



ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАСЛИ

**(Производство
растительных масел)**



90-летнему юбилею
Кубанского государственного
технологического университета
посвящается

ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАСЛИ

(ПРОИЗВОДСТВО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ)

Под редакцией
заслуженного деятеля науки Кубани,
доктора технических наук,
профессора Е. П. Корненой

Рекомендовано Государственным образовательным учреждением
высшего профессионального образования «Московский
государственный университет пищевых производств»
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки 655600 «Производство
продуктов питания из растительного сырья» по специальности
260401 — Технология жиров, эфирных масел
и парфюмерно-косметических продуктов

Санкт-Петербург
ГИОРД
2009

УДК 664.34

ББК 36.78я

Т38

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки и техники РФ,
доктор технических наук, профессор В. Г. Щербаков;
Директор СКФ ВНИИЖиров, доктор технических наук,
профессор С. Ф. Быкова

Авторы:

кандидат технических наук, профессор Л. А. Мхитарьянц;
доктор технических наук, профессор Е. П. Корнена,
кандидат технических наук, профессор Е. В. Мартовшук,
доктор технических наук, профессор С. К. Мустафаев

Т38 Технология отрасли (Производство растительных масел) : учебник / Л. А. Мхитарьянц, Е. П. Корнена, Е. В. Мартовшук, С. К. Мустафаев; под общей ред. Е. П. Корненой — СПб. : ГИОРД, 2009. — 352 с.

ISBN 978-5-98879-111-9

Учебник написан на основе действующей программы дисциплины «Технология отрасли» для студентов высших учебных заведений, обучающихся специальности 260401 — «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов».

В учебнике изложены научные и практические основы процессов производства растительных масел. Приведены режимы отдельных технологических операций при переработке семян различных масличных культур и современное аппаратное оформление данных процессов. Дана информация о новейших технологических линиях переработки масличного сырья и рассмотрены проблемы его рационального использования.

УДК 664.34

ББК 36.78я

ISBN 978-5-98879-111-9

© ООО «Издательство “ГИОРД”», 2009

Оглавление

Введение	9
РАЗДЕЛ I. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН	13
Глава 1. Обрушивание семян и отделение оболочки от ядра	13
1.1. Назначение процессов обрушивания семян и отделения оболочки от ядра	13
1.2. Свойства оболочек масличных семян и выбор метода обрушивания	16
1.3. Технология и техника обрушивания семян.....	19
1.4. Технология и техника сепарирования рушанки	29
1.5. Технологические схемы рушально-веечных и шелушительно-сепарационных цехов.....	46
1.5.1. Технологические схемы рушально-веечных цехов при переработке семян подсолнечника.....	46
1.5.2. Технологические схемы шелушительно-сепарационных цехов при переработке семян хлопчатника.....	51
Глава 2. Измельчение масличных семян и продуктов их переработки	55
2.1. Основные задачи процесса измельчения семян и продуктов их переработки	55
2.2. Влияние различных факторов на качество измельчения масличного материала	57
2.3. Физические изменения в масличном материале при измельчении	58

- 2.4. Химические и биохимические изменения, протекающие в масличном материале при измельчении 60
- 2.5. Техника и технология измельчения семян и ядровой фракции 61

РАЗДЕЛ II. ПРИГОТОВЛЕНИЕ МЕЗГИ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА ПРЕССОВАНИЕМ..... 75

Глава 3. Приготовление мезги 75

- 3.1. Назначение процесса влаготепловой обработки мятки..... 75
- 3.2. Действие воды на мятку в процессе приготовления мезги 76
- 3.3. Действие тепла на мятку в процессе приготовления мезги 79
- 3.4. Биохимические изменения в мятке в процессе приготовления мезги..... 80
- 3.5. Изменение структуры мятки в процессе приготовления мезги 83
- 3.6. Химические изменения в мятке в процессе приготовления мезги 85
- 3.7. Технология и техника приготовления мезги 88

Глава 4. Извлечение масла прессованием..... 95

- 4.1. Физическая сущность процесса извлечения масла прессованием (отжим масла) 95
- 4.2. Общая схема устройства и работы шнековых прессов..... 96
- 4.3. Факторы, влияющие на глубину извлечения масла при прессовании 101
- 4.4. Технология и техника извлечения растительных масел способом прессования 107
 - 4.4.1. Классификация прессов..... 107
 - 4.4.2. Прессовые агрегаты..... 109
 - 4.4.3. Экструзия масличного материала..... 130
 - 4.4.4. Экспандирование масличного материала 133

РАЗДЕЛ III. ПРОИЗВОДСТВО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ СПОСОБОМ ЭКСТРАКЦИИ 137

Глава 5. Растворители для экстракции растительных масел..... 137

- 5.1. Общие требования к растворителям..... 137
- 5.2. Характеристика промышленных растворителей для экстракции растительных масел..... 138
- 5.3. Хранение растворителей и подготовка их к экстракции 143

Глава 6. Экстракция масла из масличного материала 147

- 6.1. Теоретические основы процесса экстракции растительных масел..... 147

6.2. Механизм процесса экстракции растительных масел	148
6.3. Влияние различных факторов на полноту и скорость экстракции масла из масличного материала.....	150
6.4. Подготовка масличного материала к экстракции.....	152
6.5. Технологические схемы подготовки материала к экстракции	160
6.6. Основные способы экстракции	168
6.7. Технология и техника экстракции растительных масел	170
Глава 7. Переработка мисцеллы	195
7.1. Назначение процесса переработки мисцеллы	195
7.2. Очистка мисцеллы от нежировых примесей	195
7.3. Промежуточное хранение и предварительный подогрев мисцеллы перед дистилляцией.....	199
7.4. Дистилляция мисцеллы	200
7.5. Схемы дистилляции мисцеллы в различных экстракционных линиях	205
Глава 8. Обработка шрота.....	226
8.1. Отгонка растворителя из шрота	226
8.2. Очистка паробензиновых смесей, выходящих из испарителей для шрота	248
8.3. Обезвреживание шротов некоторых масличных культур	253
Глава 9. Подготовка шрота и жмыха к хранению и их хранение	257
9.1. Кондиционирование шрота по температуре и влажности.....	257
9.2. Гранулирование шрота	259
9.3. Хранение шрота	260
9.4. Обработка прессового жмыха перед хранением и его хранение	262
Глава 10. Регенерация и рекуперация растворителя в маслоэкстракционном производстве	264
10.1. Основные методы регенерации растворителя	264
10.2. Конденсация смеси паров растворителя и воды	265
10.3. Схемы конденсации паров растворителя и воды в различных экстракционных линиях.....	269
10.4. Рекуперация паров растворителя из газозооушной смеси	274
10.5. Схемы рекуперации растворителя в различных экстракционных линиях	276
10.6. Разделение водобензиновых смесей	288
10.7. Обработка отработанных вод экстракционного цеха.....	292

10.8. Потери растворителя в маслоэкстракционном производстве	296
Глава 11. Первичная очистка растительных масел на прессовых и экстракционных заводах	299
11.1. Назначение процесса первичной очистки растительных масел	299
11.2. Технология и техника первичной очистки растительных масел	300
11.3. Технологические схемы первичной очистки растительных масел	319
Приложения	329
Литература	347
Сведения об авторах	349

ВВЕДЕНИЕ

В агропромышленном комплексе России масложировая отрасль пищевой промышленности занимает ведущее место. Предприятия отрасли, перерабатывающие семена масличных культур, производят растительное масло и жировые продукты пищевого, технического и кормового назначения, в том числе и стратегического, в связи с этим состояние масложировой отрасли определяет развитие не только отечественного агропромышленного комплекса, но и целого ряда отраслей промышленности.

Основной сырьевой базой для производства растительных масел являются масличные семена, выращиваемые в России (подсолнечник, соя, рапс, лен, горчица), ресурсы которых определяют объем производства растительных масел и других видов продукции.

Растительные масла — не только концентрированный источник энергии, они содержат ряд жизненно необходимых для человека нутриентов. Растительные масла употребляют непосредственно в пищу; используют для производства маргарина, майонезов и других видов жировых продуктов; в консервной, кондитерской, хлебопекарной промышленности; в медицинских целях; в детском и лечебно-профилактическом питании, в производстве биологически активных добавок к пище (БАД).

Вторичные продукты (жмыхи и шроты) используют для получения растительных белков кормового и пищевого назначения, а также для комбикормов. Извлекаемые при гидратации масел фосфолипиды применяются для производства БАД, в пищевой промышленности и в медицинских целях.

Наличие значительных ресурсов масличного сырья для производства растительных масел привело к тому, что в России в последние годы наблюдается тенденция увеличения мощностей действующих масложировых предприятий.

В настоящее время в России функционируют более 100 крупнотоннажных масложировых предприятий, из которых 50 % приходится на маслодобывающие предприятия, а также около 1500 малотоннажных предприятий по выпуску масла, маргарина и майонеза.

Одной из основных задач масложировой отрасли пищевой промышленности является обеспечение высокой организации производства путем использования высококачественного экологически чистого сырья, современных технологий и оборудования, решение которой позволит вырабатывать продукцию, соответствующую требованиям международных и национальных стандартов, обладающую высокой физиологической и пищевой ценностью, способную конкурировать на рынке с зарубежными аналогами.

Выполнение поставленной задачи возможно только при наличии высококвалифицированных инженерных кадров, подготовка которых осуществляется в высших учебных заведениях страны в соответствии с Государственным образовательным стандартом.

Цель дисциплины «Технология отрасли» — подготовка специалистов инженеров масложировой отрасли пищевой промышленности, способных на современном научно-техническом и практическом уровне управлять производством.

Предшествующее изучение студентами цикла общеобразовательных и инженерных дисциплин, а также теоретических дисциплин по биохимии и товароведению масличного сырья и химии жиров является той базой, на которую опирается изложение данной дисциплины.

Усвоение представленного в учебнике теоретического материала, закрепление знаний при выполнении лабораторных работ, участие в научных исследованиях, прохождение производственной практики на предприятиях, выполнение курсовых и дипломных проектов обеспечивают необходимую подготовку специалистов для практической деятельности на предприятиях.

Настоящий учебник написан на основе действующей программы дисциплины «Технология отрасли» для высших учебных заведений по специальности 260401 — «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов».

При подготовке учебника авторы использовали результаты научных исследований, выполненных во ВНИИЖе, его Северо-Кавказском филиале, на кафедре технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ), а также технические предложения и материалы, любезно предоставленные отечественными и зарубежными фирмами, поставляющими технологическое оборудование для масложировых предприятий.

Авторы выражают глубокую признательность рецензентам учебника заслуженному деятелю науки и техники РФ, доктору технических наук, профессору Щербакову В. Г. и директору Северо-Кавказского филиала ВНИИЖ, доктору технических наук, профессору Быковой С. Ф. за полезные советы и рекомендации.

Авторы также выражают благодарность сотрудникам кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров кандидату технических наук, доценту Верещагиной А. П. и аспиранту Кабалиной Е. В. за помощь в оформлении материалов учебника.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Основной задачей при переработке масличных семян является максимальное извлечение масла при высоком качестве получаемых продуктов: нерафинированных масел, жмыхов и шротов.

В мировой практике производства растительных масел существует два принципиально отличающихся способа извлечения масла из растительного маслосодержащего сырья:

- механический отжим масла, называемый *способом прессования*;
- экстракция масла легколетучим органическим растворителем — *экстракционный способ*.

Эти два основных способа используются в технологии производства растительных масел либо самостоятельно, либо в определенном сочетании одного с другим, что обусловлено, как правило, видом и качеством исходного перерабатываемого масличного сырья.

Достижение максимальной глубины извлечения масла из масличного сырья в указанных способах обеспечивается различными приемами.

При прессовом способе, основанном на процессе отжима масла, глубина съема масла при современном состоянии техники и технологии ограничена. Вследствие этого масличность жмыхов колеблется в пределах 8,0–15,0 % и, соответственно, потери масла со жмыхом составляют 2,14–4,77 % к массе переработанных семян.

При экстракционном способе глубина извлечения масла увеличивается, масличность получаемых шротов колеблется в пределах 1,0–2,0 % и, соответственно, потери масла со шротом снижаются до 0,41–0,77 %.

Увеличение глубины извлечения масла прессовым способом требует применения более высоких температур и давления при отжиме, что, в свою очередь, вызывает увеличение удельной металлоемкости прессовых агрегатов, повышение удельного расхода электроэнергии, труда и издержек производства на восстановительные ремонтные работы.

Применение более высоких температур (125–130 °С) приводит к снижению качества извлекаемых масел за счет увеличения в них содержания продуктов окисления, свободных жирных кислот, красящих веществ и т. д. В результате жестких температурных условий снижается питательная ценность жмыхов: снижается содержание ценных растворимых белков, а также количество незаменимых аминокислот и пре-

жде всего наиболее важных из них — лизина и метионина, которые вступают во взаимодействие с сахарами с образованием меланоидиновых соединений.

Кроме того, при высоких температурах извлечения масла протекает интенсивный процесс образования липопротеиновых комплексов, снижающий реальный выход масла. В условиях глубокого извлечения масла прессованием почти полностью разрушаются витамины.

Экстракционный способ извлечения масла применяется либо в чистом виде (для низкомасличных семян), либо в сочетании с предварительным прессованием (для высокомасличных семян). При этом предварительном прессовании осуществляется при температуре 80–105 °С, собственно экстракция при 65 °С (не выше) и отгонка растворителя из мисцеллы и шрота при 105–110 °С. Такие температурные режимы обеспечивают получение масел и белковых продуктов — шротов более высокого качества. Шроты характеризуются повышенным содержанием растворимых белков по сравнению со жмыхами и более высоким содержанием незаменимых аминокислот. Кроме того, они содержат значительно меньше полициклических углеводородов, таких как 3,4-бензпирен, ядохимикатов и других вредных веществ, которыми обрабатываются масличные культуры в процессе их выращивания. Это обусловлено тем, что указанные вещества хорошо растворимы в бензиновых растворителях. При экстракции они легко переходят в мисцеллу и остаются в масле, из которого удаляются при его последующей рафинации и дезодорации.

В современной практике производства растительных масел в России и за рубежом используются две группы технологических схем.

Первая группа — схемы, завершающиеся прессованием:

- однократное прессование;
- двукратное прессование с предварительным и окончательным отжимом масла;
- трехкратное прессование с двумя предварительными и одним окончательным отжимом масла.

Вторая группа — схемы, завершающиеся экстракцией:

- прямая экстракция без предварительного отжима масла;
- экстракция с предварительным однократным отжимом масла;
- экстракция с предварительным двукратным отжимом масла.

Среди схем первой группы наибольшее распространение получили схемы одно- и двукратного прессования, а среди схем второй группы — схема с предварительным однократным отжимом масла и последующей экстракцией полученного жмыха.

РАЗДЕЛ I. Подготовительные операции при переработке масличных семян

ГЛАВА 1. ОБРУШИВАНИЕ СЕМЯН И ОТДЕЛЕНИЕ ОБОЛОЧКИ ОТ ЯДРА

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРУШИВАНИЯ СЕМЯН И ОТДЕЛЕНИЯ ОБОЛОЧКИ ОТ ЯДРА

Масличные семена являются источником получения ценных пищевых и кормовых продуктов. В подавляющем большинстве случаев такие ценные группы веществ, как белки и липиды, локализуются в ядре семени. Другие морфологические части семян содержат значительно меньшее количество ценных компонентов, а их оболочки (у семян подсолнечника оболочка называется лузгой, у хлопчатника — шелухой) служат источником многих нежелательных веществ. Содержание клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ в оболочках семян масличных культур гораздо выше, чем в ядре. Липиды оболочек характеризуются высоким содержанием свободных жирных кислот, восков и воскоподобных веществ, продуктов окисления и т. п. В процессе переработки семян они могут переходить в масло и тем самым ухудшать его качество.

Химический состав оболочки и количественные соотношения между ядром и оболочкой у семян различных масличных культур неодинаковы, поэтому неодинаково влияние присутствия оболочки в перерабатываемых семенах на качество получаемых продуктов: масел и шротов.

Наибольшее отрицательное влияние на качество получаемых продуктов оказывает оболочка семян подсолнечника. Она характеризуется высокими кислотным и перекисным числами содержащегося в ней

масла, значительным содержанием неомыляемых веществ и продуктов окисления (**табл. 1.1**). Эти показатели намного превышают аналогичные показатели для ядра. Поэтому увеличение содержания лузги в перерабатываемом ядре приводит к снижению качества извлекаемого масла.

Повышение содержания лузги в перерабатываемом ядре оказывает существенное влияние и на товарный вид масел: их вкус, запах, цвет и прозрачность. Ухудшение такого показателя, как прозрачность, обусловлено, прежде всего, переходом в масло восков и воскоподобных веществ, количество которых в масле возрастает при увеличении содержания лузги в перерабатываемом ядре.

При росте содержания лузги в перерабатываемом ядре ухудшается также и качество шрота в результате обогащения его клетчаткой и безазотистыми экстрактивными веществами.

Присутствие оболочки в перерабатываемом ядре масличных культур влияет и на ряд других показателей. Более легкая чем ядро лузга снижает процент использования полезной вместимости производственного оборудования, а следовательно, и его производительность. Так, например, при увеличении содержания лузги в перерабатываемом подсолнечном ядре с 7 до 12 % производительность прессового и экстракционного цехов снижается на 6–8 %.

Таблица 1.1

**Влияние содержания лузги в перерабатываемом ядре
на качество получаемых масел**

Наименование показателя	Значение показателя					
	Массовая доля лузги, %					
	0 (ядро)	5	10	15	21,5 (семена)	100 (лузга)
Массовая доля масла, %	59,70	59,03	55,65	51,68	47,21	2,00
Массовая доля в масле, %:						
неомыляемых веществ	0,41	1,66	1,77	1,80	1,85	10,52
продуктов окисления	0,36	0,48	0,55	0,61	0,68	1,80
Кислотное число масла, мг КОН/г	0,55	0,62	0,73	0,78	0,87	23,13

Следует также отметить, что значительное содержание оболочки в перерабатываемом ядре препятствует его эффективному измельчению.

Существенное влияние оболочка оказывает и на величину потерь масла. Обладая пористой структурой, она легко поглощает масло, выделяемое из ядра на разных стадиях технологического процесса.

Установлено, что, если масличность лузги в семенах подсолнечника составляет 2,07 %, то в рушанке этот показатель возрастает до 2,57 %, в измельченном ядре — до 18,5 %, а в мезге — до 33,2 %.

Из лузги семян с большим трудом извлекается поглощенное масло при прессовании и даже при экстракции, поэтому масличность лузги в жмыхе и шроте всегда в 2,0–2,2 раза выше масличности жмыха и шрота в целом.

Все это диктует принципиальную необходимость добиваться максимального отделения оболочки от ядра при переработке семян подсолнечника.

Такая задача не ставится при переработке семян хлопчатника. Шелуха этих семян характеризуется достаточно высокой кормовой ценностью. Она не оказывает такого отрицательного влияния на качество получаемых масел. Кроме того, она обладает сравнительно меньшей способностью поглощать масло и легче отдает его при отжиме. Поэтому при переработке семян хлопчатника содержание оболочки в перерабатываемом ядре более высокое, чем при переработке семян подсолнечника.

Семена некоторых масличных культур (лен, рыжик и др.) перерабатывают без обрушивания и отделения оболочки. Это объясняется прочным срастанием их оболочки с маслосодержащим эндоспермом. В процессе отделения оболочки эндосperm легче отрывается от семядолей, чем от семенной оболочки. Это приводит к повышенным потерям масла в производстве, что указывает на нецелесообразность ее отделения при переработке семян указанных культур.

Такие семена, как клещевина и соя, могут перерабатываться как с отделением, так и без отделения оболочки. Семена сои перерабатываются без отделения оболочки при выработке кормового шрота (с отделением оболочки — пищевого шрота). Отделение оболочки при переработке семян клещевины предусматривается только в случае производства технического касторового масла специального назначения, а в других случаях семена клещевины перерабатываются без отделения оболочки.

Одним из основных процессов, обеспечивающих отделение оболочки от ядра, является *обрушивание* (или *шелушение* применительно к хлопковым семенам). При этом получают смесь, называемую *рушанкой*, которая состоит из целого ядра, оболочки, сечки (частиц ядра), масличной пыли, целых (целяка) и не полностью обрушенных семян (недоруша).

Количественные соотношения между этими компонентами различны и зависят от вида перерабатываемых семян, их размера, влажности, технологических режимов подготовки к переработке, а также типа применяемого для обрушивания оборудования.

По технологическим нормам состав рушанки должен соответствовать следующим требованиям:

- при переработке семян подсолнечника содержание целых семян и недоруша — не более 25 %, сечки — не более 15 %, масляной пыли — не более 10 %;
- при переработке семян средневолокнистого хлопчатника по схеме двукратного шелушения после первого шелушения целых семян должно быть не более 30 %, после второго — 0,8 %;
- при переработке семян тонковолокнистого хлопчатника количество целых семян в рушанке должно быть не более 15–20 %.

