$

$$n_5 = n_4 = 10,05 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определим на сколько полученное значение вращения вала мешалки от привода отличается от требуемого

$$\Delta n = \left| \frac{n_4 - n}{n_4} \right| \quad (4.16)$$

$$\Delta n = \left| \frac{10,05 - 10}{10,05} \right| = 0,005$$

То есть разница между полученным и требуемым значением вращения мешалки не превышает 0,5 %, что удовлетворяет требованиям.

Определяем угловые скорости вращения валов передачи ω_i , с^{-1} по общей формуле

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_i}{30} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (4.17)$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 482,5}{30} = 50,5,$$

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 160,8}{30} = 16,8,$$

$$\omega_3 = \frac{3,14 \cdot 40,2}{30} = 4,2$$

$$\omega_4 = \frac{3,14 \cdot 10,05}{30} = 1,05$$

$$\omega_5 = \omega_4 = 1,05 \text{ с}^{-1}$$

Определяем мощность на каждом валу привода.

Мощность на валу электродвигателя $P_{\text{эл.дв}} = 10 \text{ кВт}$

Мощность на остальных валах P_i , кВт определяется по формуле

$$P_I = P_{\text{эл.дв.}} \cdot \eta_{\text{рем.}} \cdot \eta_{\text{под}}, \text{ кВт}, \quad (4.18)$$

$$P_I = 10 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 9,504,$$

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

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_{\text{кон.}} \cdot \eta_{\text{под.}}, \text{кВт}, \quad (4.19)$$

$$P_{II} = 9,504 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 9,13,$$

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{\text{цпл.}} \cdot \eta_{\text{под.}}, \text{кВт}, \quad (4.20)$$

$$P_{III} = 9,13 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 8,85,$$

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{\text{цпл.}} \cdot \eta_{\text{под.}}, \text{кВт}, \quad (4.21)$$

$$P_{IV} = 8,85 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 8,59,$$

$$P_V = P_{IV} \cdot \eta_{\text{муф.}} \cdot \eta_{\text{под.}}, \text{кВт}, \quad (4.22)$$

$$P_V = 8,59 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 8,33$$

Определяем вращающий момент на валах передачи T_i , Н•м по общей формуле

$$T_i = \frac{P_i \cdot 10^3}{\omega_i}, \text{Н} \cdot \text{м}, \quad (4.23)$$

$$T_1 = \frac{9,504 \cdot 10^3}{50,5} = 188,2,$$

$$T_2 = \frac{9,13 \cdot 10^3}{16,8} = 543,5,$$

$$T_3 = \frac{8,85 \cdot 10^3}{4,2} = 2107,1,$$

$$T_4 = \frac{8,59 \cdot 10^3}{1,05} = 8181$$

$$T_5 = \frac{8,33 \cdot 10^3}{1,05} = 7933,3$$

4.4 Расчет ременной передачи

Произведем расчет ременной передачи для привода вала мешалки. Диаметр меньшего шкива определяется по формуле

$$d_1 = 3 \dots 4 \cdot \sqrt[3]{T_1}, \text{мм}, \quad (4.24)$$

где T_1 – крутящий момент на ведущем валу (вал электродвигателя), Н•м,

$$d_1 = 3 \cdot \sqrt[3]{98,9 \cdot 10^3} = 138$$

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 17383-73, $d_1 = 140$, мм

Диаметр ведомого шкива определяется по формуле

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

$$d_2 = d_1 \cdot U \cdot (1 - \varepsilon), \text{ мм}, \quad (4.25)$$

где U – передаточное отношение ременной передачи,
 ε - коэффициент скольжения,

$$d_2 = 140 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01) = 277,2$$

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 17383-73, $d_2 = 280$, мм

Межосевое расстояние a_{\min}, a_{\max} определяют в интервале по формуле

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (4.26)$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (4.27)$$

где T_0 - высота сечения ремня

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (140 + 280) + 10 = 241,$$

$$a_{\max} = 140 + 280 = 420$$

Межосевое расстояние принимаем $a=330$ мм.

Длину ремня определяют по формуле

$$L = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}, \text{ мм}, \quad (4.28)$$

$$L = 2 \cdot 330 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (140 + 280) + \frac{(280 - 140)^2}{4 \cdot 330} = 1334,5$$

Полученный результат округляем до стандартного значения по ГОСТ 1284.1-89, $L_p = 1400$, мм. Принимаем ремень Б-1400Т ГОСТ 1284.1-89.

Уточняем межосевое расстояние по формуле

$$a = 0,25 \cdot \left[(L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 - 2 \cdot y} \right], \text{ мм}, \quad (5.29)$$

где L_p - расчетная длина ремня, мм

$$w = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2), \quad (4.30)$$

$$y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2, \quad (4.31)$$

$$w = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (140 + 280) = 659,7,$$

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

$$y = \left(\frac{280 - 140}{2} \right)^2 = 4900,$$

$$a = 0,25 \cdot \left[(1400 - 659,7) + \sqrt{(1400 - 659,7)^2 - 2 \cdot 4900} \right] = 363,4$$

Окончательное значение межосевого расстояния принимаем равное 365 мм. Угол обхвата меньшего шкива определяется по формуле

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (4.32)$$

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \frac{280 - 140}{365} = 158,1$$

Число ремней для передачи заданной мощности определяется по формуле

$$Z = \frac{P \cdot C_P}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z}, \quad (4.33)$$

где P_0 - мощность, допускаемая для передачи одним ремнем, кВт,
 C_L - коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, $C_L = 0,9$
 для ремня типа Б при длине 1400 мм,
 C_P - коэффициент режима работы, $C_P = 1$ для режима работы
 легкой тяжести,
 C_α - коэффициент угла обхвата, $C_\alpha = 0,97$ при угле обхвата $158,1^\circ$,
 C_Z - коэффициент, учитывающий число ремней в передаче,
 $C_Z = 0,95$

$$Z = \frac{10 \cdot 1}{4,1 \cdot 0,9 \cdot 0,97 \cdot 0,95} = 2,94$$

Принимаем количество ремней $Z = 3$

Расчетную скорость ремня определяем по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60}, \text{ м/с}, \quad (4.34)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,14 \cdot 965}{60} = 7,07$$

Предварительное натяжение ветвей клинового ремня определяется по формуле

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

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_P \cdot C_L}{Z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta \cdot V^2, \text{Н}, \quad (4.35)$$

где θ - коэффициент, учитывающий центробежную силу, $\theta = 0,3 \frac{(H \cdot c^2)}{м^2}$
для ремня типа Б

$$F_0 = \frac{850 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,9}{3 \cdot 7,07 \cdot 0,97} + 0,3 \cdot 7,07^2 = 386,8$$

Силу действующую на валы определяем по формуле

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \text{Н}, \quad (4.36)$$

$$F_B = 2 \cdot 386,8 \cdot 3 \cdot \sin \frac{158,1}{2} = 2278,5$$

Число пробегов ремня определяем по формуле

$$\lambda = \frac{V}{L}, c^{-1}, \quad (4.37)$$

$$\lambda = \frac{7,07}{1400} = 0,00505$$

Коэффициент, учитывающий влияние передаточного отношения определяют по формуле

$$C_U = 1,5 \cdot \sqrt[3]{U - 0,5}, \quad (4.38)$$

$$C_U = 1,5 \cdot \sqrt[3]{2 - 0,5} = 1,71$$

Рабочий ресурс ремней, ч

$$H_0 = N_{0ц} \cdot \frac{L_p}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1}, \text{ч.}, \quad (4.39)$$

где $N_{0ц}$ - базовое число циклов,
 L_p - расчетная длина ремня, м,
 d_1 - диаметр меньшего шкива, м,
 n_1 - частота вращения, об/мин,

$$H_0 = 4,7 \cdot 10^6 \cdot \frac{1400}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,14 \cdot 965} = 258386,3$$

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

4.5 Расчет фланцевого соединения

Рассчитываем фланцевое соединение крышки с первым чаном жаровни. Диаметр аппарата 2200 мм. Давление в места установки фланцевого соединения отсутствует, а температура не более 85⁰С. Толщина стенки аппарата $\delta=10$ мм.

Ориентировочно принимаем внутренний диаметр фланца 2200 мм, наружный диаметр привалочной поверхности 2220 мм, наружный диаметр фланца 2300 мм; диаметр болтовой окружности $D_6 = 2280$ мм; толщину фланца $\delta=75$ мм; размер выступа привалочной поверхности 10 мм; толщину прокладки $\delta_n = 4$ мм; диаметр болта $d = 20$ мм.

Из этих данных находим ширину прокладки

$$b = \frac{D_{\text{пр.п.}} - D_{\Phi}}{2}, \text{ мм} \quad (4.40)$$

где $D_{\text{пр.п.}}$ – диаметр привалочной поверхности фланца, мм,

D_{Φ} – внутренний диаметр фланца, мм,

$$b = \frac{2220 - 2200}{2} = 10$$

Принимаем приварочные поверхности плоскими с двумя рисками.

Приведенная и эффективная ширина соответственно будет равна

$$b' = 0,5 \cdot b, \text{ мм}, \quad (4.41)$$

$$b_0 = 2,48 \cdot \sqrt{b}, \text{ мм}, \quad (4.42)$$

$$b' = 0,5 \cdot 10 = 5,$$

$$b_0 = 2,48 \cdot \sqrt{10} = 5,5$$

Расчетный диаметр прокладки, таким образом, будет равен

$$D_{\text{пр}} = D_{\text{пр.п.}} - 2 \cdot b_0, \text{ мм}, \quad (4.43)$$
$$D_{\text{пр}} = 2220 - 2 \cdot 5,5 = 2209$$

В качестве прокладочного материала выбираем поранит, находим коэффициент удельного давления ($m=2,0$) и посадочное напряжение (1,1МПа).

Нагрузка на боты от затяжки находим по формуле

$$Q_6 = \pi \cdot D_6 \cdot b_0 \cdot \sigma_n, \text{ Н}, \quad (4.44)$$

где σ_n - посадочное напряжение прокладки

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

$$Q_6 = 3,14 \cdot 2,28 \cdot 0,0055 \cdot 5,2 \cdot 10^6 = 204856,9$$

Болты будем изготавливать из стали 10. При значении предела прочности болтов равного $G=300$ МПа, допустимое напряжение будет равно

$$[G] = \frac{G}{[S]}, \text{ МПа,} \quad (4.45)$$

где $[S]$ – коэффициент запаса прочности

$$[G] = \frac{300}{6,5} = 46,2$$

Допустимую нагрузку на один болт определяем по выражению

$$q_6 = 0,785 \cdot (d - \delta_c)^2 \cdot [G], \text{ Н} \quad (4.46)$$

$$q_6 = 0,785 \cdot (0,0198 - 0,0008)^2 \cdot 46,2 \cdot 10^6 = 2610,1$$

Количество болтов определяется по формуле

$$n = \frac{Q_6}{q_6} \quad (4.47)$$

$$n = \frac{204856,9}{2610,1} = 78,5$$

Принимаем количество болтов, равное 80.

Фланцы изготавливаем из стали 40Х, для которой можно принять $[\sigma_n]=102$ МПа. Тогда толщина фланца по формуле

$$\delta_\phi = \sqrt{\frac{Q_6 \cdot (D_{нар.} - D_6) \cdot D_6}{n \cdot (\pi \cdot D_{нар.} - n \cdot d) \cdot [\sigma_n] \cdot d}}, \text{ м,} \quad (4.48)$$

$$\delta_\phi = \sqrt{\frac{204856,9 \cdot (2,34 - 2,28) \cdot 2,28}{80 \cdot (3,14 \cdot 2,34 - 80 \cdot 0,02) \cdot 102 \cdot 10^6 \cdot 0,02}} = 0,068$$

Толщину фланца окончательного принимаем (в соответствии со стандартом) равной 75 мм.

4.6 Расчет диаметра вала мешалки

В каждом из чанов вал закреплен в двух подшипниковых опорах сверху и снизу и при этом на каждой мешалке затрачивается одинаковое количество мощности. В виду этого достаточно проверить вал в одном из

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

чанов. Проверку на прочность, жесткость и виброустойчивость будем проводить в первом чане.