1.2. СВОЙСТВА ОБОЛОЧЕК МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН И ВЫБОР МЕТОДА ОБРУШИВАНИЯ

Для обрушивания масляных семян используются различные методы, наибольшее распространение получили методы удара, среза, скалывания и сжатия.

Выбор метода обрушивания зависит от ряда факторов, основными из которых являются физико-механические свойства семян и их морфологических частей.

Особенно важную роль при выборе метода обрушивания играют физико-механические свойства оболочек и, прежде всего, их прочность, упругость и пластичность.

Под *прочностью оболочки* понимается величина нагрузки, при которой происходит ее разрушение.

Упругость и пластичность оболочек характеризуются соотношением между упругой и пластической деформациями. Упругая деформация исчезает после снятия нагрузки, а пластическая — остается.

Оболочки различных масляных семян в значительной степени отличаются своими свойствами, что и обуславливает применение различных методов их разрушения.

Для обрушивания семян, имеющих хрупкую оболочку (подсолнечник, соя), наиболее приемлем **метод удара**, под действием которого происходит скалывание оболочки. Этот метод является наиболее распространенным в масложировой промышленности. Различают методы многократного и однократного удара. Метод многократного удара реализуется в бичевых, а многократного — в центробежных семенорушках.

Семена хлопчатника, имеющие прочную эластичную оболочку, плотно облегающую ядро и покрытые пухом, не могут быть обрушены ударным воздействием.

Для освобождения ядра от семенной оболочки хлопковые семена в зависимости от их опушенности подвергаются обрушиванию **методом разрезания** или **скалывания**. При обрушивании высокоопушенных хлопковых семян средневолокнистого хлопчатника используется метод разрезания с применением дисковых шелушителей, а при обрушивании низкоопушенных семян тонковолокнистого хлопчатника — метод скалывания с применением ножевых шелушителей.

Метод сжатия в масложировой отрасли применяется для обрушивания семян клещевины, фруктовых косточек и горчицы.

Семена клещевины имеют хрупкую оболочку и ядро, характеризующееся очень высокой масличностью (60–65 %). Их обрушивание осуществляется путем легкого сжатия между двумя гладкими валками, что позволяет разрушить оболочку и сохранить целостность ядра.

У фруктовых косточек оболочка (скорлупа) достаточно прочная, но за счет наличия большого воздушного зазора между скорлупой и ядром при сжатии происходит ее раскалывание без дробления ядра.

Эффективность обрушивания масличных семян зависит от их влажности, температуры, толщины оболочки и др.

С увеличением влажности семян, как правило, величина усилий, разрушающих оболочку, возрастает, поэтому для каждого вида семян установлена влажность, оптимальная для их обрушивания.

Для фруктовых косточек она находится в пределах 11–12 %, горчицы — 5,8–6,5 %, клещевины — 6–8 %, подсолнечника — 6,5–7,0 %.

Эффективность обрушивания возрастает при использовании предварительного прогревания семян. Установлено, что прогревание семян подсолнечника до 50 °С снижает прочность их оболочек на 15–20 %, что облегчает процесс их разрушения.

Помимо этого, на эффект обрушивания оказывает влияние и ряд других факторов, таких как величина воздушного зазора между ядром и оболочкой, прочность связи оболочки с ядром, направление приложения внешних сил и т. д.

Эти факторы в основном имеют отношение к семенам подсолнечника, частично они относятся к клещевине и сое.

Как известно, селекция семян подсолнечника, направленная на их высокую масличность, привела к затруднениям при обрушивании, связанном прежде всего с уменьшением воздушного зазора между ядром и оболочкой.

Низкомасличные семена имели достаточный воздушный зазор между ядром и оболочкой, поэтому усилия разрушения воспринимались в основном оболочкой (лузгой).

Высокомасличные семена имеют очень небольшой воздушный зазор, поэтому усилия разрушения воспринимаются и оболочкой,

и ядром. Кроме того, они характеризуются более хрупкой оболочкой и менее прочным ядром.

Изучение усилий разрушения оболочки семян высокомасличного подсолнечника до первого надкола и до полного разрушения с отрывом оболочки от ядра, как при статической, так и при динамической нагрузке, показало, что существенное влияние на величину этих усилий оказывает направление приложения силы; объясняется это тем, что прочность оболочки в направлении разных осей не одинакова. Наименьшие усилия нагружения до первого надкола оболочки требуются в положении «стоя» (вдоль длинной оси семени). Очевидно, в этом случае нагрузку воспринимает в основном оболочка семян, так как в этом случае зазор между ядром и оболочкой наибольший.

Следовательно, определяющим фактором при разрушении семян в этом положении будет прочность оболочки, которая, в свою очередь, зависит от ее толщины. Так, крупные семена имеют более толстую оболочку и требуют больших усилий до первого надкола.

Характерной особенностью семян высокомасличного подсолнечника является наличие механической связи оболочки с ядром. Особенно прочно связана с ядром оболочка мелких семян. Поэтому мелкие семена, имея более тонкую оболочку, дают первый надкол при нагрузках в 1,4 раза меньших, чем крупные. Однако для полного разрушения их оболочки и отделения ее от ядра требуются усилия в 1,7 раза большие, чем для крупных.

Наибольшие величины разрушающих усилий как для крупных, так и для мелких семян характерны для положения «плашмя». В этом случае нагрузку воспринимает и лузга, и ядро, поэтому при разрушении семян в таком положении снижается количество целого ядра.

Эти данные были положены в основу разработки способа обрушивания семян подсолнечника методом однократного, направленного вдоль длинной оси семени удара. Метод был реализован в центробежных обрушивающих машинах.

Наличие в заводских смесях семян крупной и мелкой фракций приводит к значительному ухудшению показателей работы оборудования рушально-веечных цехов: к возрастанию в рушанке количества недоруша, сечки и масличной пыли, к увеличению содержания лузги в ядре, направляемом на измельчение, и увеличению степени замасливания лузги, отходящей из производства.

Для улучшения показателей работы этих цехов семена подсолнечника перед обрушиванием следует подвергать калибровке по совмещенному признаку: толщине и массе.

Отделяемость оболочки семян сои, как и семян подсолнечника, в значительной степени зависит от их размера, степени зрелости и выравненности.

Помимо этого, на эффективность отделения оболочки большое влияние оказывают и сортовые особенности семян. Для повышения степени отделения оболочки семян сои их также рекомендуется фракционировать по размерам. Эту операцию можно осуществлять как перед хранением, так и перед переработкой.

1.3. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ОБРУШИВАНИЯ СЕМЯН

Для обрушивания семян подсолнечника используют бичевые и центробежные рушки. К сожалению, из-за высокой требовательности центробежных рушек к составу семян они в масложировой отрасли нашей страны до настоящего времени широкого применения не получили.

На некоторых прессовых заводах используются центробежные рушки марки МРЦ-5М и А1-МЦП. Имеется опыт эксплуатации центробежных рушек фирмы «Бюллер» (Германия).

Обрушивание семян сои осуществляется на бичевых семенорушках, кроме того, для них используются рифленые вальцовые станки.

Шелушение семян средневолокнистого хлопчатника осуществляют на дисковых, а тонковолокнистого — на ножевых шелушителях. Для отделения оболочки семян клещевины используют шелльмашины.

Бичевая семенорушка МНР (рис. 1.1) состоит из приемного устройства, бичевого барабана и деки.

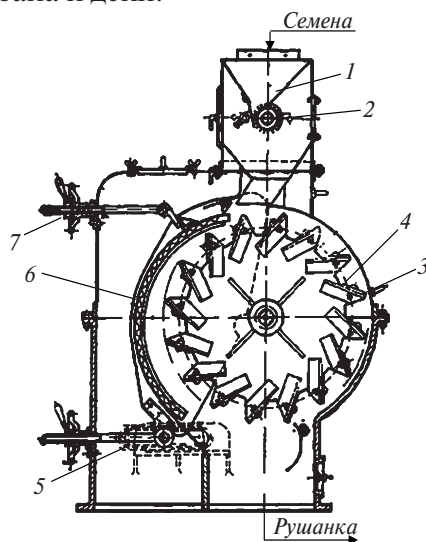


Рис. 1.1. Бичевая семенорушка МНР:

- 1 — засыпной ковш; 2 — питательный валик; 3 — бич; 4 — бичевой барабан;
5 — направляющие плоскости; 6 — дека; 7 — регулировочное устройство

Бичевой барабан 4 имеет диаметр 810 мм и длину 972 мм. На нем укреплены шестнадцать бичей, выполненных из полосовой стали. Барабан вращается со скоростью 560–680 об/мин. Дека 6 набирается либо из чугунных колосников, либо из колосников, изготовленных из стального проката. Радиус рифлей и выступов на колосниках 25 мм. Зазор между декой и барабаном может регулироваться с помощью регулировочного устройства 7 и направляющих плоскостей 5. В зависимости от влажности и размера семян зазор колеблется от 8 до 30 мм.

Семена из приемного устройства, состоящего из засыпного ковша 1 и питательного валика 2, попадают на один из бичей 3, укрепленных на вращающемся бичевом барабане 4, ударяются о него и в зависимости от силы удара либо обрушиваются, либо отбрасываются необрушенными в направлении деки 6. Подвергаясь повторному удару о деку, семена также частично обрушиваются, после чего вновь попадают на бичи, деку и так до тех пор, пока не пройдут весь путь между декой и барабаном. При этом ударах о бичи и о рифли дек подвергаются не только целые семена, но и ядро, что приводит к появлению в рушанке сечки и маслянистой пыли.

Неравномерность обрушивания семян в бичевых семенорушках обусловлена следующим:

- во-первых, тем, что движение их от бичей к деке и от деки к бичам неупорядоченное. В процессе полета некоторые из семян сталкиваются друг с другом, что приводит к потере кинетической энергии, в результате запас ее становится недостаточным для осуществления обрушивания;
- во-вторых, сила удара по семени зависит от того, на какое место бича оно попадает. Наибольшая сила удара наблюдается при попадании семян на внешнюю кромку бича, наименьшая — на внутреннюю;
- в-третьих, волнистая поверхность деки приводит к неодинаковой силе удара семян о ее поверхность.

В результате этого в рушанке появляются нежелательные фракции: недоруш, сечка и маслянистая пыль.

Для улучшения качества рушанки в зависимости от показателей перерабатываемых семян регулируют зазор между декой и барабаном: для крупных и сухих семян устанавливают больший зазор, для мелких и влажных — меньший.

Показатели работы бичевой семенорушки МНР приведены ниже:

Производительность рушки, т/сут семян подсолнечника	60
Содержание в рушанке, %, не более:	
целяка и недоруша	25
сечки	15
маслянистой пыли	15

Бичевые семенорушки НРХ-4, выпускаемые ОАО «Хорольский механический завод» (Украина) (рис. 1.2) и фирмой «Аллокко» (Аргентина) (рис. 1.3), по конструкции и принципу работы аналогичны семенорушке МНР.

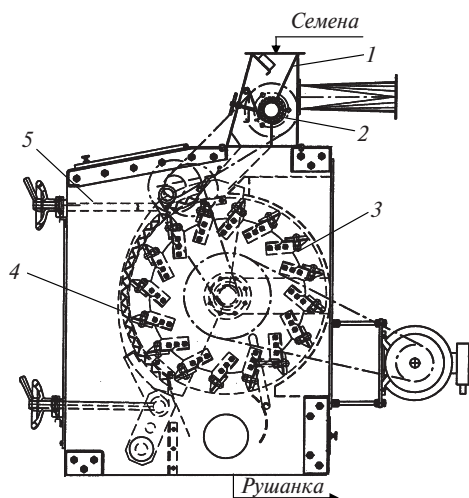


Рис. 1.2. Семенорушка НРХ-4:

1 — засыпной ковш; 2 — питательный валик; 3 — бичевой барабан; 4 — дека;
5 — регулировочное устройство

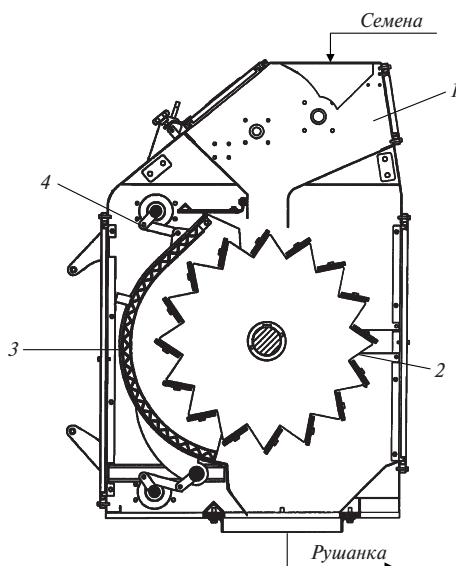


Рис. 1.3. Семенорушка фирмы «Аллокко»:

1 — засыпной ковш; 2 — бичевой барабан;
3 — дека; 4 — регулировочное устройство

Ниже приведены показатели работы двух типов рушек НРХ, выпускаемых ОАО «Хорольский механический завод»:

Производительность рушки, т/сут семян подсолнечника	70	100
Частота вращения ротора, об/мин	560–630	560–630
Диаметр барабана, мм	810	800
Длина барабана, мм	980	1280
Содержание в рушанке, %		
целяка и недоруша		18–20
сечки		9–12
масличной пыли		12–16

Бичевая семенорушка РБ (рис. 1.4), выпускаемая заводом «Машиностроитель» (г. Краснодар), имеет аналогичное устройство. Отличительной ее особенностью является устройство деки и система регулировки зазора между декой и барабаном.

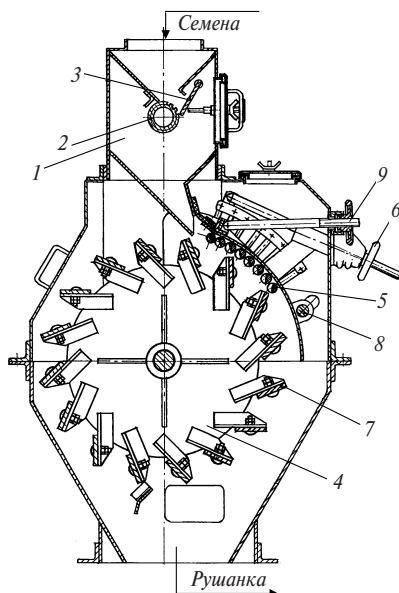


Рис. 1.4. Бичевая семенорушка РБ:

1 — приемный бункер; 2 — питательный валик; 3 — регулировочная заслонка; 4 — бичевой барабан; 5 — стержень с лысками; 6 — регулировочный механизм для изменения угла наклона лысок; 7 — бичи; 8 — ось деки; 9 — регулировочный механизм зазора между декой и бичевым барабаном

Дека рушки состоит из восьми стальных стержней 5 с лысками. Лыски в совокупности образуют рабочую поверхность деки. При помощи регулировочного механизма 6 стержни могут синхронно поворачиваться, меняя наклон лысок по отношению к направлению полета семян, отбрасываемых бичами 7. Этим регулируется сила удара семени о деку.

Регулировка зазора между декой и барабаном в нижней части деки осуществляется путем перемещения оси 8, на которой закреплена дека. Зазор в верхней части деки устанавливается с помощью регулировочного механизма 9.

Следует отметить, что при повороте стержней и, соответственно, изменении наклона лысок также происходит изменение зазора между декой и бичами.

Показатели работы бичевой семенорушки РБ такие же, как семенорушки МНР. Производительность семенорушки РБ — 80 т/сут семян подсолнечника.

Центробежная обрушивающая машина А1-МЦП (рис. 1.5) состоит из ротора 1, кольцевой деки 2 и двух циклонов 3. Ротор приводится

во вращение от электродвигателя. Ротор состоит из четырех горизонтальных дисков 4 диаметром 380 мм, на поверхности которых имеются радиальные перегородки. При сборке они образуют четыре ряда каналов, расположенных по высоте в шахматном порядке. Ротор разделен с помощью перегородки 5 на две рабочие зоны: верхнюю и нижнюю.

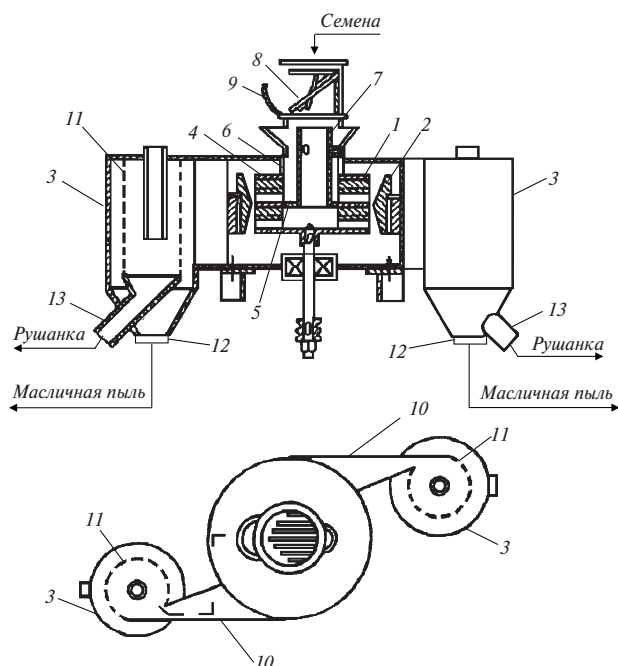


Рис. 1.5. Центробежная обрушивающая машина А1-МЦП:

- 1 — ротор; 2 — кольцевая дека; 3 — циклоны; 4 — горизонтальные диски;
 5 — перегородка, разделяющая ротор на две рабочие зоны; 6 — наружная цилиндрическая камера; 7 — внутренний цилиндрический патрубок;
 8 — предохранительная решетка; 9 — карман; 10 — тангенциальные патрубки;
 11 — цилиндрические сита; 12, 13 — патрубки для отвода, соответственно, масляной пыли и рушанки

Семена поступают в распределительное устройство, состоящее из наружной цилиндрической камеры 6 и внутреннего цилиндрического патрубка 7. При входе в распределитель они проходят предохранительную решетку 8, служащую для отбора крупных инородных тел, отводящихся через карман 9. В распределительном устройстве они делятся на два потока, один из которых поступает в каналы верхней, а другой — в каналы нижней зоны. Каждая зона имеет отверстия для всасывания воздуха, который повышает скорость семян на входе в радиальные

каналы. Перемещение семян вдоль каналов осуществляется под действием центробежной силы, при этом они прижимаются к стенкам каналов, ориентируясь длинной осью вдоль направления своего движения. Пройдя всю длину канала, они отбрасываются к деке, представляющей собой обечайку, расположенную по образующей корпуса вокруг ротора, ударяются о нее и при этом обрушиваются. Сила удара регулируется частотой вращения ротора, которая может меняться в зависимости от влажности семян и их размеров.

Полученная рушанка по двум тангенциальным патрубкам 10 поступает в циклоны 3, а именно, в цилиндрические сита 11, расположенные внутри циклонов. Сита имеют отверстия диаметром 4 мм. При движении рушанки внутри сит по спирали происходит просеивание масляной пыли, которая попадает в кольцевое пространство между ситом и циклоном и через патрубок 12 отводится на измельчение. Рушанка, оставшаяся в цилиндрическом сите, через другой патрубок 13 подается на сепарирование. В циклонах происходит отделение 50–55 % масляной пыли, содержащейся в рушанке. Это в значительной степени снижает замасливание лузги и уменьшает ее маслячность на 0,2–0,3 %.

Показатели работы центробежной рушки А1-МЦП приведены ниже:

Производительность рушки, т/сут семян подсолнечника	200
Скорость вращения ротора, об/мин	2100–2400
Содержание в рушанке, %, не более:	
целяка и недоруша	25
сечки	12
масляной пыли	10

Рушка (шелушитель) фирмы «Бюллер» приведена на рисунке 1.6.

Основными рабочими органами рушки являются ротор 1 и дека (отбойный конус) 2. Ротор состоит из восьми лопаток с канавками, которые образуют каналы. Он приводится во вращение от электродвигателя 3. С помощью входящих в объем поставки клиноременных шкивов можно регулировать частоту вращения ротора. Зазор между декой и ротором регулируется распорными втулками и колеблется от 4 до 13 мм.

Семена с помощью шнекового питателя 4, который приводится в действие мотором-редуктором 5, подаются в машину. С помощью зонда-крыльчатки 7 они направляются во входное устройство. Перемещаясь по магнитной пластине 6, они освобождаются от ферромагнитных примесей, после чего поступают в ротор 1. Под действием центробежной силы семена равномерно распределяются по каналам ротора и, покидая его, ударяются о деку 2, где и происходит их обрушивание.

Полученная рушанка поступает в выпускное устройство, из которого зондом-крыльчаткой 8 выводится из аппарата.