Определим внешние моменты, передаваемые мешалкой M_i , кгс·м, по формуле

$$M_i = 973,6 \frac{N_i}{n}, \text{ кгс} \cdot \text{м}, \quad (4.49)$$

Тогда:

$$M_1 = 973,6 \frac{5}{10} = 486,8$$

Находим полярный момент сопротивления вала, требуемый по условию прочности по формуле

$$W_p = \frac{[M_K]_{max}}{[\tau]}, \text{ см}^3, \quad (4.50)$$

где $[\tau]$ – допускаемое напряжение при кручении, кгс/см²,

Допускаемое напряжение при кручении $[\tau]$, кгс/см² определяется по формуле

$$[\tau] = \frac{\tau_{пред.}}{[n]}, \text{ кгс/см}^2, \quad (4.51)$$

где $\tau_{пред.}$ – предел текучести при сдвиге, кгс/см²,

$[n]$ – коэффициент запаса прочности,

$$[\tau] = \frac{1960}{3,5} = 560$$

$$W_p = \frac{48680}{560} = 86,9$$

Тогда диаметр вала можно определить по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_p}{0,2}}, \text{ см}, \quad (4.52)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{86,9}{0,2}} = 7,57$$

Проведем расчет вала мешалки на жесткость.

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

Находим полярный момент инерции по формуле

$$J_p = \frac{[M_K]_{max}}{\vartheta \cdot G}, \text{ см}^4, \quad (4.53)$$

где ϑ - наибольший угол закручивания, рад/см,

$$J_p = \frac{48690}{0,436 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^5} = 1395,9$$

Тогда диаметр вала можно определить по формуле

$$d = \sqrt[4]{\frac{J_p}{0,1}}, \text{ см}, \quad (4.54)$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{1395,9}{0,1}} = 8,86$$

Проведем расчет диаметра вала мешалки из условия виброустойчивости.

Условие виброустойчивости вращающегося вала, то есть условия, когда прогиб вала близок к допускаемому, для жестких валов выглядит следующим образом:

$$\omega \leq 0,7 \cdot \omega_{кр}, \quad (4.55)$$

где ω – рабочая угловая скорость вала, с^{-1} ,

$\omega_{кр}$ – критическая угловая скорость вала, с^{-1}

Критическую угловую скорость вала $\omega_{кр}$, с^{-1} можно определить по формуле

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{I}{\delta_{11} \cdot m}}, \text{ с}^{-1} \quad (4.56)$$

где I – момент сечения поперечного сечения вала,

δ_{11} – прогиб вала, м,

m – масса мешалки, кг

Момент сечения вала I с отверстием

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32}, \quad (4.57)$$

где d – диаметр вала, м

Вал с мешалкой представим в виде вала с приложенной в центре нагрузкой. Исходя из этого, определим значение прогиба вала δ_{11} , м

$$\delta_{11} = \frac{0,0625 \cdot L}{3 \cdot E}, \quad (4.58)$$

где L – длина вала, м,

E – модуль продольной упругости, Па

Приравняв выражения и подставив недостающие сомножители получим формулу для определения диаметра вала

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot m \cdot 0,0625 \cdot L \cdot \omega^2}{3 \cdot E \cdot \pi \cdot 0,7^2}} + d_0^4, \text{ м}, \quad (4.59)$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 5 \cdot 0,0625 \cdot 0,55 \cdot 1,05^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 3,14 \cdot 0,7^2}} + 0,01^4 = 0,003$$

Принимаем конечный диаметр вала для мешалки 90 мм.

4.7 Расчет зубчатой конической передачи на ЭВМ

Расчет зубчатой конической передачи, передающей вращающий момент с первого вала редуктора на промежуточный вал привода.

Расчеты представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Проектный расчет зубчатой конической передачи

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
<i>Исходные данные</i>		
Число зубьев	20	60
Внешний окружной модуль, мм	3	
Межосевой угол передачи	90°00'00"	
Угол профиля исходного контура	20°00'00"	
Коэффициент высоты головки зуба	1	
Коэффициент радиального зазора	0,2	
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	0,2	
Степень точности	7-С	7-С
Ширина зубчатого венца, мм	10	
Коэффициент смещения	+0,3821	-0,3821
Коэффициент изменения расчетной толщины зубьев	+0,034	-0,034
Радиус закругления вершины реза, мм	0,9119	
<i>Определяемые параметры</i>		
Число зубьев плоского колеса	63,24555	
Внешнее конусное расстояние, мм	94,86833	
Среднее конусное расстояние, мм	89,86833	
Средний окружной модуль, мм	2,84189	
Средний делительный диаметр, мм	56,83772	170,51317
Внутренний окружной модуль, мм	2,68377	
Угол делительного конуса	18°26'06"	71°33'54"
Передаточное число	3	
Внешняя высота головки зуба, мм	4,1463	1,8537
Внешняя высота ножки зуба, мм	2,4537	4,7463
Внешняя высота зуба, мм	6,6	6,6
Внешняя окружная толщина зуба, мм	5,64883	3,77595
Угол ножки зуба	1°28'54"	2°51'51"
Угол головки зуба	2°51'51"	1°28'54"
Угол конуса вершин	21°17'57"	73°02'48"
Угол конуса впадин	16°57'12"	68°42'03"
Внешний делительный диаметр, мм	60	180
Внешний диаметр вершин зубьев, мм	67,86705	181,17238
Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев, мм	88,68882	28,24143

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
<i>Измерительные параметры</i>		
Расчет внешней постоянной хорды зуба и высоты до постоянной хорды		
Внешняя постоянная хорда зуба, мм	4,98804	3,33425
Высота до внешней постоянной хорды зуба, мм	3,23855	1,24692
Расчет внешней делительной толщины зуба по хорде и высоты до хорды		
Половина внешней угловой толщины зуба	0,08932	0,00663
Внешняя делительная толщина зуба по хорде	5,64132	3,77592
Высота до внешней делительной хорды зуба	4,27243	1,85996
Расчет делительной толщины зуба по хорде и высоты до хорды в любом сечении по ширине зубчатого венца		
Преднамеренное смещение измерительного сечения, мм	1	1
Конусное расстояние до измерительного сечения, мм	93,86833	93,86833
Окружная толщина зуба в измерительном сечении, мм	5,58928	3,73615
Толщина зуба по хорде в измерительном сечении, мм	5,58185	3,73612
Высота зуба до хорды в измерительном сечении, мм	4,22107	1,83403

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
<i>Проверка качества зацепления по геометрическим показателям</i>		
Проверка отсутствия подрезания зубьев		
Минимальное число зубьев шестерни, свободное от подрезания	10,02221	
Коэффициент наименьшего смещения у шестерни	-0,23306	
Отсутствие подрезания зуба шестерни	выполнено	
Проверка по минимальному числу зубьев шестерни	выполнено	
Проверка внешней окружной толщины зуба на поверхности вершин		
Число зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	21,08185	189,73666
Делительный диаметр внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	59,91222	539,20998
Диаметр вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	68,20482	542,91738
Угол профиля зуба в точке на окружности вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	34°22'00"	21°02'55"
Внешняя окружная толщина зуба на поверхности вершин, выраженная в долях модуля	0,60336	1,32868
Проверка коэффициента торцевого перекрытия		
Коэффициент торцевого перекрытия	1,62457	

4.8 Расчет зубчатой цилиндрической передачи на ЭВМ

Расчет зубчатой цилиндрической передачи, передающей вращающий момент с промежуточный вала редуктора на выходной вал привода мешалки. Расчеты представлены в таблице 4.2.

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

Таблица 4.2 – Проектный расчет зубчатой цилиндрической передачи

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
<i>Исходные данные</i>		
Число зубьев	25	100
Модуль, мм	2,5	
Угол наклона зубьев	0°00'00"	
Угол профиля исходного контура	20°00'00"	
Коэффициент высоты головки зуба	1	
Коэффициент радиального зазора	0,25	
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	0,38	
Ширина зубчатого венца, мм	30	30
Коэффициент смещения исходного контура	+0,3	0
Степень точности	7-С	7-С
<i>Определяемые параметры</i>		
Передаточное число	4	
Межосевое расстояние, мм	156,98709	
Делительный диаметр, мм	62,5	250
Диаметр вершин зубьев D_a , мм	68,97418	254,97418
Диаметр впадин зубьев D_f , мм	57,75	243,75
Диаметр начальной окружности D_w , мм	62,79484	251,17934
Угол зацепления	20°43'35"	
<i>Контролируемые и измерительные параметры</i>		
Постоянная хорда, мм	3,94971	3,46762
Высота до постоянной хорды, мм	2,5183	1,85603
Радиус кривизны профиля R_{os} , мм	12,78973	44,5976
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке, мм	6,00348	37,4748
Условие $R_{os} > R_{op}$	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	4	12
Длина общей нормали, мм	27,21953 -0,055 -0,125	88,37516 -0,1 -0,2

Наименование параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Радиус кривизны профиля R_{ow} , мм	13,60976	44,18758
Радиус кривизны профиля R_{oa} , мм	18,08405	49,55538
Условие $R_{ow} < R_{oa}$	выполнено	выполнено
Диаметр ролика D_r , мм	4,315	4,315
Угол профиля на окружности центра ролика	26°04'47"	21°05'06"
Диаметр окружности через центр ролика, мм	65,38836	251,7802
Радиус кривизны профиля R_{om} , мм	12,2155	43,13152
Условие $R_{om} < R_{oa}$	выполнено	выполнено
Размер по роликам, мм	69,57433	256,0952
Условие $D_d + D_r > D_a$	выполнено	выполнено
Условие $D_d - D_r > D_f$	выполнено	выполнено
Нормальная толщина, мм	4,47295	3,92699
<i>Проверка качества зацепления по геометрическим показателям</i>		
Коэффициент наименьшего смещения X_{min}	-0,46222	-4,84889
Условие $X > X_{min}$	выполнено	выполнено
Радиус кривизны в граничной точке профиля R_{ol} , мм	5,57147	35,44301
Условие отсутствия интерференции $R_{ol} < R_{op}$	выполнено	выполнено
Условие отсутствия подрезания $R_{ol} > 0$	выполнено	выполнено
Нормальная толщина на поверхности вершин, мм	1,56019	2,0287
Коэффициент перекрытия	1,63686	

5 МОНТАЖНЫЙ ПРОЕКТ

5.1 Компоновка помещений и анализ функциональных связей

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 [34].

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 растительного масла и удобной компоновки цехов устанавливаем функциональные связи отделений [35].

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 растительного масла 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 [37].