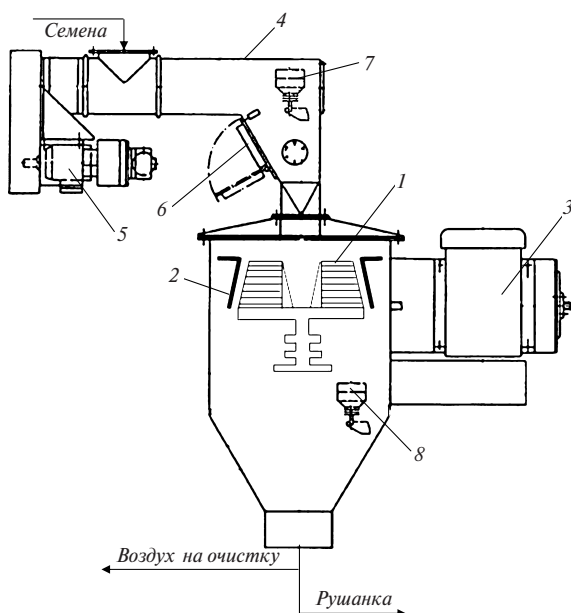


Рис. 1.6. Рушка (шелушитель) фирмы «Бюллер»:

1 — ротор; 2 — дека; 3 — электродвигатель; 4 — шнековый питатель; 5 — мотор-редуктор; 6 — магнитная пластина; 7, 8 — зонды-крыльчатки

В рушке имеется отверстие для всасывания воздуха, который повышает скорость семян на входе в каналы ротора.

Выходящий из рушки воздух поступает на очистку в циклоны.

Показатели работы центробежной рушки фирмы «Бюллер» приведены ниже:

Производительность рушки, т/сут семян подсолнечника	145
Частота вращения ротора, об/мин	530–2250

Центробежная рушка МРЦ-5м производства «Экотехпром» (рис. 1.7) предназначена для обрушивания семян подсолнечника и сои.

Основными рабочими органами рушки являются роторное устройство 1 и дека 2.

Роторное устройство состоит из двух дисков 3 и 4, между которыми установлены радиальные лопатки 5 П-образной формы (рис. 1.7, б). Оно приводится во вращение от электродвигателя 6 через клиновую передачу. Дека 2 выполнена в виде усеченного конуса с внутренней рифленой поверхностью.

Исходные семена поступают в приемный бункер 7 и с помощью распределителя 8 направляются в роторное устройство. Количество подаваемых семян регулируется шибером 9.

При вращении ротора по часовой стрелке семена движутся вдоль левой стороны П-образных радиальных лопаток и, покидая их, ударяются о деку, где и происходит их обрушивание. Полученная рушанка выводится из аппарата.

После износа левых половин лопаток двигатель переключается на работу против часовой стрелки, и в этом случае семена движутся вдоль правой стороны лопаток.

Такая конструкция рушки удлиняет срок службы лопаток в два раза.

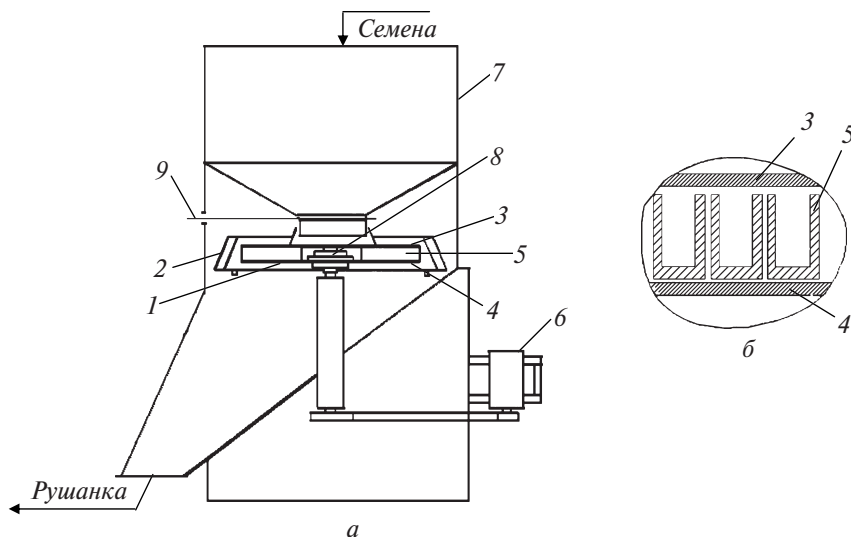


Рис. 1.7. Центробежная рушка МРЦ-5м:

а — общий вид рушки; *б* — фрагмент разреза ротора; 1 — роторное устройство;
2 — дека; 3, 4 — диски; 5 — радиальные лопатки; 6 — электродвигатель;
7 — приемный бункер; 8 — распределитель; 9 — шибер

Показатели работы центробежной рушки МРЦ-5м приведены ниже:

Производительность рушки, т/сут при переработке:

семян сои

50–60

семян подсолнечника

40–50

Частота вращения ротора, об/мин

1500–3000

Дисковый шелушитель (рис. 1.8) предназначен для обрушивания средневолокнистых семян хлопчатника. Он состоит из питательного шнека 3, питательной камеры 2 и двух дисков, один из которых вращающийся 5, а другой — неподвижный 4. На обоих дисках закреплены по шесть ножей 1, на рабочей поверхности которых имеются рифли треугольного профиля, расположенные радиально. Ножи крепятся

к дискам при помощи болтов. Перед установкой ножи должны быть отбалансированы во избежание неравномерных центробежных сил, возникающих при вращении диска.

Поступление семян в питательную камеру 2 шелушителя осуществляется с помощью питательного шнека 3, приводимого во вращение от вала шелушителя. Семена попадают в центральную часть неподвижного диска 4 и вследствие большой окружной скорости вращающегося диска 5 с ворошителем под действием центробежной силы отбрасываются к периферии. Попадая в зазор между кромками ножей дисков, семена разрезаются и затем в виде рушанки выходят из машины.

При воздействии ножей на семена происходит не только разрезание оболочки, но и смятие семян, а также скалывание ядра.

Недостатком работы дискового шелушителя является многократное воздействие ножей дисков на семена и ядро, вследствие чего образуется сечка и маслянистая пыль, что приводит к замасливанию шелухи.

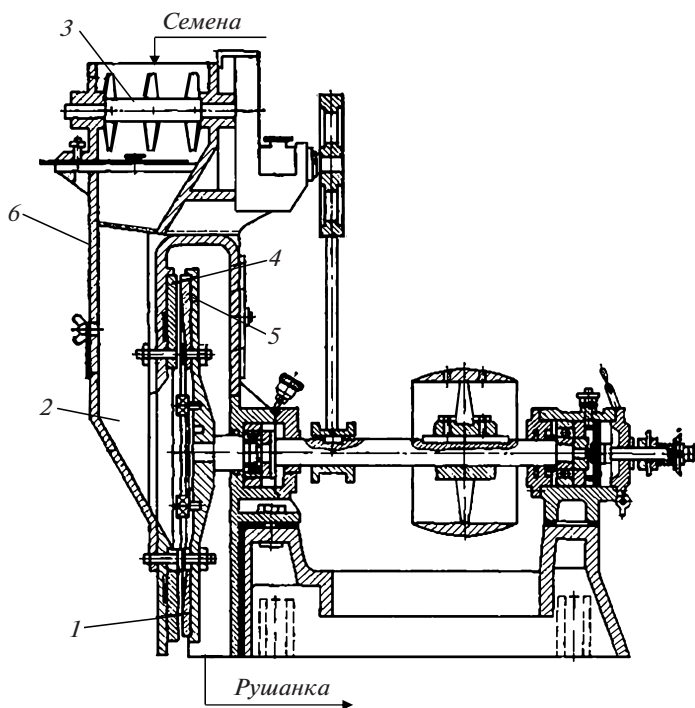


Рис. 1.8. Дисковый шелушитель:

1 — ножи; 2 — питательная камера; 3 — питательный шнек; 4 — неподвижный диск;
5 — вращающийся диск; 6 — корпус

Показатели работы двух типов шелушителей приведены ниже:

	МШВ	АС-900
Производительность, т/сут семян хлопчатника	110–120	140–150
Частота вращения диска, об/мин:		
при первом шелушении	1000–1100	1150–1190
при втором шелушении	1100–1200	1100–1180
Диаметр диска, мм	920	900
Количество целых семян в рушанке, %, не более:		
после первого шелушения		30
после второго шелушения		0,8

Ножевой шелушитель (рис. 1.9) применяется для обрушивания тонковолокнистых семян хлопчатника.

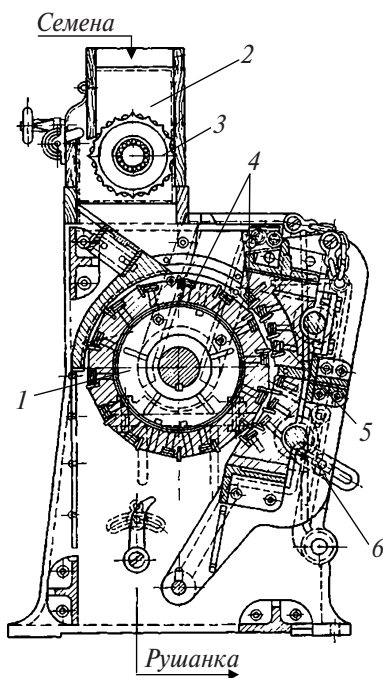


Рис. 1.9. Ножевой шелушитель:

- 1 — барабан; 2 — приемный бункер; 3 — питательный валик; 4 — ножи; 5 — дека;
6 — рычажное устройство для регулирования зазора между декой и барабаном

Семена хлопчатника из приемного бункера 2 с помощью питательного валика 3 подаются на вращающийся барабан 1 и увлекаются в зазор между барабаном и подвижной декой 5, в котором происходит

их разрезание ножами 4, укрепленными на деке и барабане. Каждый нож имеет шесть режущих граней (в работе находится только одна из них). Благодаря тому, что ножи можно переставлять, срок их службы увеличивается.

Дека устроена таким образом, что по ходу движения семян зазор между ней и барабаном постепенно увеличивается. Благодаря этому, не происходит перетирания семян, что снижает замасливание шелухи. Зазор между барабаном и декой регулируется с помощью рычажного устройства 6.

Показатели работы ножевого шелушителя приведены ниже:

Производительность, т/сут семян хлопчатника	70—80
Диаметр барабана, мм	596
Частота вращения барабана, об/мин	960
Содержание целых семян в рушанке, %, не более	15—20

1.4. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА СЕПАРИРОВАНИЯ РУШАНКИ

Цель и задачи сепарирования рушанки. Рушанка состоит из целого ядра, лузги, сечки (частиц ядра), целых (целяк) и частично обрушенных семян (недоруш), масличной пыли (для сои — мучки). Лузга (шелуха) является балластом в производстве.

Сепарирование рушанки преследует цель максимального отделения оболочек от ядра при минимальных потерях масла. Выбор способов, оборудования и режимов сепарирования рушанки зависит от свойств и степени различия между отдельными свойствами компонентов рушанки.

В настоящее время наиболее широко применяются способы, основанные на различиях линейных размеров и аэродинамических свойств.

Сепарирование рушанки только по линейным размерам мало распространено и находит применение только при переработке средневолокнистых семян хлопчатника при использовании двойных встряхивателей и биттер-сепараторов.

В сепараторах, разделяющих смесь компонентов рушанки по линейным размерам и аэродинамическим свойствам, система ситовых поверхностей может являться основным или вспомогательным органом.

При разделении рушанки семян тонковолокнистого хлопчатника, в которых шелуха в силу специфических свойств легко всплывает на поверхность колеблющегося слоя, ситовые поверхности являются основными рабочими органами сепараторов рушанки (пурифайеры, двойные встряхиватели).

Для семян большинства других культур (подсолнечник, соя, горчица, арахис) фракционирование на ситовых поверхностях облегчает

процесс разделения рушанки по аэродинамическим свойствам, который является основным. В этом случае ситовые поверхности сепараторов выполняют вспомогательные функции.

Аэродинамические свойства отдельных компонентов рушанки (целяк, недоруш, ядро, оболочка, масляная пыль, сечка) колеблются в широких диапазонах и зависят от вида и сорта семян, условий произрастания, формы и размеров частиц, опушенности (для хлопчатника), влажности и других свойств. В воздушном потоке практически невозможно осуществить четкое разделение рушанки на компоненты.

На рисунке 1.10 приведены предельные скорости витания отдельных фракций подсолнечной рушанки, выделенных на рассевах аспирационной вейки.



Рис. 1.10. Интегральные кривые скоростей витания фракций подсолнечной рушанки:

1 — лузги; 2 — масляной пыли; 3 — сечки; 4 — недоруша; 5 — ядра;
6 — целяка (целых семян)

Как видно из рисунка, при скорости воздушного потока 3,2–3,5 м/с, обеспечивающего удаление всей лузги из рушанки, в лузгу будет уноситься значительное количество масляной пыли (свыше 90 %), сечки (35–40 %), а также определенная часть недоруша и ядра.

Предварительное фракционирование рушанки по линейным размерам обеспечивает более четкое разделение компонентов рушанки в воздушном потоке.

Для сепарирования крупных фракций рушанки, идущих с верхних сит вейки, используются большие скорости воздушных потоков, мелких — меньшие. Это позволяет снизить унос маслосодержащих компонентов с лузгой и уменьшить содержание лузги в ядре, выходящем из семеновой.

Рушанку некоторых семян масличных культур, например клещевины, перед отделением оболочки в воздушном потоке не рекомендуется подвергать фракционированию по размерам. Это объясняется тем, что у этих семян высокая масличность ядра, для его деформации требуются малые усилия, разделение же рушанки на фракции по линейным размерам приводит к интенсивному замасливанию оболочки без значительного увеличения эффекта воздушного сепарирования.

Сепарирование подсолнечной рушанки. Для сепарирования подсолнечной рушанки наиболее широко применяются аспирационные семеновейки: М2С-50, Р1-МС-2Т и НВХ. Имеется отечественный и зарубежный опыт (фирмы «Бюллер» и «Аллокко») использования для этих целей сепараторов.

Аспирационная семеновейка М2С-50 (рис. 1.11) состоит из отсева 2 и аспирационной камеры 12.

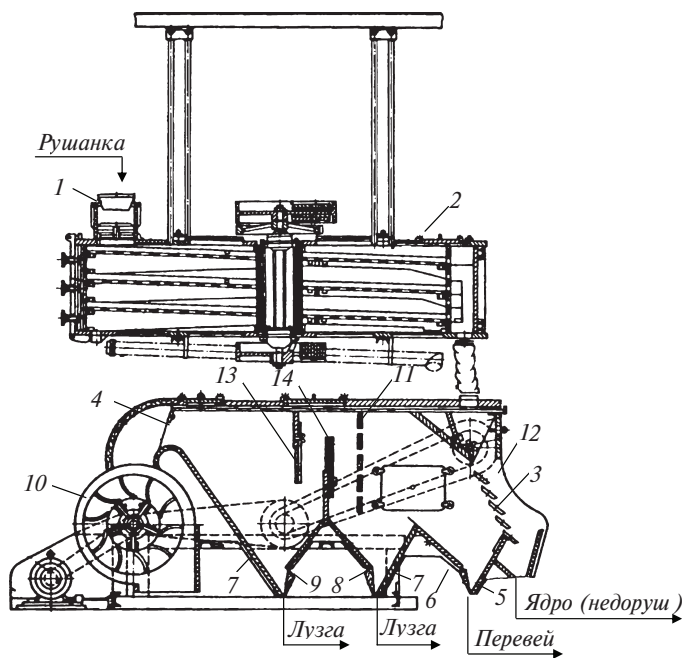


Рис. 1.11. Аспирационная семеновейка М2С-50:

1 — приемный рукав; 2 — рассев; 3 — жалюзи; 4 — шибберный механизм; 5 — карман для перевея; 7 — карманы для лузги; 6, 8, 9 — клапаны; 10 — вентилятор; 11 — решетка; 12 — аспирационная камера; 13, 14 — перегородки

Рассев представляет собой металлический кузов прямоугольного сечения, внутри которого расположены три ряда наклоненных под углом 3° плоских сит, работающих последовательно. Рассев совершает

онную камеру. Лузга оседает в карманах 7, а воздух с маслячной пылью уносится в циклоны.

Смесь лузги, щуплых семян и частиц ядра (перевей) оседает в кармане 5.

Ядро, целые и недообрушенные семена, как наиболее тяжелая часть рушанки, идут сходом с жалюзи и выводятся из машины в шнеки ядра и недоруша, соответственно.

Регулирование скорости воздушного потока и аэродинамических условий в аспирационной камере осуществляется с помощью решетки 11, перегородок 13, 14 и шиберного механизма 4.

Клапаны 8 и 9 карманов 7 открываются под действием массы лузги по мере ее накопления, и она высыпается в шнек для лузги.

Перевей из кармана 5 таким же образом через клапан 6 поступает в шнек для переветя.

Воздух, отсасываемый вентилятором 10, подлежит очистке в циклонах. Скорость воздуха регулируется с помощью шиберов, установленных в каждом канале.

Хорошее разделение рушанки на ситах по фракциям обеспечивает надежную работу семеновейки в целом. Важным является снижение содержания ядра в лузге (вынос) и количество переветя: увеличение выноса ядра в лузгу приводит к повышению потерь масла, а большое количество переветя требует его дополнительной обработки. Значительную роль в этом играют жалюзи воздушных каналов, по которым движется рушанка. Регулируя наклон жалюзи и зазор между ними, можно изменять скорость движения материала и воздуха и добиваться четкого отделения лузги от ядра при минимальных количествах переветя и выноса ядра в лузгу.

В каждом канале аспирационной камеры при сходе фракции с жалюзи установлено последовательно два ряда магнитов.

Недостатком вейки М2С-50 является то, что при разделении рушанки на фракции в рассеве семеновейки создаются благоприятные условия для замасливания лузги в результате контакта ее на ситах с высокомасличным дробленным ядром (сечкой) и маслячной пылью.

Продолжительность нахождения рушанки в рассеве увеличивается от крупной фракции (сход с верхнего ряда сит, фракция I) к мелкой (вневетровой проход, фракция VII).

Продолжительность просеивания VI и VII фракций ориентировочно составляет 60 с, что приводит к заметному увеличению маслячности лузги.

Кроме того, на повышение маслячности лузги оказывает влияние увеличение площади поверхности лузги по мере уменьшения ее размеров и более высокая ботаническая маслячность лузги мелких семян, рушанка которых попадает преимущественно в последние каналы семеновейки.

Показатели работы аспирационной семеновойки М2С-50 приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	60
Площадь ситовой поверхности, м ²	11,5
Масличность отходящей лузги сверх ботанической, %, не более	1,0
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	7500

Аспирационная семеновойка Р1-МС-2Т (рис. 1.13) принципиально не отличается от вейки М2С-50, но обладает рядом преимуществ, например, тем, что из рушанки перед поступлением ее на ситовый рассев 1 выделяется фракция мелких ядровых частиц.

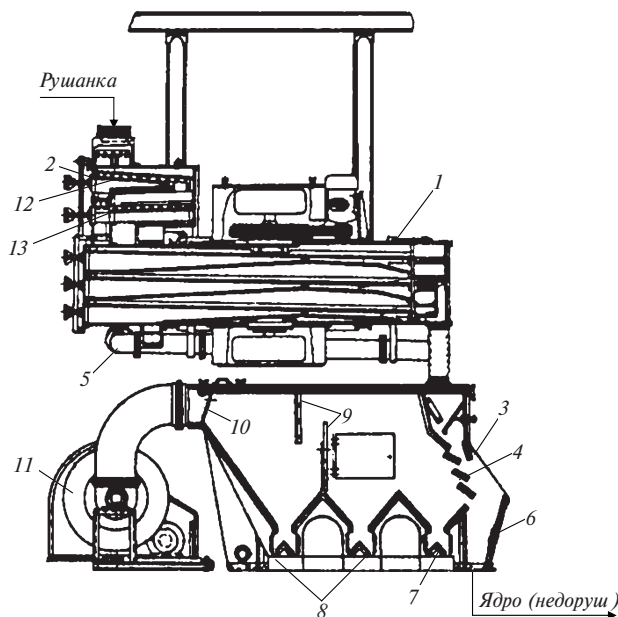


Рис. 1.13. Аспирационная семеновойка Р1-МС-2Т:

1 — основной рассев; 2 — предрассев; 3 — аспирационная камера; 4 — жалюзи; 5 — патрубок для внебечного прохода; 6 — канал для отвода ядра (недоруш); 7 — карман для перепада; 8 — карманы для лузги; 9 — перегородка для изменения направления воздушного потока; 10 — шибер для регулирования воздушного потока в каждом канале; 11 — вентилятор; 12, 13 — сита предрассева

Данная операция осуществляется на предрассеве 2, имеющем два сита 12 и 13, работающих параллельно (размер отверстий 3 мм). Это обеспечивает меньший контакт лузги с частицами ядра, чем на семеновойке М2С-50, и, как следствие, снижение степени замасливания

лузги. Проход через сита предрассева (сечка и масличная пыль), минуя аспирационную камеру, по патрубку 5 подается в шнек ядра.

Основной рассев вейки также состоит из трех рядов сит. Размеры отверстий сит, мм: в верхнем ряду 6 и 7, в среднем — 4,5 и 5 и в нижнем — 3. Верхний и средний ряды сит имеют сетчатые поддоны, что также способствует снижению контакта лузги с дробленным ядром.

Все это в комплексе с предрассевом уменьшает степень замасливания лузги и снижает ее масличность на 0,20–0,25 % по сравнению с вейкой М2С-50.

Аспирационная камера семеновейки Р1-МС-2Т имеет устройство, аналогичное вейке М2С-50. Однако в ней улучшены аэродинамические условия за счет изменения расположения шиберов 10 и внутренних перегородок 9. Кроме того, изменена конструкция лузговых клапанов в карманах 8, что улучшило их работу.

В аспирационную камеру вейки Р1-МС-2Т поступает пять фракций (в вейке М2С-50 шесть фракций). Шестая, вневетровая, минуя аспирационную камеру, отводится на измельчение. Каждая фракция, перемещаясь по жалюзи 4 своего канала, продувается воздухом, забираемым вентилятором 11 из цеха. В результате из нее удаляются наиболее легкие компоненты: лузга, масличная пыль, пустые и плохо выполненные семена, которые уносятся в аспирационную камеру и осаждаются в соответствующих карманах. Лузга, как самая легкая фракция рушанки, уносится в наиболее отдаленные карманы 8, а смесь лузги, сечки и пустых семян (перевей) осаждается в кармане 7.

По мере накопления лузги и перевея в карманах открываются клапаны и они выводятся из машины.

Сходом с жалюзи аспирационной камеры идут недоруш и ядро, которые направляются в соответствующие шнеки.

Воздух, отсасываемый вентилятором 11, также поступает на очистку в циклоны.

Показатели работы аспирационной семеновейки Р1-МС-2Т приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	100
Масличность лузги, отходящей из вейки, сверх ботанической, %, не более	1,0
Лузжистость ядра, %, не более	12,0
Вынос ядра в лузгу, %, не более	1,1
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	9000

Аспирационная семеновейка НВХ (рис. 1.14), выпускаемая ОАО «Хорольский механический завод» (Украина), по конструкции и показателям работы аналогична вейке Р1-МС-2Т. Производительность семеновейки НВХ 100 т/сут семян подсолнечника.

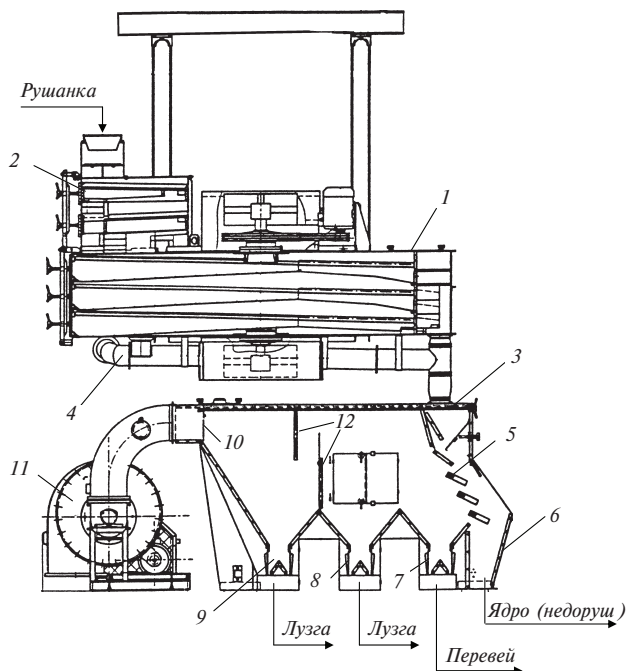


Рис. 1.14. Аспирационная семенвейка NBX:

1 — основной рассев; 2 — предрассев; 3 — аспирационная камера; 4 — патрубок для вневеетного прохода; 5 — жалюзи; 6 — канал для отвода ядра (недоруща); 7 — карман для перевея; 8, 9 — карманы для лузги; 10, 12 — перегородки для изменения направления воздушного потока; 11 — вентилятор

Сепаратор фирмы «Аллоко» (рис. 1.15) состоит из закрытого решетного кузова 9, подвешенного к станине на гибких подвесках, и двух пневмосепарирующих каналов 7.

Решетный кузов набирается из двух секций, работающих параллельно, в каждой из которых в два яруса установлены выдвигающиеся решетчатые рамки (решета): верхнее — 1 сортировочное и нижнее — 2 подсевное. Решетчатые рамки продольными и поперечными планками разделены на ячейки. В каждой ячейке имеется по два резиновых шарика (диаметр 35 мм), предназначенных для очистки решетчатых рамок от застрявших частиц. К нижним плоскостям решетчатых рамок прикреплены сетчатые фордоны 10.

Решетный кузов совершает круговое поступательное движение. Рушанка двумя параллельными потоками поступает в две секции решетчатого кузова. Оба потока с помощью двух разделителей дополнительно делятся на две части (таким образом, в сепаратор поступает четыре потока рушанки).

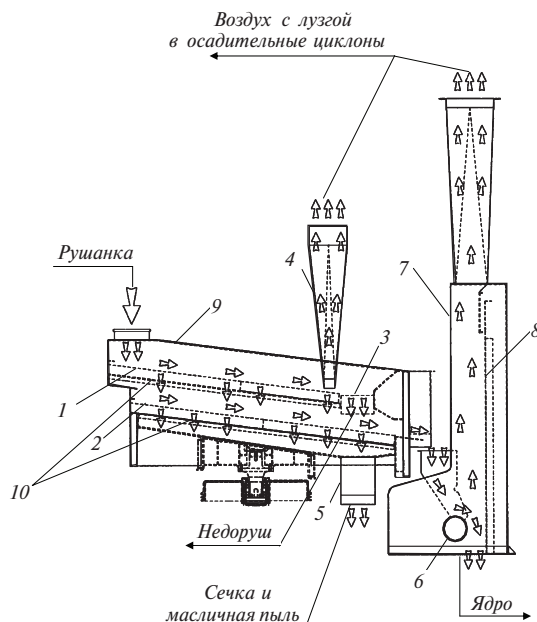


Рис. 1.15. Сепаратор фирмы «Аллоко»:

1 — сортировочное решето; 2 — подсевное решето; 3, 5 — лотки; 4 — аспирационный канал; 6 — питательный валик; 7 — пневмосепарирующие каналы; 8 — подвижная стенка; 9 — закрытый решетчатый кузов; 10 — сетчатые фордоны

С помощью распределительного днища рушанка равномерно распределяется по всей ширине сортировочного решета. Сходом с решета идут целые и недообрушенные семена (фракция недоруша), которые выводятся из сепаратора лотком 3. В нижней части сортировочного решета происходит аспирация фракции недоруша. Через канал 4 часть содержащейся в ней лузги уносится воздухом в циклон. Более мелкие фракции рушанки проходят под решето и поступают на подсевное решето 2. Проходом через решето идет мелкая сечка и масляная пыль, которые лотком 5 выводятся из машины и направляются в шнек ядра, идущего на измельчение. Лузга и ядро, идущие сходом, питательным валиком 6 подаются в пневмосепарирующий канал 7, где они попадают в зону действия воздушного потока, который движется навстречу. Лузга, содержащаяся в рушанке, уносится воздухом в пневмосепарирующий канал 7 и далее — на осаждение в циклоны. Ядро, как более тяжелая фракция, выходит из пневмосепарирующего канала и направляется в шнек ядра.

Четкость сепарирования рушанки в пневмосепарирующем канале регулируется скоростью воздушного потока, которая меняется с помо-

щью заслонки или изменением положения подвижной стенки δ (перемещением ее влево или вправо).

Показатели работы сепаратора при сепарировании подсолнечной рушанки приведены ниже:

Производительность, т/сут рушанки семян подсолнечника	150
Расход воздуха, м ³ /ч	6000

Сепарирование соевой рушанки. При переработке семян сои с получением пищевого шрота рушанку обязательно подвергают сепарированию. Эту операцию проводят на сепараторах ЗСМ-10, ЗСМ-20, А1-БИС, сепараторах фирмы «Аллокко», а также в аспирационных семеновейках.

В процессе сепарирования из соевой рушанки удаляют оболочку, мучку и зародыш, которые направляют на производство кормового шрота. Размер сит в сепараторах и аспирационных семеновейках устанавливается исходя из фракционного состава рушанки.

Как правило, мучка и зародыш отделяются на ситах с диаметром отверстий 2–3 мм (в виде прохода).

Выделение оболочки осуществляется с помощью воздушного потока, который уносит оболочку в аспирационную камеру, где и происходит ее оседание.

Сепарирование хлопковой рушанки. Хлопковая рушанка содержит целые необрушенные семена, ядро целое и дробленое, а также шелуху различных размеров.

В зависимости от степени опушенности семян для ее разделения на компоненты: ядро, шелуху, целые семена — используются разные способы.

Для семян средневолокнистого хлопчатника, характеризующихся высокой опушенностью, разделение рушанки осуществляется только по линейным размерам. В рушанке происходит сцепление частиц ядра с волокнами шелухи, что не дает возможности разделить их в воздушном потоке. Выделение ядра из такой рушанки возможно только за счет интенсивного встряхивания на ситах или обработки билами. Эти операции осуществляются в двойных встряхивателях и биттер-сепараторах.

Тонковолокнистые семена хлопчатника характеризуются невысокой опушенностью, что практически исключает сцепление частиц ядра с шелухой. Поэтому разделение их рушанки возможно не только по линейным размерам, но и с помощью воздушного потока. Для сепарирования рушанки тонковолокнистых семян хлопчатника используются пурифайеры, совмещающие оба способа.

Двойной встряхиватель МВД (рис. 1.16) состоит из станины 1, в которой на подвесках укреплены расположенные друг над другом две ситовые рамы 2. Под каждой ситовой рамой расположен поддон для

сбора ядра. Ситовые рамы имеют уклон 1/15 к горизонтали и движутся возвратно-поступательно. Каждая ситовая рама состоит из пяти частей, имеющих ячейки различного диаметра.

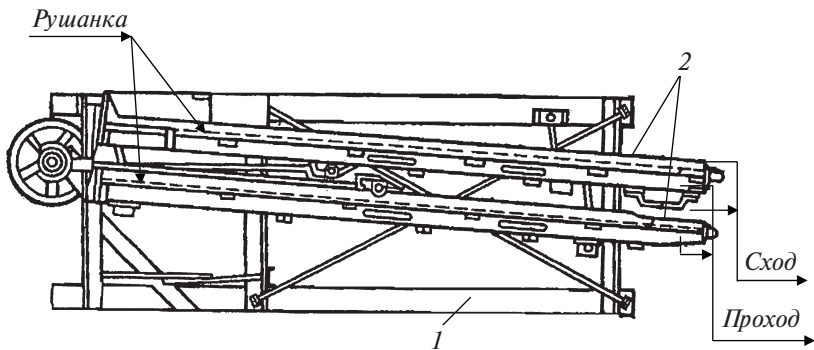


Рис. 1.16. Двойной встряхиватель МВД:

1 — станина; 2 — ситовые рамы

Рушанка из шелушителя через делительный шибер поступает одновременно на обе ситовые рамы. Распределение материала по всей поверхности сит осуществляется с помощью специального щитка. Сходом с сит идут целые семена, не обрушенные при шелушении, шелуха с оставшимися в ней частицами ядра и шелуха, свободная от ядра, а проходом — ядро с небольшой примесью частиц шелухи.

Двойной встряхиватель устанавливается непосредственно под дисковым шелушителем.

Показатели работы двойного встряхивателя приведены ниже:

Производительность, т/сут семян хлопчатника		120
Диаметр ячеек частей ситовой рамы, мм	первое шелушение	второе шелушение
I	4	4
II	5	4
III	6	5
IV	7	5
V	8	6

Биттер-сепаратор (рис. 1.17) состоит из двух сетчатых барабанов 2, внутри которых проходят валы 4 с укрепленными на них билами 3.

Барабаны и билы вращаются в противоположных направлениях, причем скорость вращения барабанов 2 об/мин, а билых валов — 200 об/мин. Они приводятся в движение от одного электродвигателя через ременную передачу. Под барабанами расположено сотрясательное сито 1, которое в последних конструкциях биттер-сепараторов заменено на поддон.

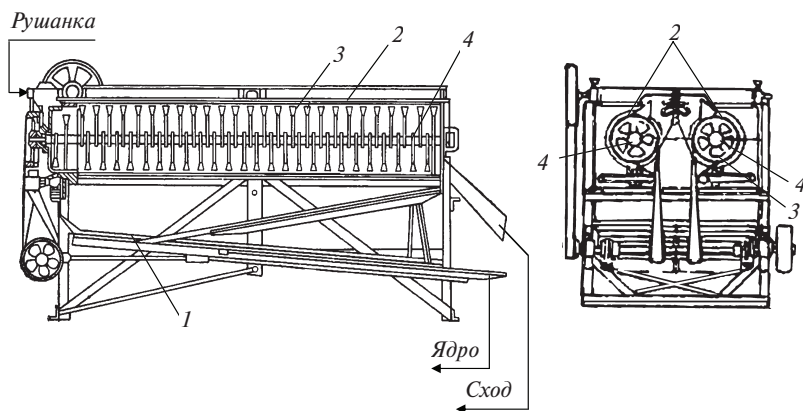


Рис. 1.17. Биттер-сепаратор:

1 — сотрясательное сито; 2 — сетчатые барабаны; 3 — билы; 4 — валы

Рушанку подают в оба барабана при помощи специального рассекателя, установленного в течке машины. В барабанах рушанка подвергается интенсивному воздействию бил, благодаря чему из нее отделяются ядро и частицы ядра, которые просеиваются через отверстия в барабане и поступают в поддон. Из поддона ядро направляется в шнек ядра. Сход с барабанов в зависимости от стадии шелушения (первое или второе) поступает либо на повторное шелушение, либо в шнек шелухи.

Для снижения потерь масла с отходящей шелухой проводится аспирация биттер-сепараторов, с помощью которой производится отсос маслянистой пыли из рушанки или шелухи.

Показатели работы биттер-сепаратора приведены ниже:

Производительность, т/сут семян хлопчатника	80
Диаметр ячеек сит барабана по ходу обрабатываемой рушанки, мм:	
передняя часть	7
средняя часть	6
средняя часть	5
задняя часть	4–5
Содержание шелухи в ядре, %, не более:	
для семян I–III сортов	10
для семян IV сорта	15
Вынос ядра в шелуху, %, не более	0,6–0,8
Масличность отходящей шелухи сверх ботанической, %, не более	1,0

Пурифайер (рис. 1.18) представляет собой комбинацию двойного сотрясательного сита с вентилятором. В каркасе 2 на подвесках 7

подвешены расположенные друг над другом ситовые рамы 5 и 6. Под нижней ситовой рамой находится поддон, верхняя рама поддона не имеет. Каждая ситовая рама состоит из шести частей. Над пятой частью верхней рамы по всей ее длине и ширине расположен приемник 4 отсасывающего вентилятора 3. Ситовые рамы имеют уклон 1/15 к горизонтали и совершают возвратно-поступательное движение.

Рушанка из ножевого шелушителя поступает на верхнюю ситовую раму и равномерно распределяется по ее поверхности. Ядро и мелкие частицы шелухи просеиваются на нижнюю ситовую раму. Целые семена и шелуха, двигаясь по верхнему ситу, попадают в сферу действия вентилятора. Вентилятор отрегулирован таким образом, что воздушный поток забирает только шелуху, направляя ее в циклон-разгрузитель, расположенный непосредственно над биттер-сепаратором. Из него шелуха поступает в биттер-сепаратор для дополнительной механической обработки. Семена, не захваченные воздушным потоком, идущие сходом с верхнего сита, попадают в приемный короб, откуда их возвращают на повторное шелушение.

Ядро и шелуха, попавшие на нижнее сито, также разделяются на проход и сход. Проход представляет собой ядро, сход — шелуху, из которой в самом конце нижнего сита под действием воздушного потока, создаваемого вентилятором, соплом 1 отбирается большая часть шелухи. Остальная шелуха с нижнего сита смешивается с фракцией ядра.

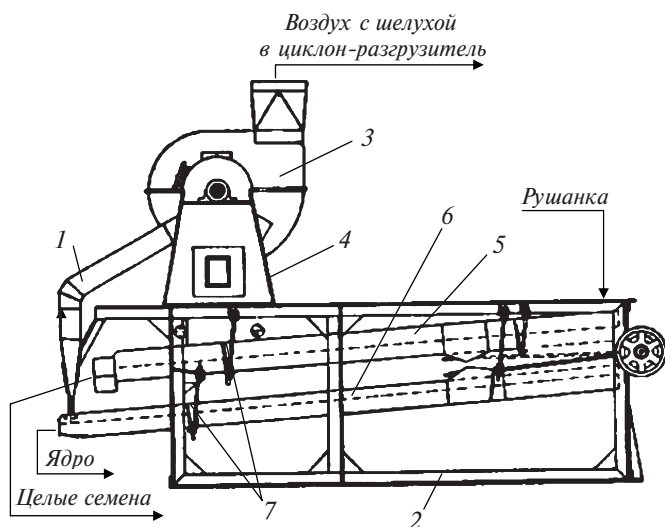


Рис. 1.18. Пурифайер:

1 — сопло; 2 — каркас; 3 — вентилятор; 4 — приемник; 5, 6 — ситовые рамы;
7 — подвески

Показатели работы пурифайера приведены ниже:

Производительность, т/сут семян хлопчатника	70–80	
Диаметр отверстий ситовых рамок, мм	верхнего сита	нижнего сита
первой и второй	3	глухие
третьей и четвертой	4	2
пятой	5	3
шестой	4	3
Величина общей ситовой поверхности, м ²	11,8	
Содержание шелухи в ядре, %, не более	10–12	

Отделение оболочки при переработке семян клещевины. Ввиду специфических особенностей семян клещевины (наличия высокомасличного ядра и хрупкой оболочки) их обрушивание и сепарирование полученной рушанки осуществляется в комбинированной машине (шелльмашине). Совмещение двух операций в одной машине сокращает время контакта оболочки с частично разрушенным высокомасличным ядром, что снижает потери масла в производстве.

Шелльмашина (рис. 1.19) состоит из парной вальцовки 5, сотрясательного сита 9, аспирационной 4 и осадительной 12 камер.

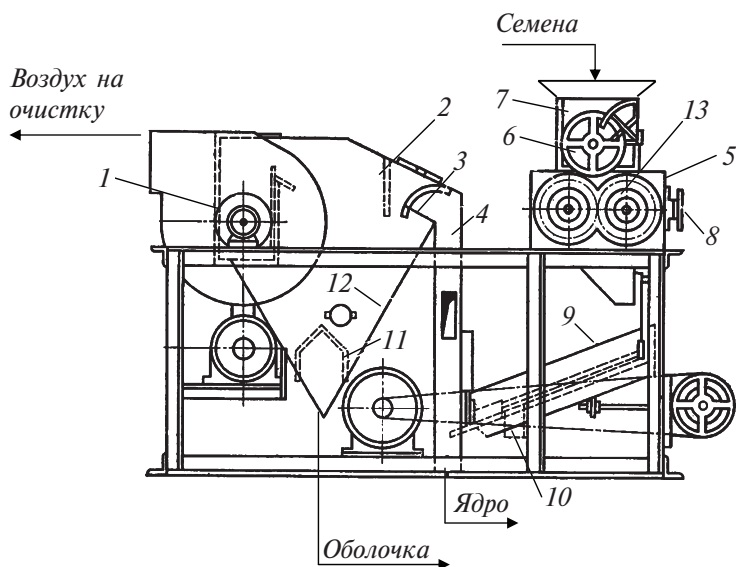


Рис. 1.19. Шелльмашина:

1 — вентилятор; 2 — перегородка; 3 — шиббер; 4 — аспирационная камера; 5 — парная вальцовка; 6 — питательный валик; 7 — бункер; 8 — маховичок; 9 — сотрясательное сито; 10 — желоб; 11 — клапан; 12 — осадительная камера; 13 — валки

Семена из бункера 7 с помощью питательного валика 6 подаются в зазор между валками 13, где и происходит их раскалывание. Зазор между валками регулируется с помощью маховичка 8 таким образом, чтобы сохранить целостность ядра. Полученная рушанка поступает на сотрясательное сито 9 с диаметром отверстий 3 мм. Проход через сито, представленный в основном мелкой оболочкой, с помощью желоба 10 выводится из машины. Сходом с сита движутся ядро и крупная оболочка, которые, попадая в аспирационную камеру, продуваются потоком воздуха, создаваемым вентилятором 1. Оболочка и мелкие частицы ядра уносятся в осадительную камеру. Здесь за счет снижения скорости потока (при помощи перегородки 2) происходит их осаждение. Периодически оболочка через клапан 11 выводится из машины, а воздух уходит на очистку. Шибер 3 предназначен для регулирования воздушных режимов в шелльмашине и улучшения степени разделения рушанки.