					<i>ЖОБ 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 прессового цеха

№	Наименование отделения	Номер отделения													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Сырьевой цех	●													
2	Сушильно - очистительное отделение		●												
3	Склад хранения сырья			●											
4	Подготовительное отделение				●										
5	Прессовый цех					●									
6	Цех разлива						●								
7	Экспедиция							●							
8	Тарный цех								●						
9	Склад готовой продукции									●					
10	Лаборатория										●				
11	Моечное отделение											●			
12	Склад моющих средств												●		
13	Шоферская													●	
14	Экстракционный цех														●

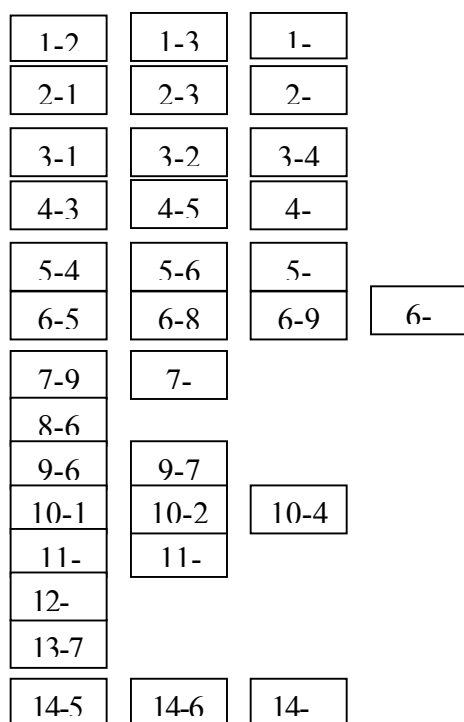


Рисунок 5.1 – Парные функциональные связи прессового цеха

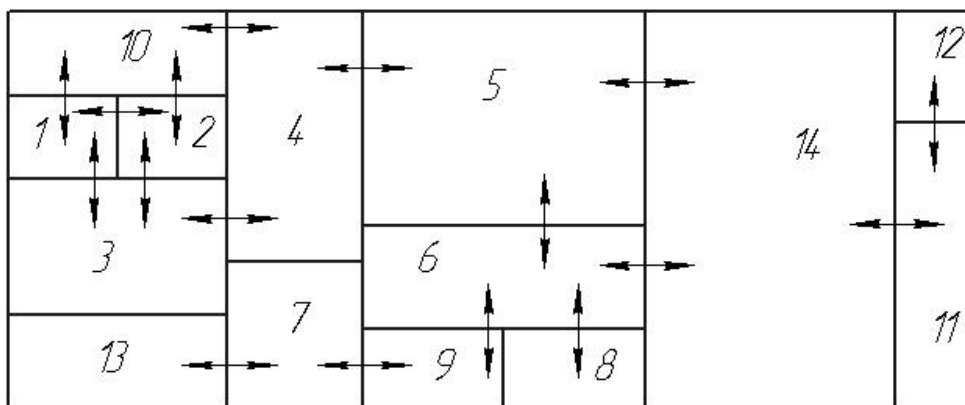


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема компоновки цехов

5.2 Расчет фундамента и болтов для крепления маслопресса Г-24

5.2.1 Расчет фундамента для маслопресса Г-24

Масса маслопресса 6180 кг (Вес 61,8 кН).

В виду того, что масса машины большая, а частота вращения шнека мала (18 об/мин) машину можно рассматривать, как статическую.

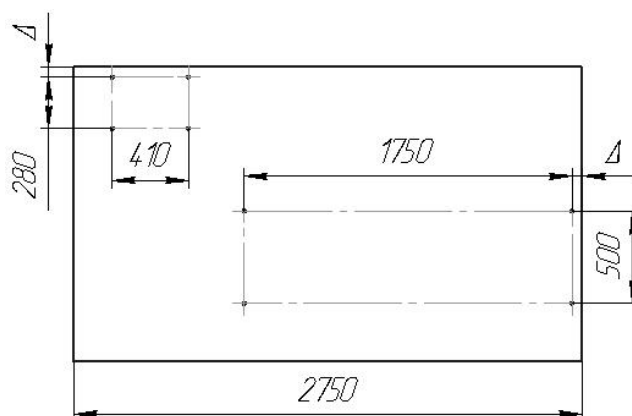


Рисунок 5.3 – Схема фундамента под маслопресс

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

$$F_{пл} = (2,75 + 2 \cdot 0,2) \cdot (1,6 + 2 \cdot 0,2) = 6,3$$

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

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

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

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

$$V_{пл} = 6,3 \cdot 0,7 = 4,41$$

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

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

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

$$G_{пл} = 4,41 \cdot 20 = 88,2$$

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, $\alpha = 0,9$

$$P = \frac{(61,8 + 88,2)}{(0,9 \cdot 4,41)} = 37,8 < [R_n] = 200$$

Что меньше допустимой нормативной нагрузки на грунт.

Следовательно, статическая прочность фундамента обеспечена.

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

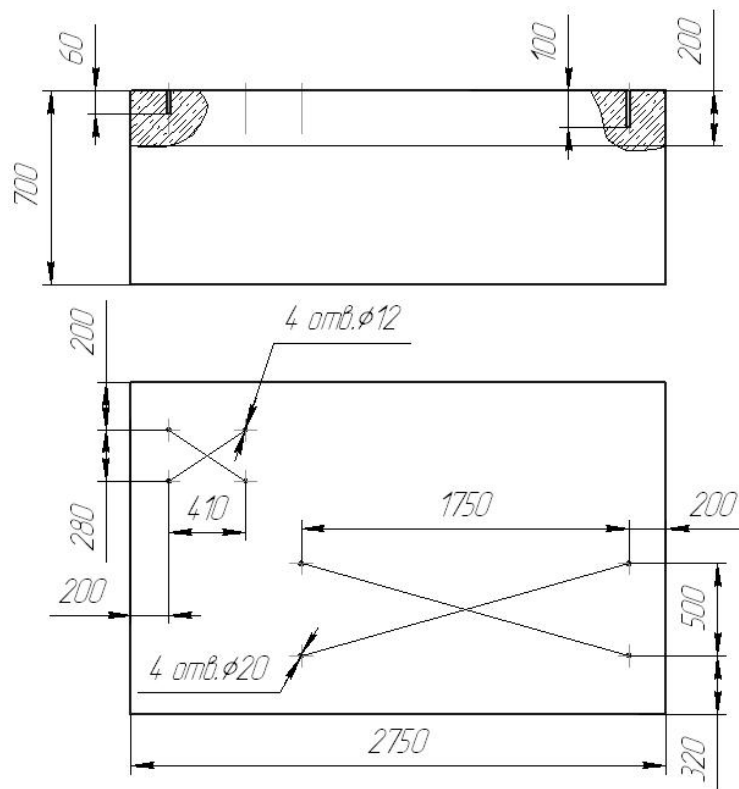


Рисунок 5.4 - Окончательная схема фундамента маслопресса

5.2.2 Расчет фундаментных болтов для маслопресса

5.2.2.1 Расчет фундаментных болтов под привод маслопресса

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

По таблице 4.1 для данного болта (конический с распорной втулкой) и способа его установки (в готовый фундамент) находим:

$X=0,65$, $K_{ст}=2,2$, $H=5d$.

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

$$P_3 = K_{ст} \cdot P(1 - x), \text{ Н} \quad (5.6)$$

где P - динамическая нагрузка ($P=G_M=13 \text{ кН}$ – вес привода)

$$P_3 = 2,2 \cdot 13000 \cdot (1 - 0,65) = 10010$$

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

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

$$S = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \text{ м}^2 \quad (5.7)$$

$$S = \frac{10010 + 0,65 \cdot 13000}{4 \cdot 170 \cdot 10^6} = 0,27 \cdot 10^{-4}$$

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

$$[\sigma_d] = \frac{0,278[\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu}, \text{ Па} \quad (5.8)$$

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

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

$$S_d = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_d]}, \text{ м}^2 \quad (5.9)$$

$$S_d = \frac{10010 + 0,65 \cdot 13000}{4 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 0,58 \cdot 10^{-4}$$

Так как $S > S_d$ оставляем для крепления привода маслопресса болт М12 (4 шт.). Глубина заделки болтов $H=60$ мм.

5.2.2.2 Расчет фундаментных болтов под корпус маслопресса

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

По таблице 4.1 для данного болта (конический с распорной втулкой) и способа его установки (в готовый фундамент) находим:

$$X=0,65, K_{ст}=2,2, H=5d.$$

Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов P_3 , Н, вычисляется по формуле (P - динамическая нагрузка ($P=G_M=48,8$ кН – вес корпуса))

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

$$P_3 = 2,2 \cdot 48800 \cdot (1 - 0,65) = 37576$$

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

$$S = \frac{37576 + 0,65 \cdot 48800}{4 \cdot 170 \cdot 10^6} = 1,52 \cdot 10^{-4}$$

По таблице принимается болт с резьбой диаметром М20, $S = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

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

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

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

$$S_d = \frac{37576 + 0,65 \cdot 48800}{4 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 2,03 \cdot 10^{-4}$$

Так как $S > S_d$ оставляем для крепления привода маслопресса болт М20 (4 шт.). Глубина заделки болтов $H=100$ мм.

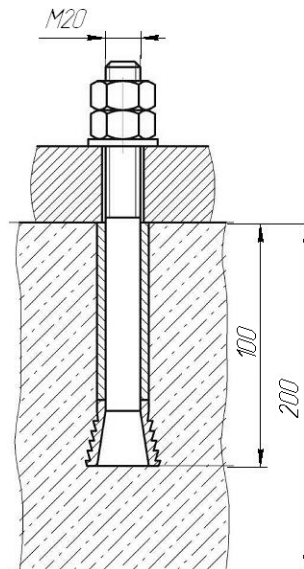


Рисунок 5.5 - Эскиз фундаментного болта для крепления корпуса маслопресса

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

5.3 Расчет фундамента и болтов для крепления охладителя жмыха

5.3.1 Расчет фундамента для охладителя жмыха

Масса охладителя жмыха заполненного продуктом 13000 кг (вес 130кН). Фундаментная площадка (сплошная плита) для охладителя жмыха представлена на рисунке 5.6.

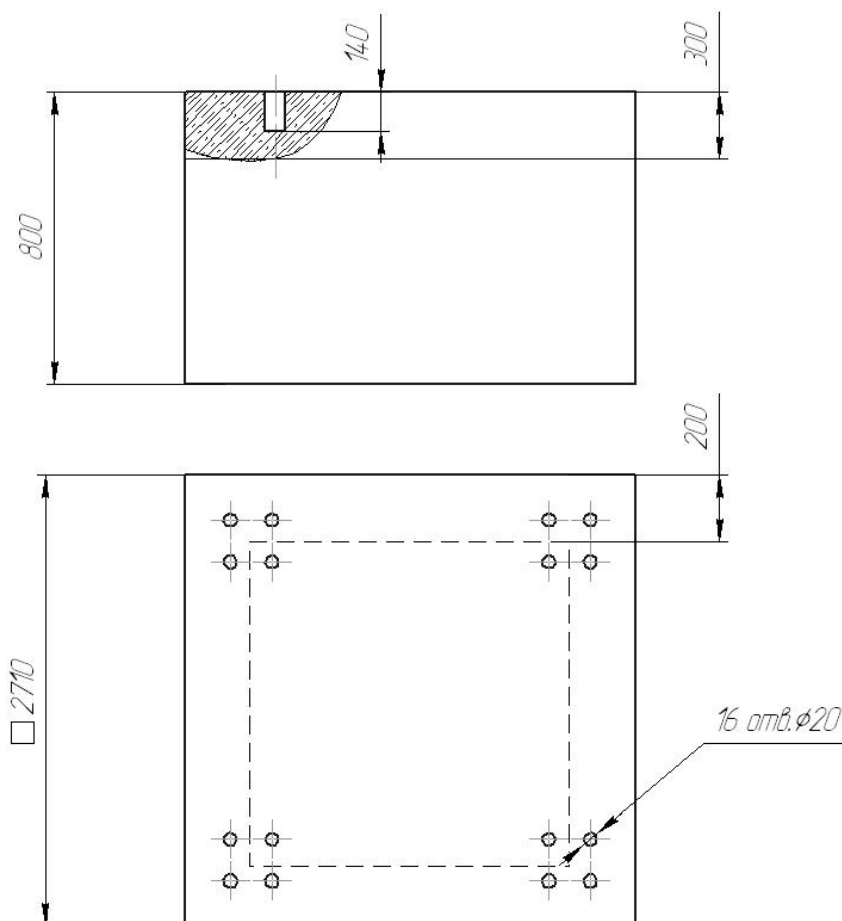


Рисунок 5.6 Фундамент под охладитель жмыха

Определим площадь подошвы фундаментной площадки по формуле

$$F = (a + 2 \cdot \Delta)(b + 2 \cdot \Delta), \text{ м}^2, \quad (5.10)$$

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

$$F = (2,31 + 2 \cdot 0,2)(2,31 + 2 \cdot 0,2) = 5,42$$

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

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

$$V = F \cdot H, \text{ м}^3 \quad (5.11)$$

где H - высота площадки, м,

$$H = H_1 + H_2, \text{ м}, \quad (5.12)$$

где H_1 – высота наземной части фундамента, м,
 H_2 – глубина заложения фундамента, м,

$$H = 0,3 + 0,5 = 0,8$$

$$V = 5,42 \cdot 0,8 = 4,336$$

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

$$G_{пл} = V \cdot \gamma, \text{ кН} \quad (5.13)$$

где γ - удельный вес бетона, кН/м³. $\gamma=20\text{кН/м}^3$

$$G_{пл} = 4,336 \cdot 20 = 86,7$$

Фактическое давление на грунт P , кПа вычисляется по формуле

$$P = \frac{(G_m + G_{пл})}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_n] = 200, \text{ кПа} \quad (5.14)$$

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

$$P = \frac{(130 + 86,7)}{(1 \cdot 5,42)} = 40 < [R_n] = 200$$

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

Динамический расчет фундамента.

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

$$P_z = P_M = 130\text{кН}$$

Фактическое давление на грунт P_ϕ , кПа при наличии вертикальной

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

составляющей рассчитывают по формуле

$$P = \frac{(G_M + G_{nz} + Pz)}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H], \quad (5.15)$$

$$P = \frac{(130 + 86,7 + 130)}{(1 \cdot 5,42)} = 64$$

Условие выполняется.

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле

$$A_z = K \cdot \frac{P_z}{G_o(N_z - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м} \quad (5.16)$$

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

$$N_z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_z \cdot F}{G_0}}, \quad (5.17)$$

где K_1 – коэффициент, $K_1=9,55 \text{ мин}^{-1}$,
 C_z – коэффициент упругости перекрытия, Н/м^2 , определяется по формуле

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (5.18)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{5,42}} = 1,37 \cdot 10^4,$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{1,37 \cdot 10^4 \cdot 5,42}{216700}} = 5,6$$

$$A_z = 90 \cdot \frac{130000}{216700(5,6 - 10^2)} = -0,006$$

Условие выполняется.

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

Амплитуда перемещений в горизонтальной плоскости A_x , м определяется по формуле

$$A_x = K \cdot \frac{P_x}{G_o(N_x^2 - n^2)} \leq [A_x] = 0,0002 \dots 0,0003 \text{ м} \quad (5.19)$$

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

$$N_x = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_x \cdot F}{G_o}}, \quad (5.20)$$

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

$$C_x = 0,5 \cdot C_z, \quad (5.21)$$

$$C_x = 0,5 \cdot 1,37 = 0,685 \cdot 10^4,$$

$$N_x = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{0,685 \cdot 10^4 \cdot 5,42}{216700}} = 3,95$$

$$A_x = 90 \cdot \frac{130000}{216700(3,95^2 - 10^2)} = -0,007$$

Условие выполняется.

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

$$0,7 \geq n / N_z \geq 1,3, \quad (5.22)$$

$$0,7 \leq 1,78 \leq 1,3,$$

$$0,7 \geq n / N_x \geq 1,3, \quad (5.23)$$

$$0,7 \leq 2,5 \geq 1,3$$

Расчет показал, что система работает вне зоны резонанса.

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

5.3.2 Расчет фундаментных болтов для крепления охладителя жмыха

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

Для данного болта и способа его установки находим:

$X = 0,65$, $K_{ст} = 2,2$, $H = 7d$.

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

$$P_з = K_{ст} \cdot P(1 - x), \quad (5.24)$$

где P - динамическая нагрузка ($P = G_M = 130 \text{ кН}$)

$$P_з = 2,2 \cdot 130000(1 - 0,65) = 100100$$

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

$$S = \frac{P_з + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.25)$$
$$S = \frac{100100 + 0,65 \cdot 130000}{16 \cdot 170 \cdot 10^6} = 0,68 \cdot 10^{-4}$$

Принимается болт с резьбой диаметром М20 с $S = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Проверяем сечение болта на выносливость.

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

$$[\sigma_d] = \frac{0,278[\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu} \quad (5.26)$$

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

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

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

Необходимую площадь сечения болта S_d , м^2 вычисляют по формуле

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

$$S_d = \frac{P_3 + xP}{z[\sigma_p]}, \quad (5.27)$$

$$S_o = \frac{100100 + 0,65 \cdot 130000}{16 \cdot 59,08 \cdot 10^6} = 1,95 \cdot 10^{-4}$$

Окончательно принимаем болт с резьбой диаметром М20.
Глубину заделки болтов Н, мм вычисляют по формуле

$$H = 7d, \quad (5.28)$$

$$H = 7 \cdot 20 = 140$$

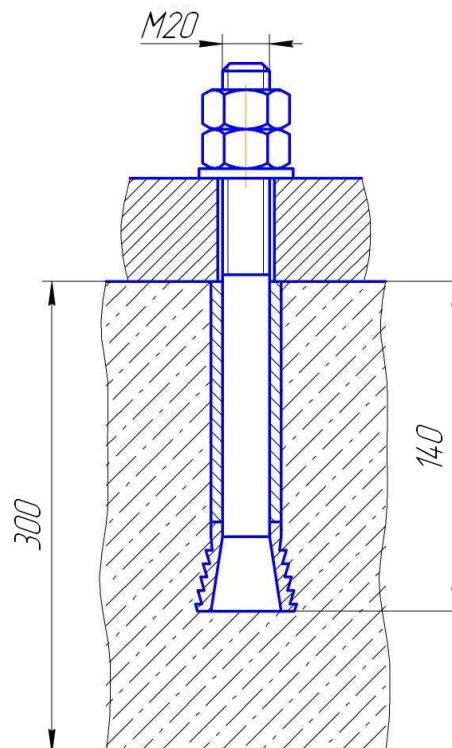


Рисунок 5.7 Эскиз фундаментного болта

5.4 Сетевой график монтажа оборудования

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.

Сетевое планирование обеспечивает руководителей и исполнителей на всех участках работы информацией, которая необходима им для принятия решений по организации, планированию и управлению [9, 33].

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.

Одним из видов оборудования цеха производства растительного масла является: пресс и охладитель жмыха.

Работы, выполняемые в процессе монтажа оборудования, минимальный и максимальный срок выполнения монтажных работ, а также резерв времени представлены в таблице 5.2.

Сетевой график монтажа представлен на рисунке 5.8.

Таблица 5.2 – Работы, выполняемые в процессе монтажа

№ п. п.	Наименование работ	Шифр работ	Продолжительность работ		Резерв времени
			Min	Max	
0	Приемка и ревизия оборудования	0-1	8	8,3	0,3
1	Расконсервирование оборудования	1-2	8	10	4
2	Транспортирование оборудования в цех	2-3	8	10	0,5
3	Изготовление опалубок	1-6	10	10,5	0,5
4	Разметка фундамента	1-7	5	6	1
5	Фиктивная работа	6-8	8	10	2
6	Рытье котлована	7-8	3	3,15	0,15
7	Сборка охладителя жмыха	3-4	7	12	2
8	Фиктивная работа	4-18	-	-	-
9	Сборка пресса	3-5	6	10	1,5
10	Фиктивная работа	5-18	-	-	-
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	17-18	1	1,6	0,2
21	Монтаж охладителя жмыха	18-19	1	2,5	0,3
22	Фиктивная работа	19-21	-	-	-
23	Монтаж прессы	18-20	1	2	0,5
24	Фиктивная работа	20-21	-	-	-
25	Испытание без нагрузки	21-22	1,8	2	0,5
26	Испытание под нагрузкой	22-23	2	2,3	0,5
27	Сдача в эксплуатацию	23-24	2	2,3	0,2

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

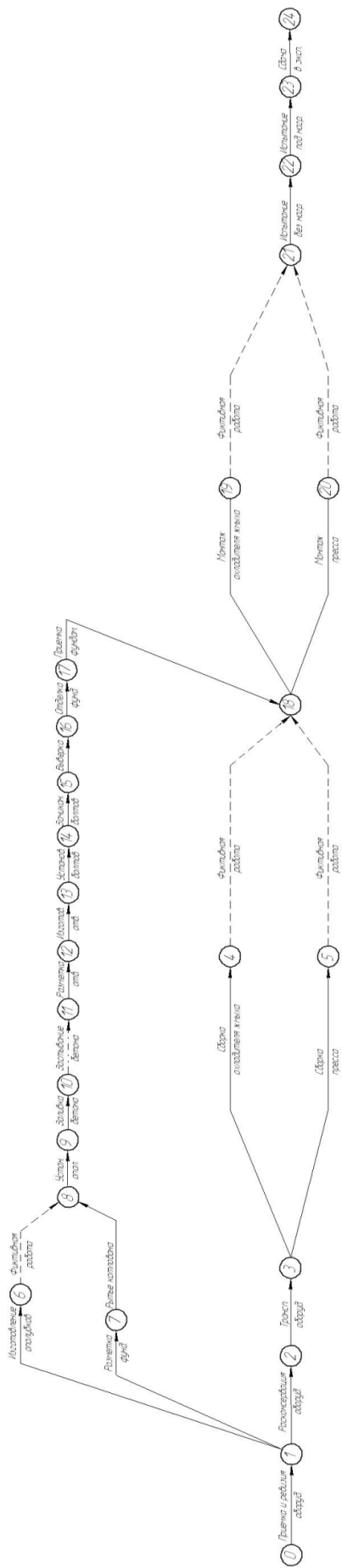


Рисунок 5.8 Сетевой график монтажа охладителя жмыха и пресса

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

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Экстракция является завершающим процессом в сложной технологии производства масел и жиров. Основное назначение экстракции – получение растительного масла из жмыха, содержание жиров в жмыхе составляет 11 – 18 %. Улавливание осуществляется путем дистилляции. В результате процесса получают экстракционное масло, отходы – шрот – содержание жиров составляет 1%.

6.1 Источники и виды выбросов

С увеличением производства растительных масел и других масложировых продуктов возрастает количество выбросов в атмосферу предприятиями масложировой промышленности.

Анализ выбросов в атмосферу приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Анализ выбросов в атмосферу предприятиями масложировой промышленности РФ

Выброшено, тыс. т			Уловлено и обезврежено, тыс. т		
2000г.	2002-2003 гг.	2005г.	2000 г.	2002-2003 гг.	2005 г.
53,6	50,0	71,2	41,5	39,5	56,4

Данные указаны для полноценных маслопрессовых и маслоэкстракционных заводов.

6.2 Защита водоемов от загрязнений

По характеру загрязнений воды, сбрасываемые масложировыми предприятиями, можно разделить на две основные группы [36, 38]:

- 1) условно чистые воды для охлаждения в теплообменном оборудовании через закрытую поверхность;
- 2) сточные воды, образующиеся в процессе производства.

Воды первой группы характеризуются повышенной температурой и относятся к чистым. Степень их загрязненности зависит, прежде всего, от качества воды, применяемой с целью охлаждения. Воды этой группы не должны смешиваться с производственными сточными водами, которые нуждаются в более тщательной очистке.

Воды второй группы относятся к стокам, сильно загрязненным органическими веществами (жирами, органическими кислотами, альдегидами и т.д.), которые находятся в виде взвешенных веществ и эмульсий. Количество и качество производственных сточных вод в

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

отдельных цехах неодинаковы, что обусловлено различиями в технологических процессах.

Сточные воды, отводимые из цеха экстракции, имеют температуру около 40°C. Они мутные, имеют желто-молочную окраску и отличаются резким запахом прогорклого жира. Окисляемость этих сточных вод в среднем 200 мг/дм³ и содержание жира - 200-2625,6 мг/дм³. Присутствующие в сточной воде органические азотистые вещества после нейтрализации сточных вод легко переходят в состояние гниения.

6.2.1 Методы очистки сточных вод

Очистка сточных вод, образующихся на различных стадиях производства, является завершающей технологической операцией переработки масел и жиров. Способы очистки подбираются для каждого цеха (отделения) применительно к конкретным условиям с учетом состава и количества загрязнений сточных вод.

Методы, применяемые для очистки производственных сточных вод, можно разделить на четыре группы: механические, химические, физико-химические, биологические.

В комплекс очистных сооружений, как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями химической, биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включаются сооружения глубокой очистки. Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживают. Образующийся на всех стадиях очистки осадок или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения промышленных предприятий, на сельскохозяйственные нужды или сбрасывают в водоем. Обработанный осадок утилизируют, уничтожают или складывают.