Ядро, идущее сходом с сотрясательного сита 9, направляется на дальнейшую переработку.

Показатели работы шелльмашины приведены ниже:

Производительность, т/сут семян клещевины	48
Диаметр рабочих валков, мм	300
Длина валков, мм	1000
Лужистость ядра, выходящего из машины, %	13–15
Вынос ядра в лугу, %	0,3–0,4
Масличность лужги, %	1,5–2,0

Контроль фракций, выходящих из сепарирующих машин. С целью снижения потерь масла в производстве осуществляется контроль недоруша, перевея и лужги (шелухи), выходящих из сепарирующих машин.

Цель контроля недоруша — выделить из него перед подачей на повторное обрушивание ядро и лугу. Для контроля недоруша используются сепараторы, производительность которых по недорушу соответствует их производительности при очистке семян подсолнечника.

Цель контроля перевея — разделение его на соответствующие фракции: мелкие и щуплые семена, недоруш, ядро, лугу. Каждая из выделенных фракций смешивается со своими потоками в соответствующих шнеках. Для контроля перевея используются любые семеновейки и аэро-сепаратор. Производительность семеновейки М2С-50 в расчете на семена подсолнечника при контроле перевея — до 200 т/сут, Р1-МС-2Т — до 330 т/сут.

Цель контроля лужги (шелухи) — выделение из нее маслосодержащих компонентов: сечки и масличной пыли.

Наиболее широко для контроля подсолнечной лужги используются аспирационные колонки и аспирационные вейки, а для контроля хлопковой шелухи — биттер-сепараторы.

Аспирационная колонка (рис. 1.20) состоит из шахты 2, вентилятора ВЦП-8 производительностью до 8300 м³/ч воздуха (на рисунке не показан), воздушной камеры 4 и отводящих воздухоотводов 5. Одна из боковых сторон шахты открыта для забора воздуха из цеха, вторая, противоположная ей, соединена с помощью воздухопроводов с воздушной камерой и вентилятором. Две другие стороны имеют глухие стенки. Внутри шахты к корпусу прикреплены под углом 45° полочки 1, расположенные в два ряда в шахматном порядке, по 16 в каждом ряду.

Лузга через патрубок 3 поступает в шахту 2, где, пересыпаясь по полочкам 1, продувается воздухом, забираемым вентилятором из цеха. При этом происходит отбор из нее маслосодержащих компонентов, которые по воздуховодам 5 поступают в воздушную камеру 4 и далее воздухом уносятся в циклон. Для задержания лузги в воздуховодах имеются отбойники 6.

Лузга, освобожденная от маслянистой пыли, пленки и частиц ядра, через патрубок 7 отводится из колонки.

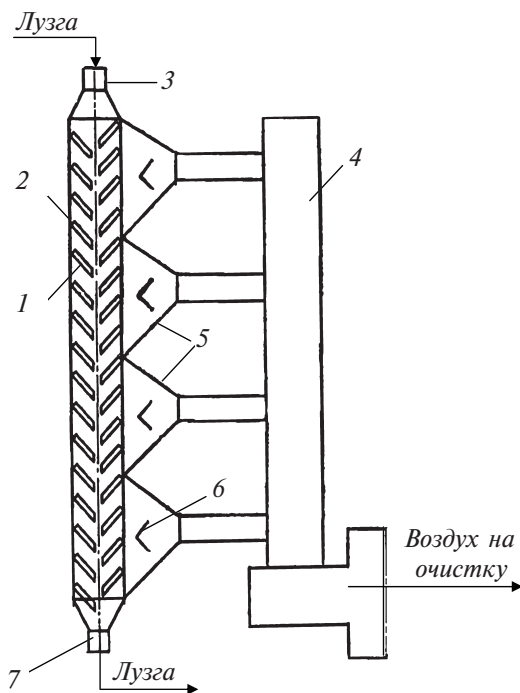


Рис. 1.20. Аспирационная колонка:

- 1 — полочки; 2 — шахта; 3 — патрубок для подачи лузги; 4 — воздушная камера;
5 — воздухопроводы; 6 — отбойники; 7 — патрубок для вывода лузги из колонки

Показатели работы аспирационной колонки приведены ниже:

Производительность, т/сут	60
Масличность отходящей лузги сверх ботанической, %, не более	0,8

Аэросепаратор производства «Экотехпром» (рис. 1.21) состоит из приемного устройства 1 и аспирационной камеры 2. Внутри приемного устройства установлено сито 3. Нижняя часть устройства шарнирно соединена с аспирационной камерой 2, что позволяет устанавливать его необходимый угол наклона.

Аспирационная камера образует два канала: для отвода мелких частиц ядра, прошедших через сито, и крупных частиц сходовой фракции.

Перевей поступает в приемное устройство и попадает на сито, перемещаясь по которому делится на две фракции: проходovou, представленную мелкими частицами ядра, и сходовую, состоящую из ядра, недоруша и лузги.

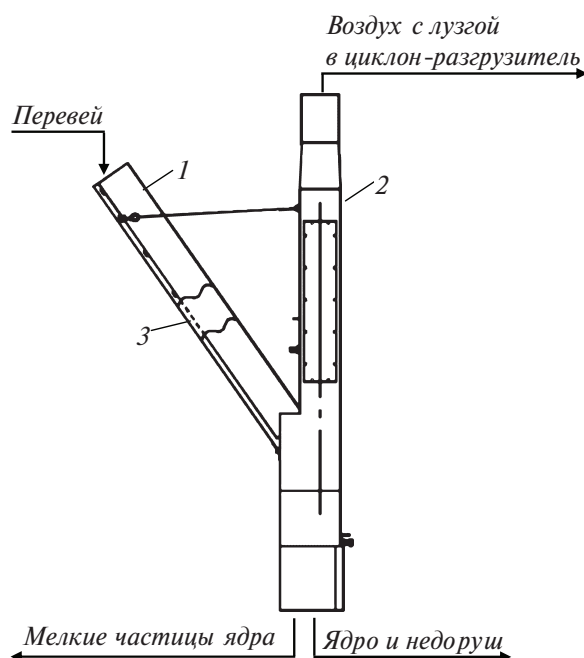


Рис. 1.21. Аэросепаратор:

1 — приемное устройство; 2 — аспирационная камера; 3 — сито

Мелкие частицы ядра из приемного устройства попадают в канал аспирационной камеры, не продуваемый воздухом, и выводятся из сепаратора.

Сходовая фракция, двигаясь вдоль сита, попадает в канал аспирационной камеры, где подвергается воздействию воздушного потока. Частицы лузги, имеющие меньшую скорость витания, уносятся воздушным потоком из сепаратора в циклон-разгрузитель, а ядро с недорущем выводятся из машины.

Производительность аэросепаратора в пересчете на семена подсолнечника до 100 т/сут.

1.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РУШАЛЬНО-ВЕЕЧНЫХ И ШЕЛУШИЛЬНО-СЕПАРАЦИОННЫХ ЦЕХОВ

1.5.1. Технологические схемы рушально-веечных цехов при переработке семян подсолнечника

На рисунке 1.22 приведена технологическая схема рушально-веечного цеха с использованием центробежных семенорушек А1-МЦП и аспирационных семеновеек Р1-МС-2Т.

Семена подсолнечника шнеком 7 подаются на центробежные семенорушки 3. Полученная рушанка направляется для разделения на фракции на рабочие семеновейки 4. Каждая семенорушка спарена с одной семеновейкой. Использование самотека снижает степень замасливания лузги и облегчает настройку оборудования.

Из первых каналов рабочих семеновеек выходит недоруш. Он собирается шнеком 11 и норией 2 подается для контроля на сепараторы 1. В сепараторах происходит отделение от недоруша ядра и лузги. Лузга и ядро поступают в шнеки 14 и 16 соответственно, а недоруш — норией 5 и шнеком 19 подается на повторное обрушивание на семенорушки 6. Полученная рушанка направляется на семеновейки 17. Воздух, содержащий маслячную пыль, из сепаратора направляется для очистки в циклоны.

Лузга с рабочих семеновеек собирается в шнеке 14, откуда с помощью нории 10 транспортируется для контроля в рассев 12 и аспирационные колонки 13. Отделившееся в рассеве ядро поступает в шнек 16. Лузга из аспирационной колонки шнеком 18 выводится из производства.

Перевей со всех семеновеек собирается шнеком 8, откуда норией 9 и шнеком 20 подается для контроля на семеновейки 15. Недоруш с контрольных семеновеек поступает в шнек недоруша 11, ядро идет в шнек 16, а лузга и перевей смешиваются с общим потоком лузги и перевея, соответственно, в шнеках 14 и 8.

Ядро из рабочих семеновеек, проход с предрассева, а также вневетровая фракция поступают в шнек 16, подающий их на измельчение.

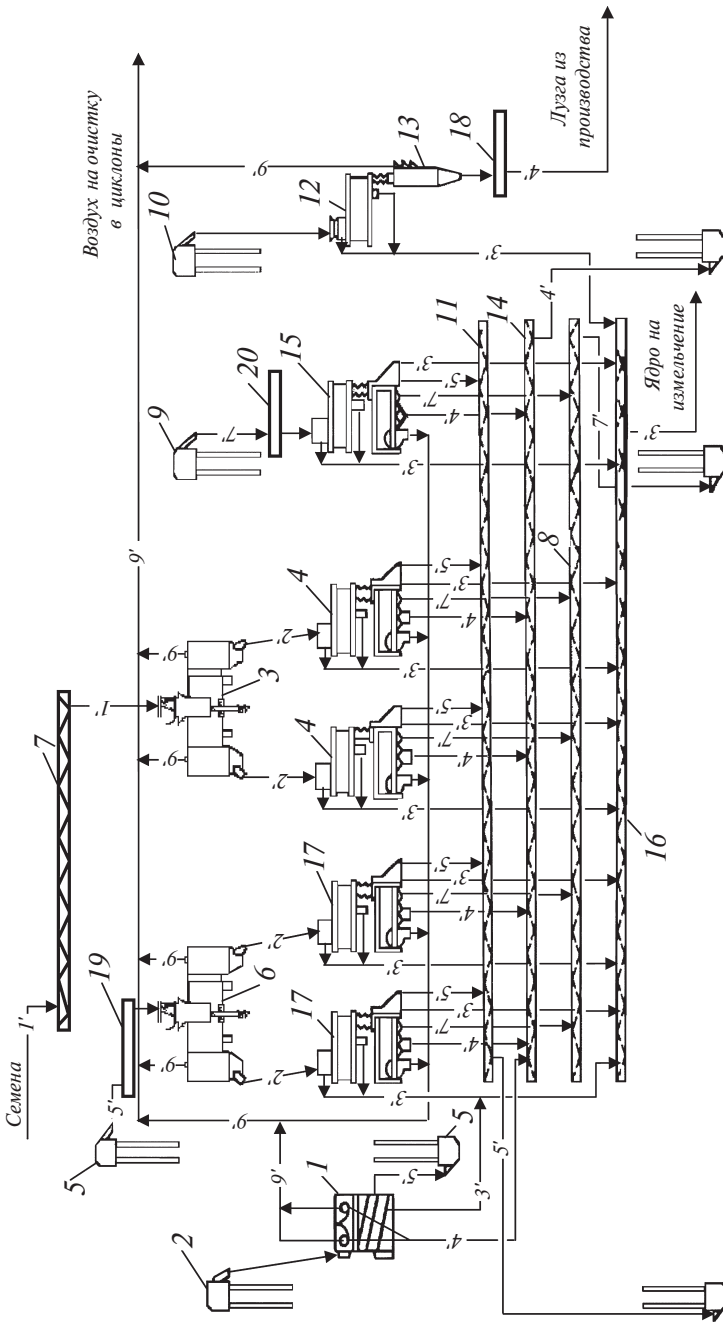


Рис. 1.22. Технологическая схема рушально-веечного цеха с использованием центробежных семенорешек А1-МЦП и МЦП и аспирационных семеновеек Р1-МС-2Т;

1 — сепараторы для контроля недоруща; 2, 5 — нории недоруща; 3 — центробежные семенорешетки А1-МЦП; 4 — рабочие семеновейки Р1-МС-2Т; 6 — центробежные семенорешетки А1-МЦП для недоруща; 7 — шнек семян; 8, 20 — шнеки переяв; 9 — нория переяв; 10 — нория лузги; 11, 19 — шнеки недоруща; 12 — рассев; 13 — аспирационные колонки; 14, 18 — шнеки лузги; 15 — семеновейка Р1-МС-2Т для контроля переяв; 16 — шнек ядра; 17 — семеновейка Р1-МС-2Т; 1' — семена; 2' — рушанка; 3' — ядро; 4' — лузга; 5' — недорущ; 7' — переяв; 9' — воздух с масляной пылью

Воздух, выходящий из рабочих и контрольных семеновеек, сепараторов, аспирационных колонок и семенорушек направляется на очистку в циклоны. Осевшая в них маслянистая пыль возвращается в шнек ядра 16, которым транспортируется на измельчение.

Количество используемого в схеме оборудования рассчитывается исходя из его производительности и мощности цеха.

Технологическая схема рушально-веечного цеха с использованием бичевых семенорушек НРХ и семеновеек НВХ приведена на рисунке 1.23.

Семена подсолнечника шнеком 1 подаются в промежуточный бункер 2, откуда норией 3 они транспортируются в шнек 4, распределяющий их на бичевые семенорушки НРХ-5. Из семенорушек рушанка направляется для сепарирования на аспирационные семеновейки НВХ-6.

Каждая семенорушка спарена со своей семеновейкой. Использование самотека (без применения транспортных элементов) снижает степень замасливания лузги.

Из первых каналов рабочих семеновеек выходит недоруш. Он собирается шнеком 8 и норией 12 подается для контроля на сепаратор А1-БИС 11. Здесь происходит отделение от недоруша ядра и лузги. Ядро поступает в шнек 10. Недоруш норией 13 направляется в общий поток семян, которые подаются на обрушивание. Лузга уносится потоком воздуха, создаваемым вентилятором 22, и осаждается в осадительной камере 14, откуда поступает в шнек лузги 7, а воздух направляется на очистку в циклоны.

Лузга с рабочих семеновеек собирается в шнеке 7, откуда норией 15 и шнеком 16 направляется для контроля в аспирационные семеновейки 17. Отделившееся в семеновейках ядро смешивается с общим потоком ядра в шнеке 10, а лузга шнеком 18 выводится из производства.

Переvey со всех семеновеек собирается шнеком 9, откуда норией 19 и шнеком 20 подается для контроля на семеновейки 21. Материал первых двух каналов (недоруш) с контрольных семеновеек поступает в шнек недоруша 8, а ядро из остальных каналов подается в шнек ядра 10. Лузга и переvey смешиваются с общими потоками лузги и переvey в шнеках 7 и 9, соответственно.

Воздух, выходящий из рабочих и контрольных семеновеек, а также сепаратора для контроля недоруша подвергается очистке в циклонах. Осевшая в них маслянистая пыль смешивается в шнеке 10 с общим потоком ядра, который направляется на измельчение.

Технологическая схема рушально-веечного цеха, разработанная фирмой «Бюллер», приведена на рис. 1.24.

Семена подсолнечника шнеком 1 подаются на обрушивание на центробежные семенорушки 2, из которых рушанка направляется для

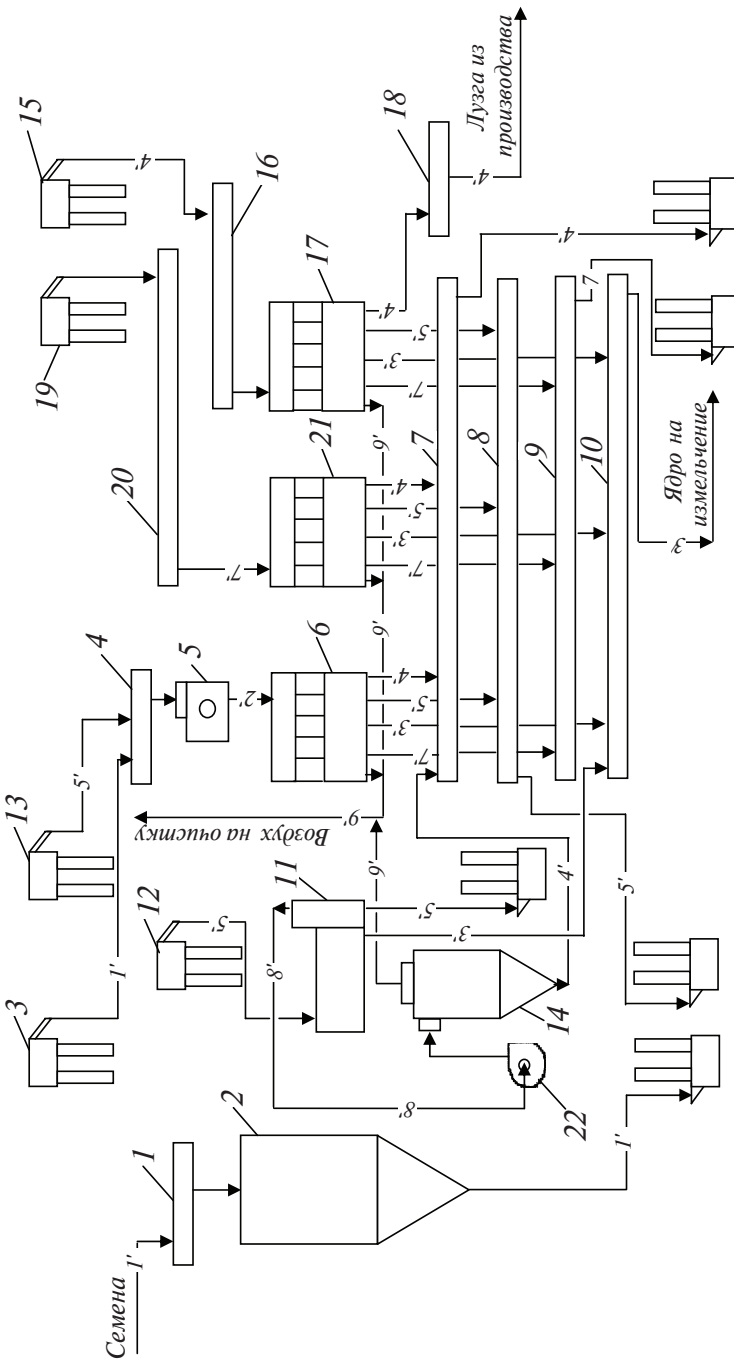


Рис. 1.23. Технологическая схема рушально-веечного цеха с использованием бичевых семенорушек НРХ и семеновеек НВХ:

1, 4 — шнеки семян; 2 — промежуточный бункер; 3 — нория семян; 5 — бичевые семенорушки НРХ-5; 6 — рабочие аспирационные семеновейки НВХ; 7, 16, 18 — шнеки лузги; 8 — шнек недоруща; 9, 20 — шнеки перевея; 10 — шнек ядра; 11 — сепаратор А1-БИС для контроля недоруща; 12, 13 — нории недоруща; 14 — осадительная камера; 15 — нория лузги; 17 — аспирационная семеновейка для контроля лузги; 19 — нория перевея; 21 — аспирационные семеновейки для контроля перевея;

1' — семена; 2' — рушанка; 4' — лузга; 5' — недорущ; 7' — перевея; 8' — недорущ; 9' — воздух с лузгой; 9' — воздух с масляной пылью

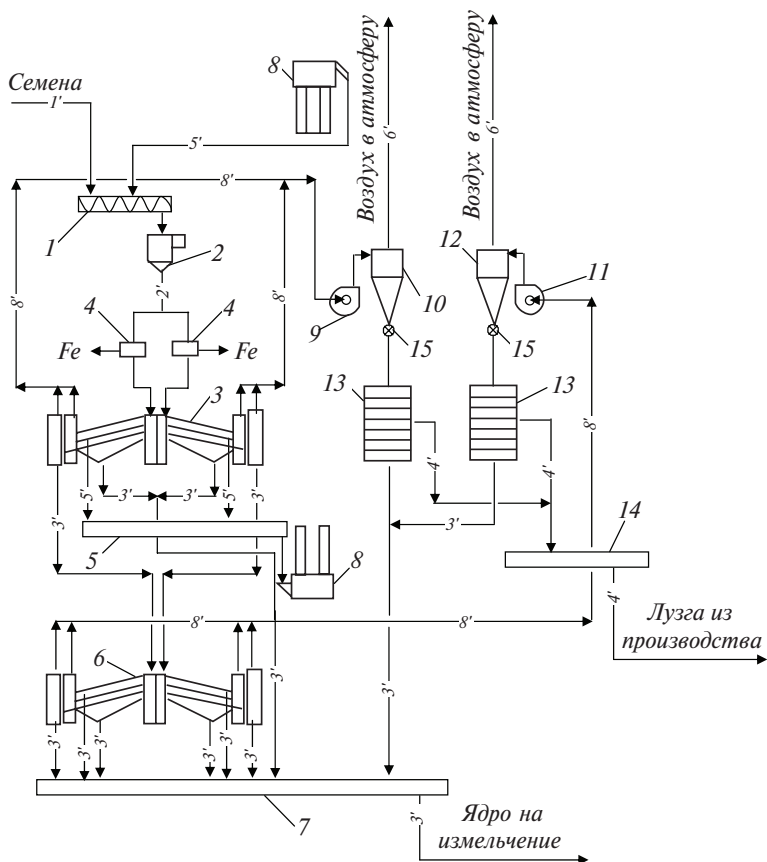


Рис. 1.24. Технологическая схема рушально-веечного цеха, разработанная фирмой «Бюллер»:

- 1 — шнек семян; 2 — центробежные семенорушки «Бюллер»; 3 — сепараторы;
 4 — электромагнитные сепараторы; 5 — шнек недоруша; 6 — контрольные сепараторы;
 7 — шнек ядра; 8 — нория недоруша; 9, 11 — вентиляторы; 10, 12 — циклоны;
 13 — малые рассева; 14 — шнек лузги; 15 — шлюзовые затворы;
 1' — семена; 2' — рушанка; 3' — ядро; 4' — лузга; 5' — недоруш; 6' — воздух в атмосферу;
 8' — воздух с лузгой

разделения на сепараторы 3, предварительно проходя очистку от ферромагнитных примесей в электромагнитных сепараторах 4. Из сепараторов 3 выходят три фракции: ядро, лузга и недоруш.