Механические методы очистки. Механическую очистку применяют для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Как правило, она используется для предварительной очистки, т.е. для подготовки сточных вод к биологической или физико-химической очистке, и обеспечивает снижение содержания взвешенных веществ до 90%, органических - до 20%. Механические методы предусматривают очистку сточных вод путем отстаивания, процеживания, центрифугирования и фильтрования. Содержащиеся в очищаемой воде грубодисперсные частицы и коллоидные примеси с плотностью, превышающей плотность воды, осаждаются под действием сил тяжести в отстойниках, жироловушках различного типа. Жироловушки бывают цеховые и дворовые, по форме прямоугольные или цилиндрические. Внутри жироловушек устанавливаются поперечные перегородки, не достигающие до дна. Назначение их - изменение

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

скорости движения и увеличение времени пребывания сточных вод в жироловушке с целью более полного отделения примесей. Цеховые жироловушки по размерам значительно меньше дворовых, и продолжительность отстаивания промстоков в них составляет 5-10 мин. Дворовые жироловушки рассчитываются на время пребывания в них стоков не менее 2 ч. Всплывающие на поверхность жировые и другие примеси, отделяемые от основной массы сточных вод вручную, с помощью специальных скребков или пневматических устройств, собираются в специальный сток жироловушки или бак, откуда периодически откачиваются на мыловаренный завод, уловленный жир или масла перетапливают и используют для получения технических жиров, масел, а также как кормовые добавки, а осевший шлам подвергают сжиганию.

Для очистки сточных вод от частиц суспензий можно использовать фильтрацию через различные ткани или зернистые материалы (фильтры).

Наиболее эффективным с точки зрения качества очистки этих вод является метод ультрафильтрации, представляющий собой супертонкую фильтрацию через полимерную пористую пленку (мембрану). Технологическая организация процесса разделения позволяет получать в результате два потока: очищенный и сконцентрированный, содержащий концентрат жиров и масел. Степень очистки воды составляет не менее 99 %, а содержание органики в ней обусловлено наличием растворимых веществ, в основном мыла, глицерина и т. д. Их при необходимости также можно удалить, применяя более тонкопористые мембраны (обратный осмос и нанофильтрацию).

В настоящее время в связи с действующими жесткими требованиями к защите окружающей среды, с учетом разработки и производства эффективных мембран, а также наличием оборудования настало время внедрения ультрафильтрации на предприятиях масложировой отрасли [32].

Концентрация жиров в исходной воде колеблется в пределах 10000-30000 мг/дм³, но в результате только первой стадии ультрафильтрации снижается до 150-300 мг/дм³. Установка работает периодически: накопленные исходные стоки из емкости при температуре 55°C поступают на установку, из которой выходит очищенная вода и подконцентрированный поток, который возвращается в емкость. Такая многократная циркуляция приводит к накоплению в концентрате жиров до концентрации 8-15% по массе, после чего емкость опорожняется. Данный концентрат вывозится на мыловаренный завод по выгодной цене, что существенно снижает эксплуатационные расходы.

Производительность установки составляет 1,5 м³/час, при этом она занимает площадь примерно 20 м² с зонами обслуживания (без баков). Потребляемая мощность – 7-10 кВт, масса – 1000 кг.

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

Для более тонкой очистки стоков от растворенных органических соединений и следов масел, а также для целей умягчения и обессоливания воды выпускается оборудование с мембранными элементами в виде рулонов.

Эффективность очистки с применением механических методов невелика (для жируловителей не превышает 60 %). Поэтому после механической очистки сточных вод следует использовать другие методы для выведения из них тонкодиспергированных, коллоидных и растворенных примесей.

Повышение эффективности работы сооружений механической очистки сточных вод позволяет сохранить объемы последующих сооружений и соответственно снизить капитальные и эксплуатационные затраты.

Биологический метод очистки основан на биологическом окислении содержащихся в сточных водах органических соединений.

Биологическое окисление осуществляется микроорганизмами (биоценозом), включающими множество различных бактерий. Такое разнообразие обусловлено наличием в очищаемой воде органических веществ различных классов.

Нормальный процесс биологического окисления органических загрязнений сточных вод должен обеспечиваться целым рядом условий. Если эти условия не соблюдаются, необходимо их корректировать: изменять температурный режим за счет подогрева и охлаждения сточных вод; осуществлять их нейтрализацию; при недостатке биогенных элементов в сточную воду добавлять их искусственно в виде суперфосфата, аммиачной воды, аммофоса и др. Биологическое окисление примесей сточных вод естественным образом включено в общий биологический круговорот биосферы. Каким бы сложным не было вещество, в природе находятся микроорганизмы, способные расщепить его полностью или частично. Таким образом, процессы биологического окисления в сооружениях далеко не всегда идут до конца, т.е. до образования CO_2 и H_2O . В воде после биологической очистки могут появляться вещества (промежуточные продукты), которых не было в исходной сточной воде, иногда даже более токсичные для водоемов, чем первоначальные соединения. Поэтому определение состава промежуточных и конечных продуктов процесса биологического окисления органических веществ – большая и очень сложная проблема, решение которой применительно к очистке сточных вод находится лишь в начальной стадии. Необходимость решения диктуется повышенными требованиями к стандартному состоянию водоемов, предупреждению из загрязнения и истощения.

Физико-химические методы очистки играют значительную роль при обработке производственных сточных вод. Они применяются и как самостоятельные, и в сочетании с механическими и биологическими методами очистки. В последние годы область применения физико-химических методов очистки расширяется, причем наиболее эффективно

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

применение этих методов при локальной очистке сточных вод промышленных предприятий. К физико-химическим способам очистки относятся коагуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, диализ и т.д.

Флотация - служит для очистки производственных сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, жиры, масла.

Различают следующие способы флотационной обработки сточных вод:

- флотация с выделением воздуха из раствора (вакуумные и напорные установки);

- флотация с механическим диспергированием воздуха (им-пелерная), осуществляемая путем механического диспергирования воздуха с помощью вращающейся турбины;

- флотация с подачей воздуха через пористые материалы;

- электрофлотация.

Применение того или иного способа флотации зависит от состава сточных вод, необходимой степени очистки и обосновывается технико-экономическими расчетами.

Для полной очистки жиросодержащих сточных вод рекомендуется применять два метода очистки: биофлотационный способ и способ напорной флотации.

Бесфлотационный способ очистки сточных вод. Масложиродержащие сточные воды, к которым относятся промывная вода после щелочной нейтрализации, мойки за жиренной аппаратуры, стирки промасленных салфеток, рекомендуется обрабатывать раствором хлористого кальция. При этом образуются не растворимые в воде кальциевые мыла. Эти мыла в момент образования и выдержки адсорбируют на себе жировые частицы, которые вместе с кальциевыми мылами легко отделяются от воды фильтрацией.

Напорная флотация. Сточные воды обрабатываются специальным реагентом (коагулянтом) и воздухом под давлением. В качестве коагулянта используется сернокислый алюминий, который в результате гидролиза образует гидроксид алюминия, обладающий свойством адсорбировать на своей поверхности загрязнения. Мельчайшие пузырьки воздуха, выделяющиеся из жидкости при снижении давления, прилипают к жировым частицам и выносят их на поверхность сточных вод. Очистку можно производить в одну или две ступени.

Оба этих метода применяют на крупнотоннажных маслозаводах и жирокOMBинатах.

Главными условиями для очистки методом флотации являются контакт достаточного количества пузырьков воздуха с удаляемыми веществами и их способность прочно закрепить частицы веществ.

На практике чаще всего используется рециркуляционный метод флотации, при котором часть оттока циркулирует и смешивается с притоком.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Этот метод имеет ряд преимуществ перед другими методами очистки: хлопья, имеющиеся в притоке или образовавшиеся на предыдущем этапе, не разрушаются при разрежении и не ухудшают результат флотации; значительно снижается опасность возникновения нарушений (закупорка вентиляционных клапанов и т.д.); можно на некоторое время увеличить расход воздуха, что позволяет избежать неэкономичного непрерывного режима работы.

Высокие результаты при обработке многих разновидностей сточных вод дает метод флотации с механической обработкой газом. При помощи быстровращающегося звездообразного ротора воздух и вода всасываются и проводятся через неподвижный корпус отверстиями или шлицами. При этом воздух разбивается на маленькие пузырьки. Сточная вода с подлежащими удалению загрязняющими веществами всасывается ротором. Благодаря более высокой по сравнению с флотацией с понижением давления плотности пузырьков воздуха способ может эффективно использоваться при очистке масложиродержащих сточных вод [31, 32].

Электрофлотация также применяется в масложировой промышленности. При подаче напряжения между электродами происходит электролитическое разложение воды на водород и кислород. Образующиеся пузырьки газа имеют большую способность к сцеплению с твердым веществом или частицами грязи и успешно используются для получения эффекта флотации. Напряжение требуется от 8 до 10 В.

Установки для переработки сточных вод должны быть просты в обслуживании, легко применимы к меняющимся производственным условиям и приемлемы с точки зрения капиталовложений и производственных затрат.

Флотационные установки могут иметь круглую или прямоугольную форму. При флотации с понижением давления используются установки с круглым или прямоугольным бассейном. Основным отличием является зона притока, которая у флотационных установок должна быть выполнена таким образом, чтобы обеспечить оптимальный контакт между пузырьками воздуха и удаляемыми частицами. Важное значение имеет глубина бассейна, так как флотатор должен быть свободным от турбулентности, а пузырьки воздуха должны покрывать всю осветляющую поверхность, для чего необходимо определенное расстояние между поверхностью воды и зоной притока. Неудовлетворительные результаты очистки обусловлены большой высотой плоских бассейнов, слишком высокими пороговыми напряжениями стока чистой воды и неправильной конструкцией зоны притока.

Рекомендованы следующие параметры: для флотационных установок круглой формы диаметр бассейна от 3 до 20 м, в особых случаях - 24 м, максимальная глубина бассейна от 2,5 до 3,5 м; при прямоугольной форме ширина бассейна от 2 до 6 м, длина от 5 до 25 м, глубина от 2 до 3,5 м. Пороговая нагрузка от 30 до 40 м³/(м·ч). Если поперечное сечение,

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

необходимое при прямоугольной флотации, делится на две части меньшей ширины, то условия протекания во флотаторе становятся более свободными от турбулентности и более стабильными [31, 32].

Для известных круглых или прямоугольных бассейнов используются следующие параметры: нагрузка на осветляемую поверхность 6-8 м/ч, доля рециркуляции в притоке 20 - 50 %, рабочее давление 500 - 600 кПа (5-6 атм.).

Удаление жиров из сточных вод - важный вопрос технологии очистки воды. Известно, что жировые частицы прикрепляются к пузырькам во многих случаях по электростатическому механизму, в соответствии с которым силы электрического притяжения или отталкивания играют определенную роль. Процессом селективной электрической флотации можно управлять, добавляя в сточную воду реагенты, влияющие на формирование электрического заряда частиц и пузырьков. Процесс происходит с наибольшей эффективностью при использовании одного из электролизных газов, например водорода или кислорода, поверхности пузырьков которых всегда имеют определенный электрический заряд.

Технологическая схема обработки воды приведена на рисунке 6.1

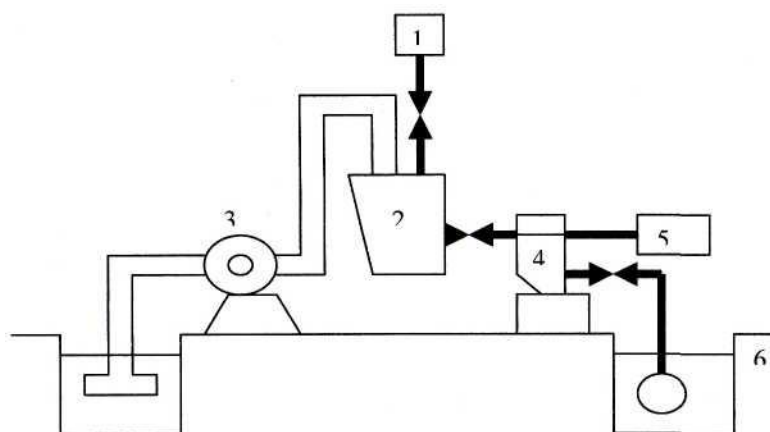


Рисунок 6.1 – Технологическая схема обработки воды

В линию входят дозатор реагентов 1, смесительный бак 2, подкачивающий насос 3, диафрагменный электролизер 4, бак для сбора шлама 5. Сточные воды обезжириваются методом селективной электролитической флотации. Очищенная вода сбрасывается в канализационный люк 6. Шлам, образовавшийся на поверхности обрабатываемой воды в диафрагменном электролизере, периодически сбрасывается специальным скребком в бак 5. Образовавшийся шлам можно утилизировать, сжигая его в смеси с нефтепродуктами в местных котельных.

Значительную долю отходов при производстве жиров составляют промывные воды, поэтому рациональная обработка их является важной технической задачей.

Промывные воды - слабоконцентрированные растворы мыла и нейтрального жира. Они содержат 0,8 - 3 % общего жира, в том числе до 50 % нейтрального. Состав промывных вод зависит от природы и качества перерабатываемого жира, но, главным образом, от качества работы на линиях рафинации. При небрежных спусках промывной воды из вакуум-промывных аппаратов, срывах гидрозатворов, превышении противодавления на сепараторах уносится значительное количество нейтрального жира. Нейтральный жир содержится в промывной воде в заэмульгированном виде, а также в виде прослоек нейтрального жира в воде [31, 32].

Обычно промывные воды направляются в жироловушку и затем перекачиваются на раскисление в периодически работающие чаны. Смесь нейтрального жира и эмульсии из жироловушек собирается в специальные аппараты, где нагревается до 80-90 °С и обрабатывается сухой солью для разрушения эмульсии.

Существует и другой способ обработки эмульсионных слоев: в эмульсионные жиры добавляется раствор поваренной соли, смесь эмульсии и водного раствора соли при перемешивании подается в сепаратор для отделения нейтрального жира.

Принципиальная схема обработки промывных вод показана на рисунке 6.2.

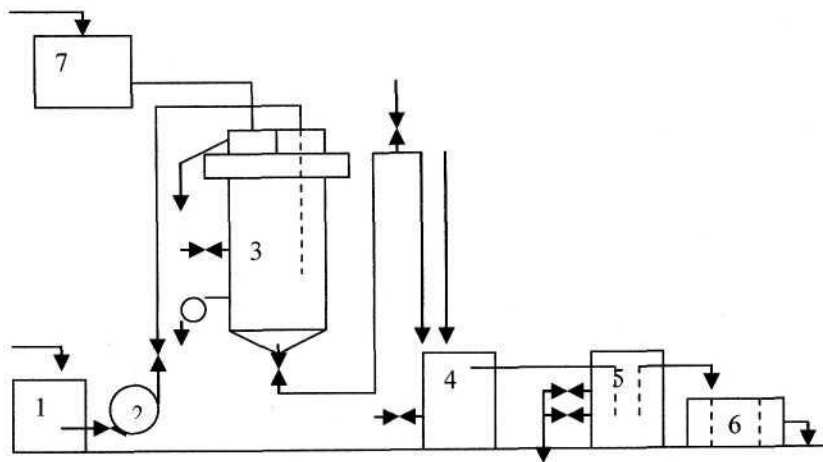


Рисунок 6.2 – Технологическая схема обработки промывных вод
1 - коробка; 2 - насос; 3 - бак-отстойник; 4 - чан; 5 - чан-отстойник;
6 - жироловушка; 7 -бак.

Промывные воды самотеком с линии рафинации собираются в коробку 1, и когда она заполнится, автоматически включается насос 2, который откачивает промывные воды в бак-отстойник 3 вместимостью 10 м³. Чтобы улучшить отделение нейтрального жира, необходимо создать максимальную разность удельных весов жира и водно-мыльной фазы. Это достигается путем ввода раствора NaCl с массовой долей равной 0,3-0,5 % и нагревания

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

промывной воды в баке до 85 - 90 °С. Пар для нагревания подается в змеевики бака 7. Температура воды регулируется регулятором. Нейтральный жир и жировая эмульсия собираются в верхней части отстойника 3.

Периодически поверхность бака-отстойника орошается концентрированным раствором хлорида натрия с массовой долей равной 8-10%. Выделившийся нейтральный жир из бака 7 по шарнирной трубе поступает на переработку.

Промывная вода, практически не содержащая нейтрального жира, по переливной трубе из нижней части отстойника самотеком поступает на раскисление в чан 4, в который подается серная кислота. Перемешивание и поддержание температуры в пределах 85-90 °С ведется острым паром. Из чана 4 раскисленная вода самотеком поступает в чан-отстойник 5. Отстоявшиеся жирные кислоты периодически спускаются из верхней части чана 4 в сборник жирных кислот, а кислая вода из нижней части чана стекает в жироловушку 6, нейтрализуется в последней секции содой и сбрасывается в канализацию. Кислотность воды из чана поддерживается в пределах 0,15 - 0,35 % [31, 32].

Производительность такой установки составляет 80 т перерабатываемых промывных вод в сутки. Предотвращается переход в soapstock около 50 т пищевого жира в год. Мыложиросодержащие сточные воды I потока очищают таким образом: сточные воды поступают в реактор-турбулизатор, интенсивно смешиваются с раствором хлорида кальция с образованием кальциевых мыл. После 15-ти минутной экспозиции и медленного перемешивания в экспозиторе заканчивается процесс адсорбции образовавшимися кальциевыми солями нейтрального жира, частично красящих и других неомыляемых веществ, а также происходит укрупнение хлопьев кальциевых мыл - формирование осадка. Эта смесь поступает на фильтрацию. Очищенные сточные воды подлежат сбросу в канализацию, продукт очистки используется в качестве добавок в рацион сельскохозяйственных животных.

Характеристика сточных вод I потока приведена в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Характеристика сточных вод I потока

Наименование загрязнителей	До очистки	После очистки
Взвешенные вещества	14000 мг/дм ³	100 мг/дм ³
Общее солесодержание	100 мг/дм ³	3600 мг/дм ³
Жиросодержащие вещества	20000 мг/дм ³	55 мг/дм ³
БПК _{полн}	12000 мг/дм ³	120 мг/дм ³
ХПК	28000 мг/дм ³	150 мг/дм ³
рН	6,5-7,5	6,5-7,5

Зажиренные сточные воды II потока перед сбросом в канализационную сеть поступают в контрольные цеховые жиरो-ловушки, из которых они собираются в отдельный коллектор и подаются в промежуточную емкость усреднителя. Для усреднения и накопления стока существуют две жироловушки, в которых кроме накопления и усреднения стоков происходит предварительная очистка сточных вод. Эффективность очистки составляет 30 %. Из промежуточных емкостей усредненный сток поступает в другую промежуточную емкость, из которой забирается насосами и подается на двухступенчатую очистку. Результаты предварительной очистки за жиренных сточных вод II потока представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Химический состав сточных вод II потока

Наименование	До жироловушки	После жироловушки
Взвешенные вещества	585 мг/дм ³	410 мг/дм ³
Общее солесодержание	100 мг/дм ³	100 мг/дм ³
Жиросодержащие вещества	700 мг/дм ³	490 мг/дм ³
БПК _{полн}	500-600 мг/дм ³	350-420 мг/дм ³
ХПК	900-1100 мг/дм ³	630-770 мг/дм ³
рН	6,5-7,5	6,5-7,5
T, °C	24-30	24-30

Технологическая схема очистки сточных вод масложировой промышленности представлена на рисунке 6.3.

Зажиренные сточные воды поступают в емкость-усреднитель для за жиренных сточных вод и самотеком поступают в промежуточную емкость, из которой забираются насосами и подаются на первую ступень очистки — жироловушки.

На пути от промежуточной емкости до жироловушки производится насыщение сточных вод воздухом при помощи эжектора, установленного между всасывающим и напорным трубопроводами насоса. Стоки, насыщенные воздухом через напорный бак, подаются к жироловушке, для каждой жироловушки предназначен свой напорный бак.

Зажиренные сточные воды, прошедшие очистку на жироловушках, самотеком поступают в промежуточную емкость, откуда забираются насосами и через напорный бак подаются на флотаторы. Для каждого флотатора предназначен один напорный бак. Насыщение за жиренных сточных вод воздухом производится при помощи эжектора. Зажиренные сточные воды, прошедшие очистку, после флотаторов, соединяются с неочищенными бытовыми сточными водами предприятия и поступают на городские очистные сооружения.

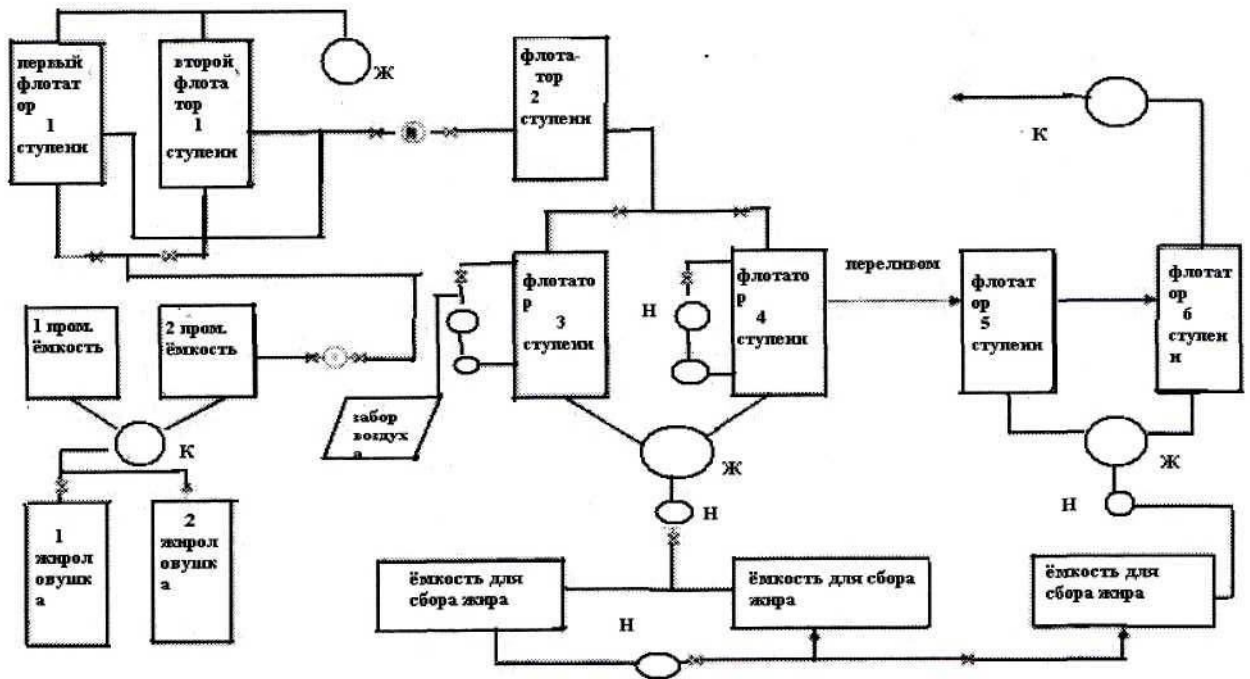


Рисунок 6.3 – Технологическая схема очистки сточных вод
масложировой промышленности

Всплывающий жир с поверхности жироловушек и жир в смеси с сернокислым алюминием с поверхности флотатора при помощи скребкового механизма собирается в пеноотводящий лоток, откуда самотеком поступает в пеносборник.

Из пеносборников жир забирается насосами, подается в жиросборники и отправляется на мыловаренное производство. С целью расслоения жира и воды предусматривается подогрев в пеносборниках после жироловушек и флотаторов острым паром.