Недоруш собирается шнеком 5 и норией 8 направляется в общий поток семян, которые подаются на обрушивание. Ядро, проходящее через подсевные решета, поступает в шнек 7, с помощью которого направляется на измельчение. Основной поток ядра, выходящий из сепараторов 3, направляется на контрольный сепаратор 6, где из него

дополнительно выделяется оставшаяся лузга. Ядро из контрольного сепаратора 6 смешивается в шнеке 7 с общим потоком ядра, который направляется на измельчение.

Воздух, продуваемый вентиляторами 9 и 11 через поток ядра, поступающий в пневмосепарирующие каналы сепараторов 3 и 6, уносит частицы содержащейся в нем лузги, соответственно, в циклоны 10 и 12. Из циклонов лузга через шлюзовые затворы 15 направляется для контроля на малые рассева 13. Лузга, освобожденная в рассевах от остатков ядра, шнеком 14 выводится из производства. Отделившееся в рассевах ядро поступает в общий шнек ядра 7, транспортирующий его на измельчение.

1.5.2. Технологические схемы шелушильно-сепарационных цехов при переработке семян хлопчатника

Технологическая схема шелушильно-сепарационного цеха при переработке семян средневолокнистого хлопчатника (рис. 1.25). Семена средневолокнистого хлопчатника опушенностью более 4,5 % перерабатываются по схеме двукратного шелушения и двукратного сепарирования с отделением шелухи на двойных встряхивателях и биттер-сепараторах.

Семена средневолокнистого хлопчатника, предварительно очищенные и увлажненные, распределительным шнеком 1 подаются в дисковые шелушители первого шелушения 2, где обрушиваются на 70–75 %. Рушанка после шелушителей 2 самотеком поступает на двойные встряхиватели 3, расположенные непосредственно под дисковыми шелушителями. Здесь происходит частичное отделение ядра от рушанки. Ядро, идущее проходом с двух ситовых рам, попадает в шнек 12, расположенный под биттер-сепараторами, и далее направляется на измельчение.

Сход с ситовых рам двойного встряхивателя, представляющий собой разрезанные семена с целым ядром и целые семена, самотеком поступает в биттер-сепараторы 4 первого сепарирования, где в результате ударного воздействия бил выбиваются частички ядра и на ситовой поверхности отделяется все свободное ядро. Ядро направляется в шнек 12, а рушанка, состоящая из целых семян с шелухой, идущая сходом из сетчатых барабанов, шнеком 5 и норией 6 передается в распределительный шнек 7 над дисковыми шелушителями 8 второго шелушения для повторного шелушения. Количество целых семян после второго шелушения не должно превышать 0,8 %.

Рушанка из шелушителей поступает в двойные встряхиватели 9, расположенные под дисковыми шелушителями. Здесь также происходит дополнительное отделение свободного ядра, которое тем же шнеком 12 направляется на измельчение.

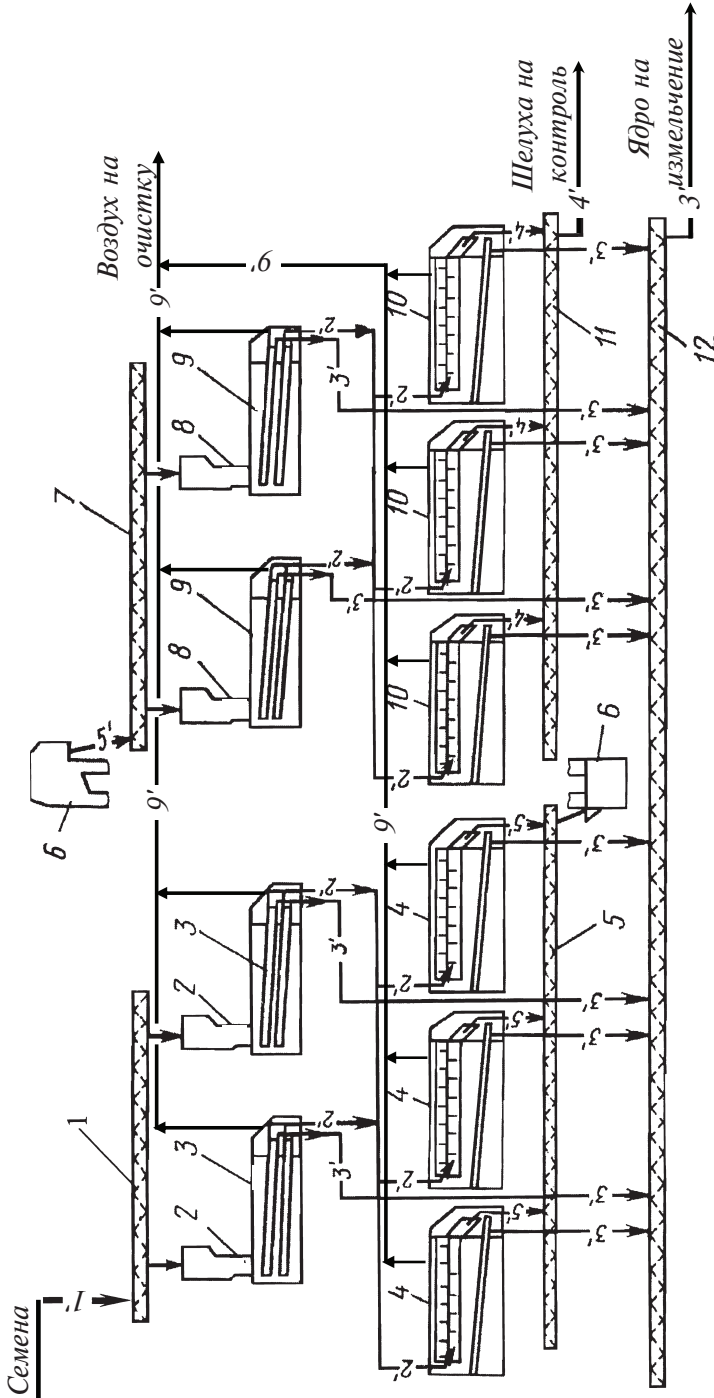


Рис. 1.25. Технологическая схема шелушильно-сепарационного цеха при переработке семян средневолокнистого хлопчатника:

1 — шнек семян; 2, 8 — дисковые шелушители; 3, 9 — двойные встряхиватели; 4, 10 — биттер-сепараторы;
 5, 7 — шнеки рушанки; 6 — нория рушанки; 11 — шнек шелухи; 12 — шнек ядра;
 1' — семена; 2' — рушанка; 3' — ядро; 4' — шелуха; 5' — целые семена с шелухой; 9' — воздух с масляной пылью

Сход с ситовых рам самотеком поступает на биттер-сепараторы 10 второго сепарирования. Здесь происходит окончательное отделение ядра от шелухи. Шелуха шнеком 11 подается на контроль и затем выводится из производства, а ядро шнеком 12 направляется на измельчение.

Для снижения потерь масла с шелухой проводят аспирацию двойных встряхивателей и биттер-сепараторов. Воздух с маслянистой пылью подается на очистку в циклоны. Задержанная в циклонах маслянистая пыль возвращается в шнек ядра 12.

На технико-экономические показатели работы шелушильно-сепарационного цеха существенное влияние оказывает влажность ядра, которая определяет потери масла с шелухой и его рафинируемость. Влажность ядра должна быть для семян I—III сортов 8,5—9,5 %, для семян IV сорта — 9,5—10,5 %. Для достижения этого семена хлопчатника перед шелушением подвергают кондиционированию по влажности.

Технологическая схема шелушильно-сепарационного цеха при переработке семян тонковолокнистого хлопчатника (рис. 1.26). Семена тонковолокнистого хлопчатника с опушенностью до 4,5 % перерабатываются по схеме однократного шелушения и сепарирования с отделением шелухи и применением пурифайеров и биттер-сепараторов.

Семена, предварительно очищенные и увлажненные, шнеком 1 распределяются на ножевые шелушители 2. Оптимальная влажность ядра семян тонковолокнистого хлопчатника такая же, как и для средневолокнистого. После шелушения содержание целых семян в рушанке не должно превышать 15—20 %. Рушанка из шелушителей самотеком поступает для разделения на пурифайеры 3.

Идущие сходом с верхнего сита целые семена с небольшим содержанием крупного ядра и шелуха попадают в сферу действия вентилятора. Создаваемый вентилятором воздушный поток захватывает шелуху и направляет ее в циклоны-разгрузители 5, а из них далее в биттер-сепараторы 6. Целые семена попадают в шнек 4 и далее норией 9 направляются в общий поток семян, идущих на шелушение. Дробленое ядро и мелкая шелуха, попадая на нижнее сито пурифайера, также разделяются: ядро идет проходом и поступает в шнек 8, а фракция шелухи подвергается воздействию воздушного потока. Часть шелухи отсасывается вентилятором и направляется в циклон-разгрузитель 5, а остальная мелкая шелуха сходит с нижнего сита и смешивается с фракцией ядра в шнеке 8. Содержание шелухи в ядре не должно превышать 10—12 %.

В биттер-сепараторах проводится дополнительное отделение ядра от шелухи. Выделенное ядро поступает в шнек 8, с помощью которого направляется на измельчение. Сходом с барабанов биттер-сепараторов идет шелуха, которая подается шнеком 7 на контроль. Содержание целых семян в отходящей шелухе должно быть не более 1 %.

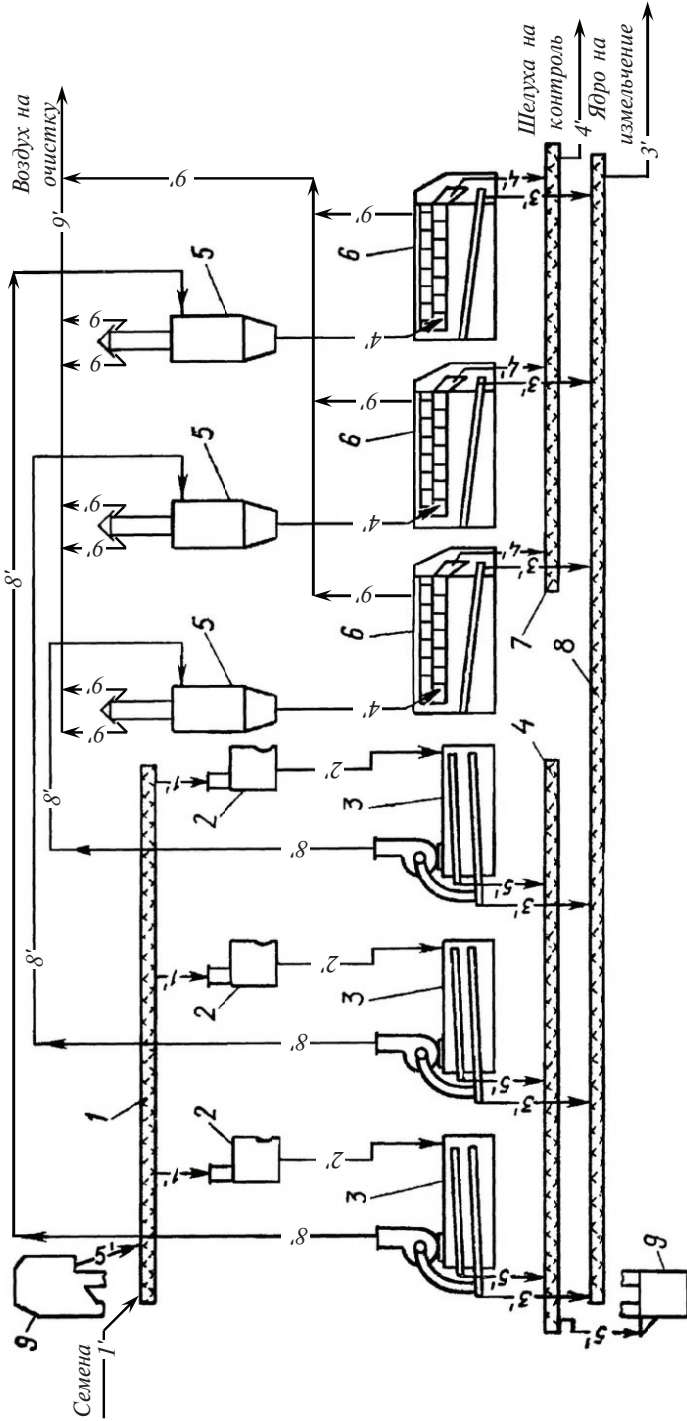


Рис. 1.26. Технологическая схема шелушильно-сепарационного цеха при переработке семян тонковолокнистого хлопчатника:

1, 4 — шнеки семян; 2 — ножовые шелушители; 3 — турбофайеры; 5 — циклоны-разгрузители; 6 — биттер-сепараторы; 7 — шнек шелухи; 8 — шнек ядра; 9 — нория целых семян;
1' — семена; 2' — рушанка; 3' — ядро; 4' — шелуха; 5' — целые семена (недоруш); 8' — воздух с шелухой; 9' — воздух с масляной пылью

ГЛАВА 2. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

2.1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЕМЯН И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Измельчение семян и продуктов их переработки играет важную роль в производстве растительных масел, оказывая непосредственное влияние на выход масла и производительность основного технологического оборудования.

При измельчении семян и ядровой фракции получаемый продукт называется *мяткой*, а при измельчении прессовых жмыхов — *крупкой*.

Особым видом измельчения является плющение материала, применяемое для получения лепестка перед экстракцией.

Основными задачами измельчения семян и ядровой фракции являются:

- максимально возможное разрушение клеточной структуры;
- достижение оптимального размера частиц;
- достижение наибольшей однородности мятки.

Главной (первой) задачей измельчения семян и ядровой фракции является разрушение клеточной структуры. Известно, что масло локализовано в клетках. По данным В. Г. Щербакова, полученным с использованием электронной сканирующей микроскопии, позволяющей получать трехмерное изображение внутренних структур клеток, масло распределено в них в виде отдельных гранул, плотно заполняющих весь свободный объем клеток между алейроновыми зернами и другими органоидами. Гранулы тесно примыкают друг к другу, но не сливаются. Между ними видна тонкая граница, свидетельствующая о замкнутом объеме, который занимает каждая липидная гранула.

Чтобы извлечь это масло, необходимо разрушить клетки. Без этого невозможно добиться значительного выхода масла. Работами И. П. Колпакова было установлено, что, если подвергнуть прессованию неизмельченное ядро семян подсолнечника, масличность форпрессового жмыха составит 32–39 %, если это ядро предварительно грубо измельчить (незначительно вскрыть клеточную структуру), то масличность жмыха снизится до 28–30 %, а если ядро подвергнуть измельчению на вальцовых станках, когда процент вскрытых клеток составит 70–72 %, масличность жмыха снизится до 18–20 %.

Второй задачей при измельчении семян и ядровой фракции является достижение оптимального размера частиц. Скорость процессов диффузии влаги и переноса тепла, протекающих при влаготепловой обработке мятки, зависит от размера частиц. Чем меньше толщина частиц, тем больше скорость этих процессов. Однако тонкость помола мятки должна быть ограничена. Излишне мелкие помолы могут затруднять прохождение всех процессов из-за повышения плотности мятки в результате ее слеживания. Мятка должна быть достаточно рыхлой, что является благоприятным фактором для ее обработки в жаровнях.

Третьей задачей измельчения является достижение наибольшей однородности мятки. Как уже отмечалось, скорость диффузии влаги, передачи тепла зависят от размера частиц. Если помол неоднороден, то для одних частиц (более мелких) эти процессы завершатся при данной продолжительности пребывания мятки в жаровне, а для других (более крупных) — нет, то есть на выходе из жаровни материал будет характеризоваться неоднородным составом. Это приведет к нарушению процесса прессования материала и к повышению масличности прессового жмыха.

При измельчении прессовых жмыхов, направляемых на окончательное прессование или экстракцию, главной задачей является разрушение клеток, не разрушенных при измельчении материала перед предварительным прессованием, а также разрушение вторичных структур, образовавшихся при прессовании. Эта операция позволяет высвободить масло, запрессованное во вторичных структурах и находящееся в неразрушенных клетках.

Две другие задачи — достижение оптимального размера частиц и наибольшей однородности материала — при измельчении прессовых жмыхов аналогичны задачам при измельчении семян и ядровой фракции.

2.2. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА

На качество измельчения материала оказывают влияние две группы факторов:

- способ приложения внешних сил к измельчаемому материалу;
- свойства измельчаемого материала.

Основными способами приложения внешних сил к измельчаемому материалу являются: раздавливание, истирание, раскалывание и удар.

При измельчении на вальцовых станках материал затягивается в зазор между валками благодаря силам трения между частицами и валками. В зависимости от вида поверхности валков (гладкая или рифленая) и отношения окружных скоростей обоих валков (одинаковые или различные), он подвергается разрушающим усилиям различного характера.

При измельчении на гладких валках при их одинаковых окружных скоростях происходит раздавливание материала с образованием пластинчатых частиц (лепестков). При разных окружных скоростях валков дополнительно происходит их истирание. Чем больше разница в окружных скоростях валков, тем сильнее процесс истирания, тем больше содержание мелких частиц в мятке.

При измельчении семян и ядра на рифленых вальцовых станках (как правило, скорости валков в рифленых вальцовых станках различны) происходит скалывание частиц рифлями валков, и помол получается в виде крупки. Такая же структура помола получается и при измельчении прессового жмыха на молотковых и дисковых дробилках.

На эффективность (качество) измельчения оказывают влияние свойства семян. Семена, имеющие прочные клеточные стенки и низкую масличность (например, семена сои), измельчаются с большими усилиями, чем семена высокомасличные и имеющие тонкие клеточные стенки (подсолнечник, клещевина).

Эффективность измельчения зависит от влажности семян и ядровой фракции. Сухие семена характеризуются хрупкостью, при сжатии дробятся в порошок. Мятка при выходе из вальцового станка представляет собой, в основном, тончайшие пластинки, более или менее легко рассыпающиеся при нажиме вследствие наличия в них многочисленных трещин.

С увеличением влажности семян (ядра) повышается их пластичность, уменьшается сопротивляемость измельчению. Мятка выходит из вальцовых станков в виде пластинчатых лент или комков, образу-

ющихся в результате склеивания пластинок под действием давления валков и образования агрегатов на масле, выделяющемся при измельчении. При измельчении влажных семян не удастся добиться хорошо вскрытия их клеточной структуры.

На качество измельчения оказывает влияние температура материала. С повышением температуры семени (ядро) становятся менее хрупкими и более пластичными, что не дает возможности достичь нужной степени разрушения их клеточной структуры. Исходя из этого, нецелесообразно направлять на измельчение семени и ядро в нагретом состоянии.

В то же время нагрев материала рекомендуется осуществлять перед его лепесткованием. Влаготепловая обработка семян сои и прессовых жмыхов перед подачей на плющильные вальцовые станки за счет повышения их пластичности позволяет получить лепесток с меньшим количеством мелких частиц, что благоприятно сказывается на процессе его экстракции.

Эффективность измельчения зависит от масличности измельчаемого материала. При измельчении семян, характеризующихся высокой масличностью (например, семени клещевины), происходит выделение значительного количества масла, которое смазывает поверхность валков и приводит к снижению трения между частицами материала и валками. В результате этого не удастся получить мятку с достаточным процентом вскрытых клеток. Поэтому для измельчения семян клещевины применяется специальное оборудование: валки с регулируемым зазором, ограничивающим давление на семя.