Для увеличения степени очистки на II ступени локальных очистных сооружений вводят раствор коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ с массовой долей, равной 10 %, считая по безводному продукту. Расчетная доза коагулянта принимается 150 мг/дм^3 . Место ввода рабочего раствора коагулянта – всасывающий трубопровод насоса, подающего воду из промежуточной емкости на II ступень очистки.

Эффективность очистки на локальных очистных сооружениях составляет 75 - 80 %. В настоящее время сточные воды с различных производств масложировой промышленности объединяются в один поток с последующей его очисткой классическими реагентными физико-химическими методами, главным недостатком которых является невозможность утилизации продукта очистки. Общий сток с различными загрязнениями всегда получается трудно очищаемым [32].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

Показатели качества воды после очистных сооружений приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Показатели качества воды после очистных сооружений

Показатели	Содержание
Взвешенные вещества	до 40 мг/дм ³
Общее солесодержание	100 мг/дм ³
Жировые вещества	до 40 мг/ дм ³
ХПК	250-350 мг/дм ³
БПК _{полн}	150-200 мг/дм ³
рН	6,5
T, °С	24-30

Для достижения нормативных показателей сброса общего стока в канализацию экономически выгодно локально очистить самый сильнозагрязненный малообъемный сток одного производства, а не весь большой общий поток. Необходима локальная (цеховая) очистка, когда каждый цех очищает «свои» сточные воды, извлекает из них «свои» ценные компоненты и возвращает их в производство без изменения их физико-химических свойств.

Безреагентные мембранные технологии находят все большее применение в масложировой промышленности [32]. Разделение смесей мембранным способом производится при минимальных затратах энергии. Достоинством мембранных процессов, осуществляемых под давлением, является возможность их использования для одноступенчатого разделения смесей на коллоидном, молекулярном и ионном уровнях и даже для более тонкого разделения на основе разного заряда частиц и их молекулярной природы.

Жировые вещества почти не обладают осмотическим давлением, поэтому успешно выделяются из водного раствора ультрафильтрацией под давлением до 6 атм. Низкомолекулярные жирные кислоты и другие сопутствующие вещества, обладающие незначительным осмотическим давлением, также могут быть выделены нанофильтрацией. При больших осмотических давлениях (например, осмотическое давление морской воды - 25 бар) применяется обратный осмос.

В настоящее время в России наблюдается тенденция технического переоснащения заводов [32]. Изменение технологии влечет за собой изменение качества образующихся производственных сточных вод. Они становятся более концентрированными, меняется их минеральный, биологический и органический состав, что вызывает необходимость внедрения системы локальных очистных сооружений.

В зависимости от санитарно-химических показателей загрязнения сточных вод предприятиями масложировой отрасли разрабатываются

технологические схемы, ведется подбор оборудования для системы очистки, которая соответствует жестким российским природоохранным нормативам.

Многие проблемы, связанные с высокой загрязненностью стоков, позволяет решить биологический метод очистки, учитывающий следующие показатели: ВПК (биологическое потребление кислорода), ХПК (химическое потребление кислорода), ПОУ (полный органический углерод), содержание азота (N), фосфора (P). Биомасса преобразует загрязнения в водную, минеральную и газовую составляющие.

6.3 Защита воздушной среды от загрязнений

В соответствии с характером вредных примесей различают методы очистки воздуха от аэрозолей и от газо- и парообразных примесей. Все методы очистки определяются в первую очередь физико-химическими свойствами примесей, их агрегатным состоянием, дисперсностью, химическим составом [31, 32].

Методы очистки от аэрозолей по их основному принципу можно разделить на: механические, электростатические, звуковую и ультразвуковую коагуляцию.

Механическая очистка газов включает сухие и мокрые методы. К сухим относится гравитационное осаждение, инерционное и центробежное пылеулавливание, фильтрация. В большинстве промышленных газоочистительных установок комбинируется несколько методов очистки, причем конструкции очистных аппаратов весьма многочисленны.

Гравитационное осаждение основано на осаждении взвешенных частиц под действием силы тяжести при движении запыленного газа с малой скоростью без изменения направления потока. Гравитационное осаждение действительно лишь для крупных частиц, диаметром более 50-100 мкм, степень очистки не превышает 40-50%. Метод пригоден для предварительной грубой очистки.

Инерционное пылеулавливание основано на стремлении взвешенных частиц сохранять первоначальное направление движения при изменении направления газового потока. Чаще всего применяют жалюзийные пылеулавливатели с большим числом щелей (жалюзи). Частицы пыли с размером меньше 20 мкм в жалюзийных аппаратах не улавливаются. Степень очистки в зависимости от дисперсности частиц составляет 20-70%. Помимо низкой эффективности недостаток этого метода – быстрое истирание или забивание щелей.

Центробежные методы очистки газов основаны на действии центробежной силы, возникающей при вращении очищаемого газового потока в очистном аппарате (циклоне) или при вращении частей самого аппарата (ротоклоны).

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

Циклоны применяются в промышленности для осаждения твердых аэрозолей. Газовый поток подают в цилиндрическую часть циклона тангенциально, он описывает спираль по направлению к дну конической части и затем меняет направление движения на 180° и устремляется вверх на выход через турбулизованное ядро потока у оси циклона. По конструкции циклоны подразделяются на циклические, конические и прямоточные. Под действием центробежной силы частицы пыли прижимаются к внутренним стенкам наружного цилиндра и скатываются в пылесборник. Циклоны широко применяются для улавливания частиц размерами более 10 мкм, то есть при грубой и средней очистке газа от аэрозолей.

В ряде случаев для очистки газового потока от взвесей применяются фильтры. В таких устройствах газовый поток проходит через волокно (фильтрующий материал), при этом частицы, обладающие инерцией, сталкиваются с ним и захватываются. В зависимости от фильтрующего материала фильтры разделяются на: тканевые (хлопок, шерсть, химические волокна, и др.); волокнистые (стекловолокно, хлопок с асбестом, асбоцеллюлоза);

зернистые (керамика, металлокерамика, пластмасса).

Наиболее совершенными и универсальными аппаратами для очистки выбросов от взвешенных частиц являются электрические фильтры, в основе работы которых лежит осаждение взвешенных частиц под действием электрических сил. Улавливание пыли в электрофильтрах включает следующие стадии: электрическая зарядка взвешенных в газе частиц; движение заряженных частиц к электродам; осаждение их на электродах и удаление осажденных частиц с электродов. Промышленные электрофильтры состоят из ряда заземленных пластин или труб, через которые пропускают очищаемый газ. Между осадительными электродами подвешены проволочные коронирующие (создают поле высокого напряжения 25-100 кВ) электроды. Степень очистки от аэрозолей – выше 90%. Недостатки этого метода – высокая себестоимость (капиталовложения и эксплуатационные расходы) и значительный расход энергии – до 0,1-0,5 кВт на 1000 м³ очищаемого газа.

Фильтрация – весьма распространенный метод тонкой очистки газов. Ее преимущества – сравнительно низкая стоимость оборудования и высокая эффективность (до 99,9%) тонкой очистки. Недостатки – высокое гидравлическое сопротивление и быстрое забивание фильтрующего материала пылью.

Методы «мокрой» очистки газовых выбросов от аэрозолей.

Мокрая очистка газов от аэрозолей основана на промывке газа жидкостью (обычной водой) при возможно более развитой поверхности контакта жидкости с частицами аэрозоля и возможно более интенсивном перемешивании очищаемого газа с жидкостью. Этот универсальный метод очистки газов от частиц пыли, дыма и тумана любых размеров наиболее

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

распространен на заключительной стадии механической очистки (особенно для газов, подлежащих охлаждению). С этой целью применяют орошаемые циклоны (центробежные скруберы); пенные аппараты; скруберы Вентури.

Для увеличения размера частиц в аэрозолях можно применять методы звуковой и ультразвуковой коагуляции а также предварительной электризации, но при этом концентрация частиц аэрозоля должна быть не менее 2 мг/м^3 .

6.3.1 Рекуперация паров растворителя из газо-воздушных смесей

Пары растворителя из газо-воздушных смесей улавливаются в так называемых дефлегмационных установках. В этих установках для конденсации паров растворителя могут применяться три способа: а) конденсация охлаждением или сжатием; б) конденсация жидким адсорбентом; в) конденсация твердым адсорбентом.

Применение того или иного способа обуславливается техническими и экономическими соображениями. Так, для обработки газо-воздушных смесей со значительными концентрациями паров летучего растворителя предпочитают применять конденсацию охлаждением, или компримированием; для средних концентраций— конденсацию жидким адсорбентом и для малых — конденсацию твердым адсорбентом.

Дефлегматоры охлаждения. Улавливание летучих, растворителей путем охлаждения газо-воздушной смеси основано на том, что все жидкости при данной температуре имеют при насыщении определенную упругость пара, зависящую только от характера жидкости. Содержание паров растворителя в воздухе над поверхностью конденсирующей или испаряющей жидкости определяется исключительно величиной упругости пара и температурой воздуха. Получить значительную конденсацию паров растворителя с помощью воды невозможно. Поэтому современные дефлегматоры маслоэкстракционных установок работают при температурах минус $10—15^\circ$, получаемых при помощи рассола (преимущественно CaCl_2).

Схема дефлегмационной установки шнековых экстракторов и применяемая при этом аппаратура приведена на рисунке 6.4.

Смесь паров растворителя и воздуха из сборников, ресиверов, вакуум-насосов через охладитель газо-воздушной смеси 1 направляется на три дефлегматора 2, работающие последовательно. Из всех других аппаратов (мисцеллосборников, водоотделителей, бензиновых резервуаров и т. д.) смесь паров растворителя и воздуха (IV) проходит через аналогичный охладитель 1 и далее через два отдельных дефлегматора 2, работающих последовательно. Сконденсировавшиеся пары бензина и воды отводятся по линии, на водоотделитель, а воздух—в атмосферу. Все дефлегматорные колонки, кроме последних в системе, охлаждаются рассолом, циркуляция которого осуществляется при помощи насоса 3 по линиям V. Последние в

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

системе дефлегматоры работают при непосредственном испарении аммиака в межтрубном пространстве, поступающего из компрессора 5 мощностью 20000 ккал/час холода по линиям VI. Пары аммиака из рефрижератора 4 и последних в системе дефлегматоров после охлаждения в холодильнике направляются в компрессор 5. Вода для охладителей подается по линиям II, а, по линиям I подводится пар к колонкам для их разогрева (они могут обледенеть). При отогреве обледеневших колонн батареи переводятся на параллельную работу, чему способствует установленная коммуникация.

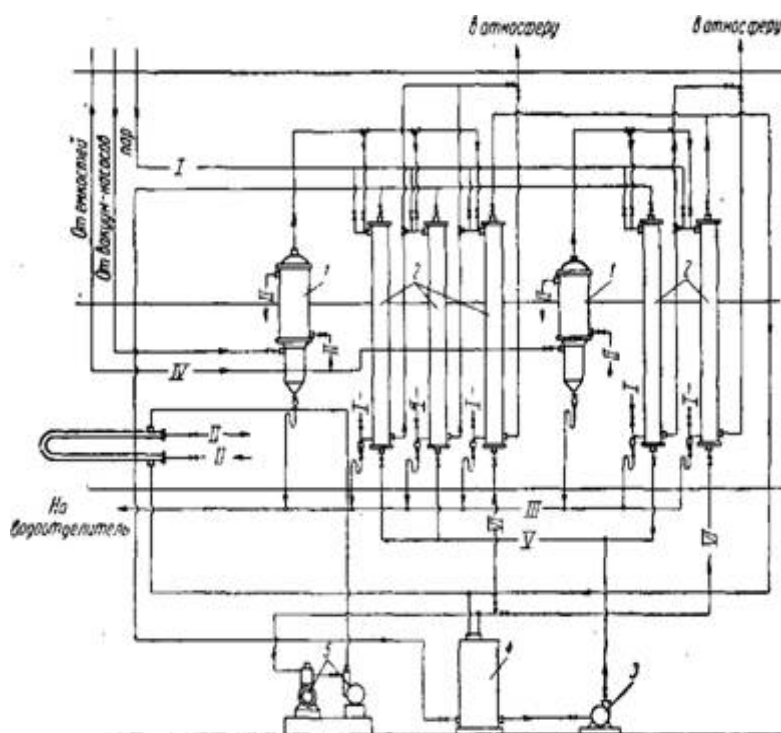


Рисунок 6.4 – Схема дефлегмационной установки шнековых экстракторов.