Качество измельчения зависит от анатомического строения семян. Вследствие сложности структуры семени сопротивляемость действию внешних разрушающих сил у разных тканей различна, разрушение семени происходит неодинаково: легче разрушаются семядоли, труднее зародыш и оболочка. Все это приводит к неоднородности получаемой мятки.

Вторичное измельчение продуктов переработки семян (прессовых жмыхов) протекает значительно легче, так как они характеризуются близкими физико-механическими свойствами. Вследствие этого измельчение прессовых жмыхов происходит с меньшими усилиями и продукт получается более однородным.

2.3. ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МАСЛИЧНОМ МАТЕРИАЛЕ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ

При измельчении происходят значительные изменения в структуре материала, его свойствах и локализации масла (А. М. Голдовский).

Основным изменением в структуре материала является разрушение клеток. При этом внутриклеточное содержимое в зависимости от степени разрушения стенок клеток либо выпадает из них, либо частично задерживается в их полости. В сохранившихся клетках (с неразрушенными клеточными стенками) содержимое может или не измениться, или претерпеть определенные изменения вследствие большого давления, испытываемого при прохождении между валками. Это давление может быть недостаточным для разрушения клеточных стенок, но достаточным для нарушения целостности внутриклеточного содержимого.

Кроме того, при измельчении происходит неизбежное частичное разрушение элеоплазмы с высвобождением погруженных в нее алейроновых зерен и их выпадением из плазмы, а также их некоторое повреждение.

По требованию технологических регламентов на современных маслозаводах в мятке должно быть разрушено 70–75 % клеток.

Вторым важным изменением свойств семян при измельчении является увеличение их внешней поверхности. Увеличение поверхности идет, во-первых, за счет срезания семян, их раздавливания, истирания, во-вторых за счет обнажения части внутренней поверхности. Огромная поверхность алейроновых зерен, плазменного геля, систем образующихся межклеточных пространств, являясь в целых семенах скрытой, внутренней, при измельчении становится внешней, то есть при измельчении происходит резкое увеличение внешней поверхности материала.

Характерной особенностью мятки является то, что она обладает огромной поверхностной энергией. Это объясняется тем, что если молекула находится внутри частицы, она окружена другими молекулами, и ее силовое поле симметрично насыщено. У молекул, находящихся на поверхности, часть силового поля остается ненасыщенной, следовательно, на каждом участке поверхности частиц имеется свободное молекулярное силовое поле. В результате мятка, состоящая из большого количества частиц, обладает огромной поверхностной энергией, величина которой тем больше, чем больше общая поверхность частиц, то есть чем больше степень измельчения материала.

В процессе измельчения значительным изменениям подвергается и локализация масла в материале. Если в исходных семенах (ядре) масло находится в клетках, то в мятке большая его часть в результате разрушения клеточной структуры вытекает из клеток и равномерно распределяется по широко развитой поверхности мятки. Связь отдельных молекул масла с мяткой различна. Молекулы масла, непосредственно прилегающие к поверхности мятки, удерживаются ее мощным силовым молекулярным полем. Этот неподвижный слой молекул мас-

ла удерживает второй слой, второй — третий и т. д. По мере удаления от поверхности мятки молекулы масла будут связаны с нею все менее и менее прочно.

При измельчении часть масла остается внутри неразрушенных клеток либо в обычном состоянии в самой элеоплазме, либо частично выделившись на поверхность вследствие давления, оказываемого на материал валками. Количество этого масла пропорционально количеству неразрушенных клеток.

Часть масла может остаться в обрывках элеоплазмы, выпавших из разрушенных клеток или задержавшихся в обрывках тканей.

2.4. ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МАСЛИЧНОМ МАТЕРИАЛЕ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ

При измельчении материала возможно протекание химических процессов как в его масляной, так и в белково-углеводной частях.

В маслах, распределенных в виде тонкого слоя на широко развитой поверхности мятки, создаются благоприятные условия для протекания окислительных, гидролитических и других нежелательных процессов.

В белково-углеводной части под действием давления, испытываемого частицами материала при прохождении между валками, возможна механическая денатурация белковых веществ, а в результате превращения части механической энергии в тепловую и, как следствие повышения температуры материала, возможна тепловая денатурация.

Однако в связи с кратковременностью процесса измельчения эти изменения как в масляной, так и в белково-углеводной частях материала незначительны.

В то же время даже непродолжительное хранение мятки может привести к значительной интенсификации в ней химических и биохимических процессов. Это обусловлено тем, что разрушение клеточной структуры облегчает доступ кислорода воздуха ко всем тканям клетки, что способствует усилению процесса дыхания, облегчается проникновение в клетки микроорганизмов. В результате этого усиливаются разрушительные процессы, вызываемые как ферментами самих семян, так и деятельностью микроорганизмов.

Стойкость мятки при хранении значительно ниже стойкости ядра, а стойкость ядра в свою очередь ниже стойкости семян. Все это указывает о недопустимости даже кратковременного хранения мятки в промежуточных бункерах.

2.5. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЕМЯН И ЯДРОВОЙ ФРАКЦИИ

Для измельчения масличных семян и их ядровой фракции используются вальцовые станки различных конструкций: ВС, Б6-МВА, FW-600, FW-800, фирмы «Де Смет» и др. Дробление жмыха и семян сои осуществляется на молотковых и дисковых дробилках, а также вальцовом станке RB-400.

Вальцовый станок ВС-5 приведен на рисунке 2.1. Основным рабочим органом станка являются чугунные валки 1 диаметром 400 мм и длиной 1250 мм, расположенные горизонтально друг над другом в подшипниках, свободно уложенных в направляющие станины.

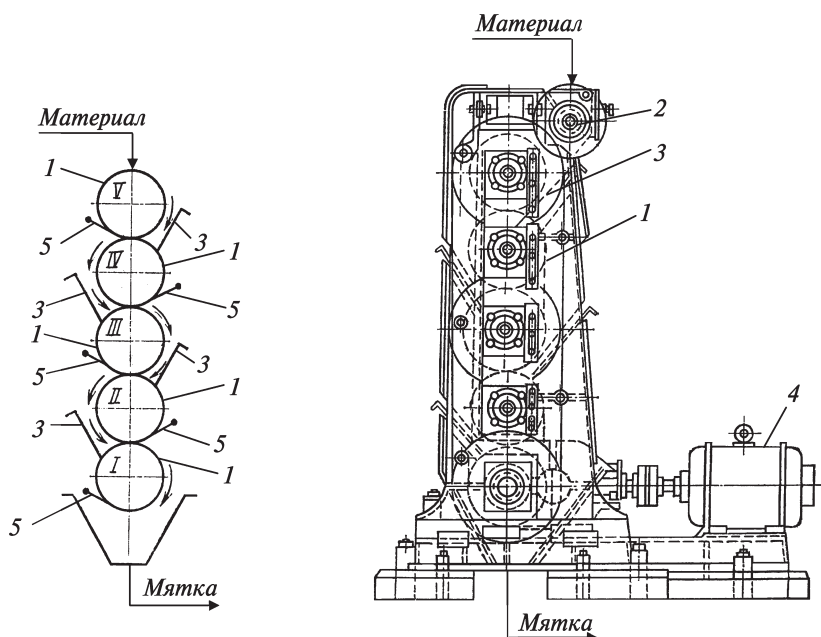


Рис. 2.1. Вальцовый станок ВС-5:

1 — чугунные валки; 2 — питательный валик; 3 — направляющие листы;
4 — электродвигатель; 5 — ножи

Материал из бункера питательным валиком 2 равномерно распределяется по всей длине верхнего рабочего валка 1 и листом (щитком) 3 направляется в проход между пятым и четвертым валками (считая снизу). Нанесенные на верхних двух валках рифли облегчают захват ими материала и его предварительное измельчение. Валки опираются друг на друга и этим создают постоянное давление на измельчаемый

материал, равное массе вышерасположенных валков. Нижний валок имеет только вращательное движение, а верхние четыре свободно перемещаются в вертикальном направлении, поэтому зазор между ними зависит от количества измельчаемого материала. В случае попадания постороннего предмета валки приподнимаются, пропуская его. Такое устройство валков помогает избежать их поломок.

Привод валков осуществляется от одного электродвигателя 4 через редуктор, причем в движение приводится первый (нижний) валок, делающий 150 об/мин. От него вращательное движение передается третьему и пятому валкам, делающим 147 об/мин. Второй и четвертый валки приводятся в движение от первого, третьего и пятого под действием сил трения. Разница в частоте вращения валков способствует истиранию материала. Таким образом, на измельчаемый материал в первом проходе действуют силы скалывания и удара (под воздействием рифлей на первых двух валках), а в следующих четырех проходах силы раздавливания и истирания, что способствует оптимальному вскрытию его клеточной структуры. Очистка поверхности валков от налипших частиц мятки осуществляется с помощью ножей 5.

Показатели работы станка приведены ниже:

Производительность станка, т/сут	
семян подсолнечника	60
семян льна	21
Количество разрушенных клеток, %	65–70

Вальцовый станок ВС-5м выпускает ООО «Машиностроитель» (рис. 2.2).

Он является усовершенствованной конструкцией станка ВС-5 и также состоит из пяти валков 1 диаметром 400 мм и длиной 1250 мм. Межвалковое давление на материал в этом станке создается не только под действием массы вышерасположенных валков, но и за счет тарельчатых пружин 6, прижимающих верхний валок. С целью исключения непосредственного контакта валков при работе вхолостую предусмотрены клиновые механизмы 7, позволяющие устанавливать гарантированные зазоры между валками в пределах 0,05–0,2 мм. В эксплуатационном режиме расстояние между валками определяется только количеством материала, поступающего из питателя.

Привод станка ВС-5м в отличие от ВС-5 осуществляется от двух электродвигателей 5 через клиноременные передачи. Один из двигателей приводит во вращение первый и третий валки, второй — второй и четвертый. Пятый (верхний) валок приводится во вращение за счет фрикционного сцепления с четвертым валком. Частоты вращения валков, об/мин: первого — 200, второго — 194, третьего — 187, четвертого — 181 и пятого — 180.

Подача материала в станок осуществляется с помощью питательного валика 2, который приводится в движение посредством плоского ремня от шкива четвертого вала. Для очистки поверхности валков от налипшего материала используются ножи 3. Движение материала между валками регулируется направляющими листами 4.

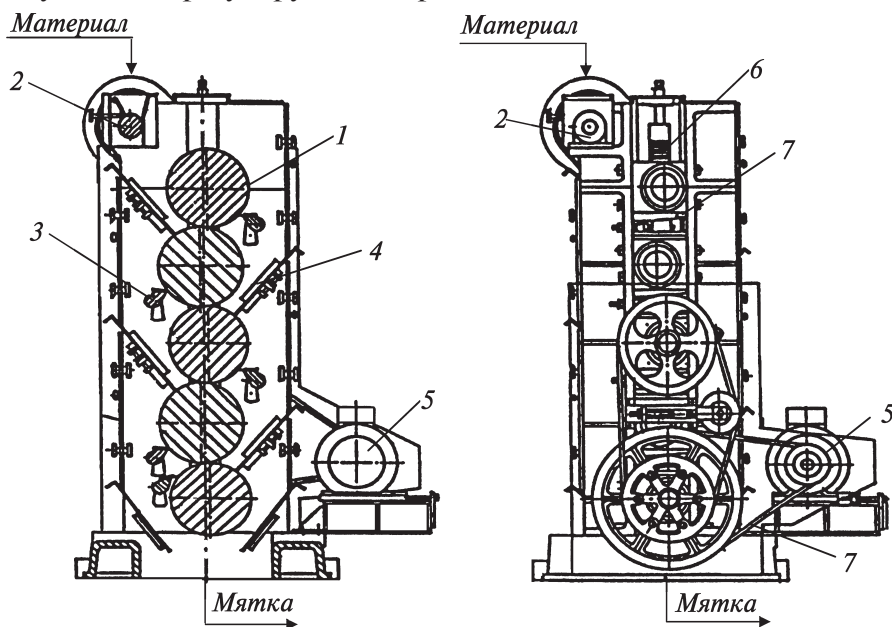


Рис. 2.2. Вальцовый станок ВС-5м:

1 — валки; 2 — питательный валик; 3 — ножи; 4 — направляющие листы;
5 — электродвигатель; 6 — тарельчатые пружины; 7 — клиновые механизмы

Показатели работы станка ВС-5м приведены ниже:

Производительность станка, т/сут семян подсолнечника	80
Количество разрушенных клеток, %	65–70

Вальцовый станок Б6-МВА (рис. 2.3) укомплектован четырьмя валками диаметром 400 мм и длиной 1250 мм, выполненными из отбеленного чугуна. Два верхних вала имеют рифленую поверхность. Зазоры между валками устанавливаются с помощью клиновых механизмов, встроенных в корпуса амортизаторов и составляют: верхний (между четвертым и третьим валками, считая снизу) 0,2 мм, средний — 0,1 мм, нижний — 0,1 мм. Для прижатия валков друг к другу используется пружинное устройство, которое находится на верхнем валке.

Валки приводятся в движение от двух электродвигателей: от электродвигателя 2 вращение передается первому валку, а от него третьему

через поликлиновую передачу, от электродвигателя 3 — второму и четвертому валкам. Скорости вращения валков, об/мин: четвертого — 180, третьего — 185, второго — 190 и первого — 195.

Питательное устройство состоит из приемного бункера и питательного рифленого валика, который приводится во вращение от четвертого валка через поликлиновую передачу.

Семена или ядро с определенным содержанием лузги, поступающие в бункер, с помощью питательного валика подаются на направляющий лист (как и в вальцовом станке ВС-5), подающий их в зазор между четвертым и третьим валками.

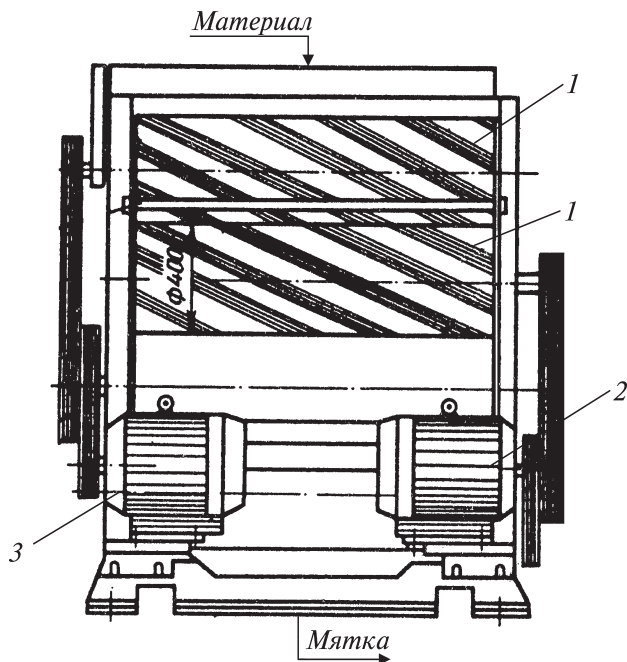


Рис. 2.3. Вальцовый станок В6-МВА:

1 — валки; 2, 3 — электродвигатели

Последовательно они проходят три прохода. Полученная мятка выводится из машины. Очистка поверхности валков осуществляется с помощью ножей.

Показатели работы станка Б6-МВА приведены ниже:

Производительность станка, т/сут семян подсолнечника	до 100
Количество разрушенных клеток, %	70–72

Вальцовый станок Б6-МВА-М изготавливается ООО «Машиностроитель». По конструкции он аналогичен станку Б6-МВА и состоит из

четырех валков *1* диаметром 400 мм и длиной 1250 мм. Два верхних валка рифленые.

Схема работы станка приведена на **рисунке 2.4**.

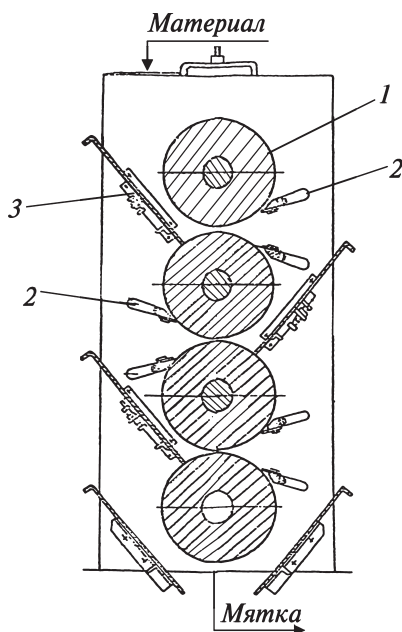


Рис. 2.4. Схема работы вальцового станка Б6-МВА-М:

1 — валки; *2* — ножи для очистки поверхности валков; *3* — направляющие листы

Вальцовый станок РВ-400 (рис. 2.5) предназначен для получения грубого помола. Наиболее широко применяется при дроблении семян сои и прессового жмыха. Он состоит из двух пар горизонтально расположенных валков *1*, выполненных из отбеленного чугуна, диаметром 400 мм и длиной 1250 мм. Зазор между валками регулируется установочными винтами. Нажимное усилие между валками создается при помощи гидравлической системы, которая одновременно служит для защиты станка от перегрузки при проходе твердых посторонних предметов. Максимальное рабочее давление между валками 16 МПа. В каждой паре валков (нижней и верхней) один из валков совершает только вращательное движение, второй, кроме того, может перемещаться в горизонтальной плоскости для пропуска тяжелых предметов. Привод обеих пар валков осуществляется от индивидуальных электродвигателей. В движение вначале приводится валок, совершающий только вращательное движение, а от него через поликлиновую передачу — другой валок. Скорости вращения валков верхней пары 772/346 об/мин, нижней — 867/386 об/мин.

Валки имеют внутреннюю полость для подачи охлаждающей воды при их перегреве.

Для равномерного подвода измельчаемого материала к валкам используется вибрационный питатель (колеблющийся желоб).

Масличный материал с помощью вибрационного желоба подается в зазор вначале верхней, затем нижней пары валков, где и происходит его измельчение.

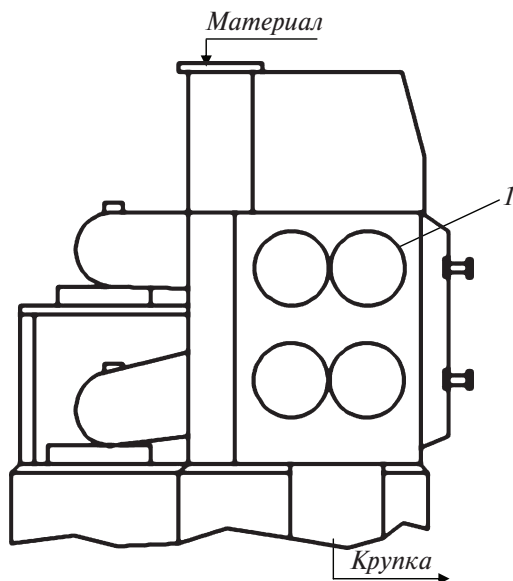


Рис. 2.5. Вальцовый станок РВ-400:

1 — валки

Показатели работы станка РВ-400 приведены ниже:

Производительность станка, т/сут:

семян сои, рапса	250–400
форпрессового жмыха	250–400

Известен опыт по использованию станка РВ–400 для получения мятки. Это стало возможным благодаря изменению скоростей вращения валков. В результате замены шкивов скорость вращения валков верхней пары составила 583/570 об/мин, нижней — 670/611 об/мин. Производительность станка при получении мятки при переработке семян хлопчатника составила 13,7–14,6 т/ч.

Вальцовый станок FW-600 (рис. 2.6) состоит из двух пар гладких валков *1*, *2* диаметром 600 мм и длиной 1250 мм, выполненных из от-

беленного чугуна. Привод каждой пары валков осуществляется от одного электродвигателя 3 через дифференциальный редуктор, который передает вращение валкам посредством карданных валов.

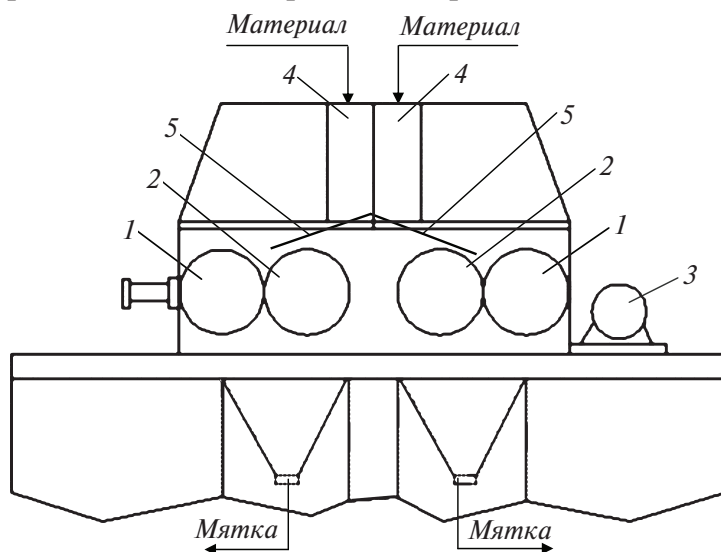


Рис. 2.6. Вальцовый станок FW-600:

1, 2 — валки; 3 — электродвигатель; 4 — питающая камера; 5 — колеблющиеся желоба

Один из валков 2 в каждой паре совершает только вращательное движение, другой 1 может дополнительно перемещаться в горизонтальной плоскости с увеличением или уменьшением зазора между валками.