Дефлегмационная установка Де - Смета. В дефлегмационной установке Де-Смета газо-воздушная смесь охлаждается в конденсаторе смешения. В связи с необходимостью поддержания в экстракторе и других аппаратах экстракционного цеха небольшого разрежения, дефлегмационная установка Де-Смета снабжается парозежектором. Установка Де-Смета на заводах работает по следующей схеме представленной на рисунке 6.5.

Газо-воздушная смесь, засасываемая из окончательного конденсатора с помощью парозежектора 1, поступает в дефлегматор орошения 2, где смесь орошается холодной водой через форсунку 3. Сконденсировавшиеся пары растворителя и воды отсюда через фонарь 4 отводятся на водоотделитель, а не сконденсировавшиеся проходят на колонну 5 поверхностного охлаждения, производимого рассолом CaCl_2 . Образовавшийся при этом конденсат отводится через фонарь 4 на водоотделитель, а не сконденсировавшаяся

смесь направляется дальше в колонну 6. Охлаждающий рассол из колонны 5 направляется в резервуар оборотного рассола 7. В колонне 6 газо-воздушная смесь для окончательного улавливания паров растворителя еще раз орошается рассолом, который вместе с конденсатом сливается в резервуар 7. Растворитель, отстоявшийся в резервуаре 7, отводится в водоотделитель, а рассол направляется к насосу 8, который нагнетает его в испаритель аммиака 9.

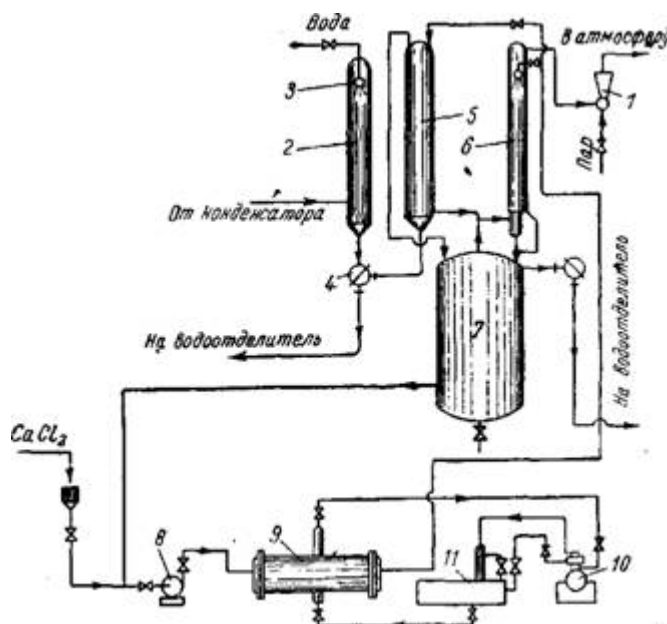


Рисунок 6.5 – Дефлегмационная установка Де – Смета

Охладившись в испарителе 9, рассол напором того же насоса накачивается в дефлегмационную систему. Пары аммиака на выходе из испарителя 9 направляются в компрессор 10. Компримированные пары аммиака из компрессора с температурой 80—100° направляются в холодильник 11, а из него в испаритель 9, совершая таким образом круговорот. Температура рассола в испарителе при работе установки должна поддерживаться в пределах от минус 15° до минус 20°. При работе необходимо следить, чтобы рассол сохранял щелочную реакцию, для чего периодически в него добавляется $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и двуххромовокислый калий.

Дефлегматорные установки с жидким адсорбентом. Работа дефлегматоров с жидким адсорбентом основана на следующем принципе. Легколетучая и труднолетучая жидкости находятся в равновесии до тех пор, пока парциальное давление летучих веществ в жидкости равно парциальному

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

давлению того же вещества в газовом пространстве. Поглощение паров растворителя труднолетучей жидкостью объясняется тем, что упругость паров растворителя над смесью обеих жидкостей значительно ниже, чем упругость пара растворителя над чистым растворителем при той же температуре. Пригодность жидкости как сорбирующего вещества зависит от его летучести, от скорости растворения, или продолжительности контакта, и от количества поглощаемых паров, или сорбционной способности. Обычно в качестве сорбента применяется парафинистое (соляровое) масло, имеющее удельный вес 0,875—0,910, температуру вспышки около 160°.

6.4 Вторичные материальные ресурсы предприятий масложировой промышленности

В пищевой промышленности к вторичным сырьевым ресурсам относят отходы производства и побочные продукты.

Отходами производства называют остатки сырья и материалов, полученные при изготовлении основной продукции. В дальнейшем они могут быть использованы в других отраслях народного хозяйства в качестве сырья или добавок к нему при производстве новой продукции или как вторичная продукция другого назначения (например, для корма скота и птицы). Вторичным сырьем (отходами производства) называют также различные полностью или частично амортизированные материалы и изделия, которые после использования могут быть применены в качестве сырья или направлены на повторную переработку.

Шрот — побочный продукт при по производстве растительных масел с использованием технологии экстракции.

Жмых получают при выработке масла с помощью прессового отжима, шрот — при извлечении масла экстрагированием. В жмыхах содержится 5-7% жира, в шротах меньше — 2-3%.

И те, и другие богаты содержанием протеина — до 50%, причем белок высокого качества и легко переваримый, нередко приближается к белку животного происхождения.

Шрот незаменим в качестве высокопротеиновой добавки при производстве комбикормов для КРС, свиней, птицы, так как содержит натуральные белки, клетчатку, витамины Е и В, калий, фосфор и другие минеральные вещества.

Подсолнечный шрот - ценный корм, в составе которого содержится 30–43% сырого протеина, богатый набор аминокислот, в частности высокое содержание метионина, который благоприятно влияет на рост и развитие молодняка. По сравнению со жмыхом в шроте имеется несколько больше сырого протеина, но меньше жира – не более 1,5%. Содержание лузги составляет не более 16% (выпускаются шроты и без лузги).

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

Шрот подсолнечника дефицитен по лизину, но в отличие от других шротов практически не одержит антипитательных веществ. Арабиноксилановый индекс подсолнечного шрота по отношению к соевому составляет 117, что обеспечивает высокую по сравнению с другими белковыми кормами астительного происхождения переваримость протеина (78-80%). Содержание витамина В в подсолнечном шроте значительно выше, чем в соевом. Подсолнечный шрот богат ниацином, рибофлавином, холином, биотином, пантотеновой кислотой и пиридоксином. Вдобавок к этому подсолнечный шрот является отличным источником витамина Е.

Применяется на кормовые цели животных, птиц, рыб. Используется в чистом виде, а также в качестве добавки в комбикорме. Содержит до 43% легкоусвояемого протеина. Подсолнечный шрот повышает продуктивность животных, улучшает качество животноводческой продукции. Повышает содержание жира в молоке и суточный удой коров.

					<i>ЖОБ 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 чанного охладителя жмыха. Предложена модернизация, направленная на интенсификацию процесса теплообмена. Это позволит уменьшить расход хладоносителя, а также позволит увеличить производительность охладителя, что в конечном итоге приведет к сокращению на одну единицу количества охладителей в линии производства растительного масла.

Выполнены необходимые расчеты, в том числе и с использования ЭВМ, а также расчет показателей экономической эффективности от внедрения в производство модернизированного охладителя.

Кроме этого рассмотрены вопросы монтажа, вопросы, связанные с безопасностью в производственных условиях.

Для наглядного представления о линии производства растительного масла и о конструкции модернизированного охладителя выполнена графическая часть в объеме 7 листов формата А1.

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

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошевой Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. – СПб: ГИОРД, 2001. – 368 с.
2. Масликов В. А. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 439 с.: ил.
3. Гавриленко И. В. Оборудование для производства растительных масел. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 312 с.: ил.
4. Петров В. И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. – Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2002. – 136 с.
5. 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.
6. Даниленко М. И., Кирюхина А. Н. Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта. – Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2001. – 25 с.
7. 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.
8. Петров В. И. Диагностика, ремонт, монтаж и сервисное обслуживание оборудования; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2003. – 160с.
9. Петров В. И. Основы проектирования предприятий пищевой промышленности. Учебное пособие; Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности. – Кемерово, 2003. – 120с.
10. Оборудование для очистки воздушных выбросов и сточных вод пищевых предприятий: Учеб. пособие / А. М. Гавриленко, Е. А. Рулыка. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 120 с.: ил.
11. Кошевой Е. П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. – СПб: ГИОРД, 2005. – 232 с.: ил.
12. 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,
13. Технология производства растительных масел / В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. И. Гарбузова и др. / Под ред. В. М. Копейковского. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.

14. Алексеев Н. Д. Оборудование жиродобывающих производств. Пищепромиздат, 1943.
15. Оборудование предприятий масложировой промышленности / Б. Н. Чубинидзе, В. Х. Паронян, А. В. Луговой и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 725 с.: ил.
16. Белобородов В. В. Основные процессы производства растительных масел. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 478 с.
17. Степин П.А. Сопротивление материалов: учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1979. – 312 с., ил.
18. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. Для вузов. – 12-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2002. – 416 с., ил.
19. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов/ С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш.шк., 2001. – 703 с.: ил.
20. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учеб. для вузов/ С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш.шк., 2001. – 680 с.: ил.
21. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 728 с., ил.
22. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с., ил.
23. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 557 с., ил.
24. Никитин В.С., Бурашников Ю.М. Охрана труда па предприятиях пищевой промышленности. – М.:Агропромиздат, 1991.-350 с.: ил.
25. Грачева Л.В., Грачев В.Н. и др. «Детали машин» Учебное пособие для студентов механических и технологических специальностей заочной формы обучения. КемТИПП. –Кемерово, 2003-180с.
26. Михайлов Ю.П., Иванов Ю.И. «Искусственное освещение». Методическое указание к выполнению лабораторных работ. Кемерово. 2000-30.
27. Михайлов Ю.П., Иванов Ю.И. «Естественное освещение». Методическое указание к выполнению лабораторных работ. Кемерово. 1999 - 24.
28. Михайлов Ю.П., Иванов Ю.И. «Безопасность жизнедеятельности». Учебное пособие - КемТИПП. - Кемерово, 2004-236.
29. Гальперин Д.М. «Справочник по монтажу технологического оборудования предприятий пищевой промышленности», Пищ. пром.-Москва, 1978 - 495 с.
30. Шмаков В.Г., Балацкий К.К., Гоголина И.В. «Проектирование сварных рам и приводов». Методические указания для выполнения курсовых и дипломных проектов для студентов всех специальностей, всех форм обучения. КемТИПП. Кемерово 1988-38с.

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

31. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. «Охрана окружающей среды».: Учеб. Пособие. - М.: Стройиздат, 1988.- 191.: ил.
32. Базлов В.И и др. «Охрана природы и инженерная защита окружающей среды в пищевой промышленности». - М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983-208 с.
33. Электронный ресурс: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>
34. Электронный ресурс:
<http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec51/...>
35. Электронный ресурс: <http://1aya.ru/paper/art-51460.leaf-7.php>
36. Электронный ресурс: <http://refwin.ru/551770213.html#3>
37. Электронный ресурс: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-217987.html?page=4#1>
38. Электронный ресурс: <http://bestreferat.ru/referat-188664.html>
39. Электронный ресурс:
<http://www.referat.ru/download/4Psx7Yx0iIManUh1aoOldw!!/ref-...>
40. Электронный ресурс:
<http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003028000/rsl01003028...>
41. Электронный ресурс:
<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004146000/rsl01004146...>
42. Электронный ресурс: <http://skalat.info/toplivnye-pellets/#7>

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