Материал из питающей камеры 4, состоящей из двух частей, тонким дозированием подается в рабочий зазор между валками, колеблющимися желобами (вибраторами) 5. Измельчение материала осуществляется путем однократного прохода между валками, вращающимися с согласованной дифференцированной скоростью 233–295 об/мин. Разница в скоростях вращения валков обеспечивает хорошее вскрытие клеточной структуры измельчаемого материала.

Для очистки поверхности валков от материала используются ножи. Зазор между валками (0,1 мм) регулируется установочными винтами.

Нажимное усилие между валками создается с помощью гидравлической системы. Она же осуществляет непрерывный контроль за постоянством зазора между валками и служит для компенсации перегрузок, возникающих при проскоке между валками посторонних предметов.

При попадании в измельчаемый материал тяжелых посторонних предметов подвижный валок отодвигается, а затем после их прохода

вновь возвращается в исходное положение. Это защищает станок от перегрузок и предупреждает повреждение валков.

Рабочее давление в гидравлической системе создается ручным насосом.

Производительность вальцового станка регулируется амплитудой колебаний колеблющегося желоба.

Показатели работы станка FW-600 приведены ниже:

Производительность станка, т/сут:	
семян подсолнечника	250
семян рапса	400
Количество разрушенных клеток, %	70–72
Производительность станка при получении лепестка из прессового жмыха, т/сут	125

Вальцовый станок FW-801 (рис. 2.7) также используется для измельчения масличного материала.

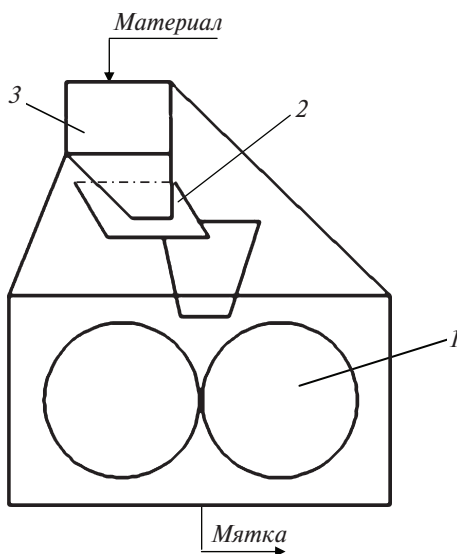


Рис. 2.7. Вальцовый станок FW-801:

1 — валки; *2* — колеблющийся желоб; *3* — питающая камера

Он состоит из двух валков *1* диаметром 800 мм и длиной 1250 мм. Каждый валок приводится во вращение от индивидуального электродвигателя через клиноременную передачу. Скорости вращения валков составляют 288 и 300 об/мин. Нажимное усилие между валками устанавливается с помощью гидравлической системы. Рабочее давление

в гидравлической системе создается с помощью насоса. При снижении давления в системе ниже заданного интервала автоматически включается насос, который осуществляет нагнетание масла в гидросистему. При достижении верхнего значения рабочего давления насос автоматически выключается. Подача материала из питающей камеры 3 в зазор между валками осуществляется с помощью колеблющегося желоба (вибратора) 2. Измельчение материала происходит за один проход между валками. Очистка поверхности валков от налипшей мятки осуществляется с помощью ножей. Зазор между валками составляет 0,1 мм. Вальцовый станок FW-801 может использоваться и для получения лепестка.

Показатели работы станка FW-801 приведены ниже:

Производительность станка, т/сут семян подсолнечника	150
Количество разрушенных клеток, %	70–72
Производительность станка при получении лепестка, т/сут	90

Преимущества вальцового станка FW-801 по сравнению с FW-600:

- создание рабочего давления в гидравлической системе осуществляется с помощью насоса автоматически (в станке FW-600 ручным насосом);
- отсутствие карданных валов и дифференциальных редукторов;
- больший диаметр валков, что обеспечивает лучший захват материала.

Вальцовый станок фирмы «Де Смет» (рис. 2.8) предназначен для измельчения семян сои (получения лепестка).

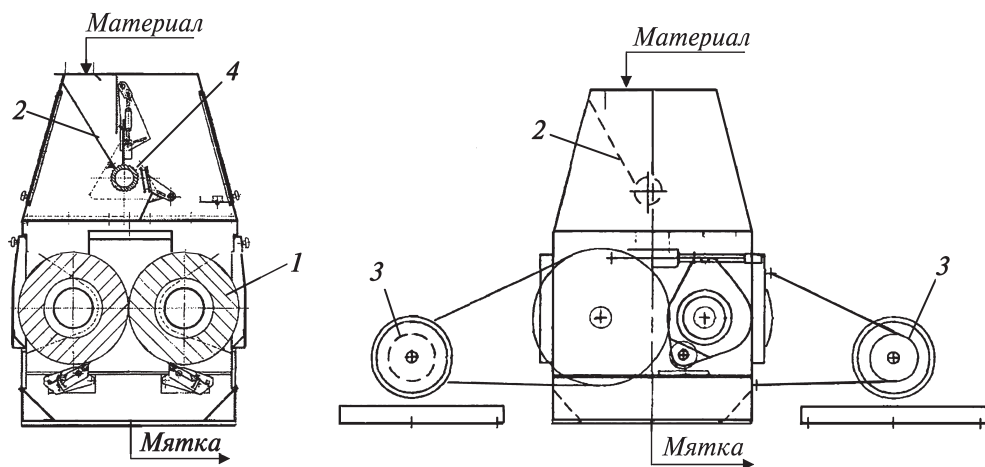


Рис. 2.8. Вальцовый станок фирмы «Де Смет»:

1 — валки; 2 — питательный бункер; 3 — электродвигатели; 4 — питательный валик

Он состоит из двух валков *1* диаметром 600 мм и длиной 1250 мм, вращающихся с дифференцированной скоростью. Один из них имеет скорость вращения 290 об/мин, другой — 300 об/мин. Привод валков осуществляется от индивидуальных электродвигателей *3*.

Материал поступает в питательный бункер *2*, откуда питательным валиком *4* подается в зазор между валками, где равномерно распределяется по всей ширине их поверхности. Зазор регулируется установочными винтами и составляет 0,1 мм. Давление между валками создается с помощью гидравлической системы. За счет разницы в скоростях вращения валков происходит не только раздавливание материала, но и его истирание, что обеспечивает достаточно хорошее разрушение клеточной структуры.

Вальцовый станок оснащен демпфером (заполняется инертным газом), позволяющим валкам раздвигаться для прохода твердых примесей, случайно попавших в материал.

Имеется опыт использования данного вальцового станка при измельчении семян подсолнечника.

Показатели работы вальцового станка приведены ниже:

Производительность станка, т/сут:

семян сои	200–220
семян подсолнечника, рапса	180–200
Размер частиц мятки, мм	0,2–0,3

Вальцовые станки фирмы «Аллоко» (рис. 2.9) предназначены для измельчения семян сои, рапса, подсолнечника, а также его ядровой фракции. Они состоят из двух гладких валков *1*, каждый из которых приводится в движение от индивидуального электродвигателя. Валки враща-

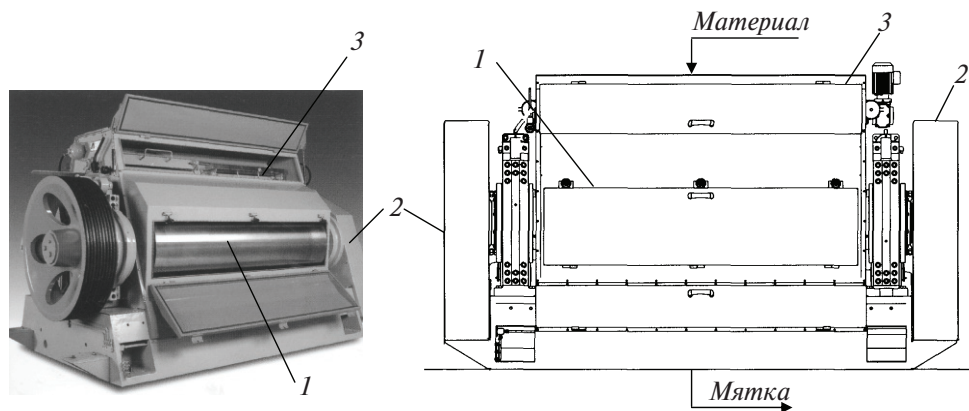


Рис. 2.9. Вальцовый станок фирмы «Аллоко»:

1 — валки; *2* — шкивы валков; *3* — питательный валик

ются в противоположных направлениях с дифференцированной скоростью. Установленный зазор между валками поддерживается с помощью гидравлической системы и составляет 0,1–0,4 мм. Станок оснащен газовым демпфером (заполняется инертным газом), позволяющим валкам разводиться в случае попадания с материалом твердых примесей.

Подача семян и ядровой фракции из питателя в зазор между валками осуществляется с помощью питательного валика 3. Измельчение материала происходит за один проход между валками. Размер частиц мятки колеблется в пределах 0,2–0,3 мм.

Фирмой «Аллокко» выпускаются вальцовые станки трех моделей. Показатели их работы приведены в **таблице 2.1**.

Таблица 2.1

Показатели работы вальцовых станков фирмы «Аллокко»

Модель	Диаметр валков, мм	Длина валков, мм	Производительность, т/сут	
			семян сои	семян подсолнечника
АС-200	600	1250	180–220	250–280
АС-300	700	1750	300–330	450–500
АС-2100-800	800	2100	420–450	650–700

Молотковая дробилка (рис. 2.10) предназначена для измельчения жмыхов.

Основными рабочими органами дробилки являются диски 5, насаженные на вал 4, к которым на пальцах 6 крепятся дробильные пластины 7, и деки 8. Жмых поступает в питательную воронку 3, откуда с помощью питательного валика 1 подается в рабочую камеру машины. Количество поступающего материала регулируется регулировочной доской 2. В рабочей камере он подхватывается вращающимися дробильными пластинами 7, укрепленными на валу 4 (привод вала осуществляется от индивидуального электродвигателя), и отбрасывается к декам 8.

Благодаря многократным ударам жмыха о пластины и деку происходит его дробление. Частицы размером менее 15–17 мм проходят через калибровальную решетку 9 и выводятся из дробилки, а более крупные вновь подхватываются пластинами и подвергаются дальнейшему измельчению.

Показатели работы молотковой дробилки приведены ниже:

Производительность дробилки, т/сут жмыха	75
Частота вращения вала, об/мин	550–600
Зазор между пластинами ротора и решеткой дробилки, мм	15–20

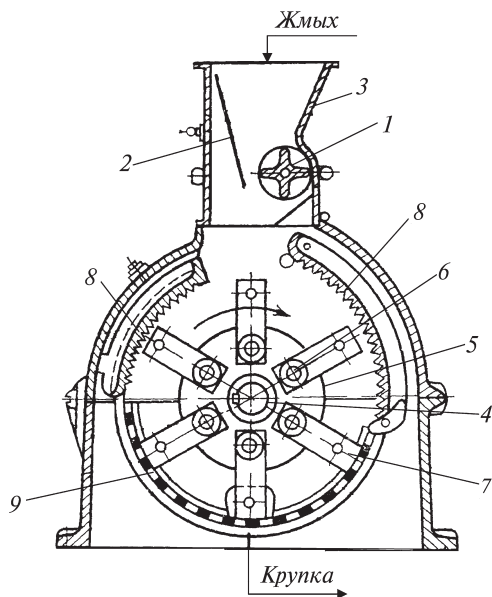


Рис. 2.10. Молотковая дробилка:

1 — питательный валик; 2 — регулировочная доска; 3 — питательная воронка;
4 — вал; 5 — диски; 6 — пальцы; 7 — дробильные пластины; 8 — деки;
9 — калибровальная решетка

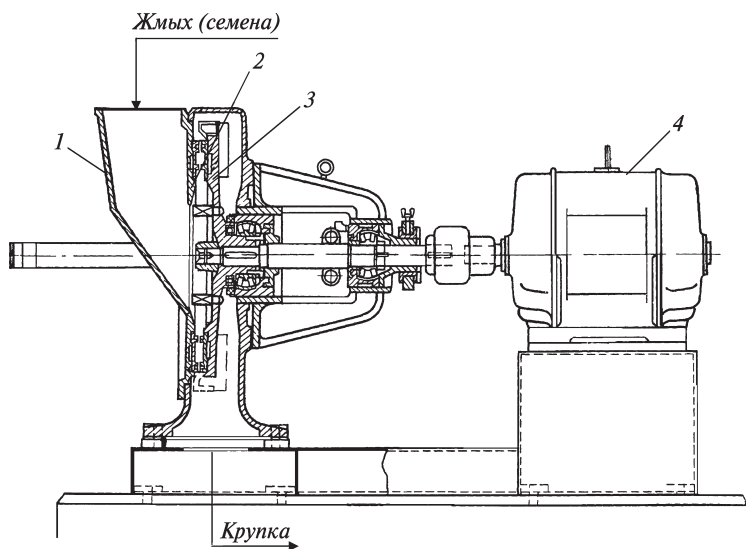


Рис. 2.11. Дисковая дробилка:

1 — питательная камера; 2 — неподвижный диск; 3 — вращающийся диск;
4 — электродвигатель

Дисковая дробилка (рис. 2.11) используется для дробления семян сои и жмыха. Она состоит из двух дисков: неподвижного 2 и вращающегося 3. Последний приводится в движение от электродвигателя 4. Дробление материала происходит с помощью ножей (сегментов) коробчатой конструкции, отлитых из отбеленного чугуна или стали, встроенных в пазы обоих дисков. Глубина ячеек у ножей составляет 10–12 мм. На каждом диске установлено по шесть ножей.

Материал из питательной камеры 1 поступает через центральное отверстие в неподвижном диске в зазор между вращающимся 3 и неподвижным 2 дисками, где и происходит его измельчение с помощью ножей. Степень измельчения регулируется зазором между дисками.

Показатели работы дисковой дробилки приведены ниже:

Производительность станка, т/сут:	
семян сои	40
жмыха	60
Частота вращения ротора, об/мин	970

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ I

1. Дайте обоснование необходимости осуществления процессов обрушивания масличных семян и отделения ядра от оболочки.
2. Какие свойства оболочек масличных семян определяют выбор способа обрушивания?
3. Какие способы используются для обрушивания различных масличных семян?
4. Какие масличные семена перерабатываются без отделения оболочки и почему?
5. В чем преимущества центробежных обрушивающих машин по сравнению с бичевыми обрушивающими машинами?
6. Какое назначение циклонов в центробежной обрушивающей машине А1 МЦП?
7. Назовите основные требования, предъявляемые к качеству подсолнечной рушанки.
8. Какие способы сепарирования реализуются в аспирационных семеновейках?
9. Что дает использование предрассева в аспирационной семеновейке?
10. Дайте обоснование необходимости контроля лузги перед ее выводением из производства.
11. Какая основная цель контроля фракции недоруша, выходящей из аспирационных семеновеек?
12. Назовите основные задачи измельчения семян и ядровой фракции.
13. Какие физические процессы протекают при измельчении масличного материала?
14. Назовите основные факторы, влияющие на качество измельчения масличного материала.
15. Какие способы приложения внешних сил к измельчаемому масличному материалу реализуются в вальцовых станках?
16. По какому показателю оценивается качество измельчения масличного материала?
17. Объясните назначение процесса дробления жмыха перед повторным прессованием или экстракцией.
18. Какое оборудование наиболее широко используется для дробления жмыха?

РАЗДЕЛ II. ПРИГОТОВЛЕНИЕ МЕЗГИ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА ПРЕССОВАНИЕМ

ГЛАВА 3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ МЕЗГИ

3.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЯТКИ

В маслодобывающей отрасли влаготепловую обработку материала называют *жарением*, а продукт, получаемый в процессе жарения, *мезгой*.

Приготовление мезги является одним из важнейших этапов получения растительных масел, оказывающих значительное влияние на их выход.

Масло в мятке распределено на ее широко развитой поверхности в виде тонкого слоя, где оно удерживается огромным силовым молекулярным полем. Величина сил, удерживающих масло, особенно слоев, непосредственно прилегающих к поверхности мятки, намного превышает давление, развиваемое в прессах. Поэтому достичь нужной глубины отжима масла на прессах из мятки не удастся.

Для снижения величины этих сил применяют влаготепловую обработку, которая заключается в воздействии на мятку влаги и тепла с доведением ее до оптимальных параметров по температуре и влажности.

При подготовке материала к извлечению масла только прессованием или прессованием с последующей экстракцией полученного жмыха целью жарения является достижение:

- оптимальной пластичности мезги для обеспечения брикетирования жмыховой ракушки;
- достаточной упругости мезги для развития трения между ее частицами и высокого давления в прессе;

- снижения вязкости масла и ослабления связей между масляной и белково-углеводной частями;
- инактивации ферментной системы.

Процесс влаготепловой обработки следует вести при таких режимах, которые бы обеспечили:

- максимальное сохранение нативных свойств масла, отжимаемого в прессах и остающегося в жмыхах, которое затем извлекается повторным прессованием или экстракцией;
- оптимальную степень денатурации белковых веществ;
- детоксикацию жмыхов и шротов таких культур, как хлопчатник, клещевина, рапс и др.

Изучению теоретических основ процесса влаготепловой обработки мятки масличных семян большое внимание уделял известный советский ученый А. М. Голдовский. Фундаментальные исследования в этой области позволили ему создать теорию, объясняющую сущность процессов, протекающих в мятке под воздействием воды и тепла.

3.2. ДЕЙСТВИЕ ВОДЫ НА МЯТКУ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

Действие воды является одним из основных факторов, влияющих на свойства масличного материала и глубину последующего извлечения из него масла.

При увлажнении в материале происходят следующие процессы (А. М. Голдовский):

- снижение степени связанности масла с материалом;
- повышение его пластичности;
- агрегирование частиц друг с другом.

Снижение степени связанности масла с материалом является одним из важнейших процессов, протекающих под действием воды при влаготепловой обработке. При увлажнении влага соприкасается с частицами мятки. Направление процессов, протекающих в мятке при увлажнении, определяется свойствами соприкасающихся фаз: твердой фазы, представленной белково-углеводной частью мятки, и жидкой, состоящей из двух несмешивающихся жидкостей: масла и воды.

Белково-углеводная часть мятки характеризуется гидрофильными свойствами. Гидрофильность белковых веществ зависит от соотношения количества полярных ($-\text{NH}-$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$) и неполярных ($=\text{CH}-$, $-\text{CH}_2-$) групп. Белки, богатые полярными группами, обладают гидрофильными свойствами и растворяются в воде, солях, ще-

логах, а белки, богатые неполярными группами, приобретают способность растворяться в спирте. Наибольшая часть белковых веществ масличных семян растворима в растворах солей и щелочей и нерастворима в спирте, что обуславливает их ярко выраженные гидрофильные свойства.

Масло, входящее в состав жидкой фазы, представляет собой неполярную жидкость, состоящую в основном из триацилглицеринов. Основную часть триацилглицеринов составляют углеводородные цепи, характеризующиеся гидрофобными свойствами. Поэтому величина диэлектрической постоянной масел, характеризующей их полярность, очень низка и находится на уровне 3,0.

Второй составляющей жидкой фазы является вода. Вода относится к полярным жидкостям с высокой диэлектрической постоянной (81,0), которая во много раз превышает величину диэлектрической постоянной масла.

Вследствие большой разницы полярностей воды и масла они не смешиваются и практически нерастворимы друг в друге. При соприкосновении они образуют четкую поверхность раздела, причем поверхностное натяжение на границе раздела очень велико.

Вода и масло в отдельности хорошо смачивают гидрофильную поверхность мятки.

Однако, по теории П. А. Ребиндера, из двух жидкостей та лучше смачивает поверхность твердой частицы, у которой поверхностное натяжение на границе с этой частицей меньше. Вода, обладая высокой полярностью, связывается адсорбционными силами с полярными группами гидрофильной белково-углеводной части мятки с образованием гидратных оболочек. Поверхностное натяжение на границе вода — мятка (гидрофильная часть мятки) ничтожно.

Масло также смачивает гидрофильную поверхность частиц мятки и связывается их силовым молекулярным полем, но вследствие значительной разницы их полярностей поверхностное натяжение на границе масло — гидрофильная частица очень высокое.

Вследствие этого при увлажнении мятки вода, проникая в места отдельных разрывов в пленках масла, связывается поверхностью мятки и, растекаясь по ней, вытесняет находящееся там масло, то есть происходит процесс избирательного смачивания поверхности мятки водой. Пленки масла при этом объединяются, укрупняются и их связь с поверхностью мятки ослабевает. С увеличением количества добавляемой воды степень связанности масла в материале снижается.

При увлажнении мятки водой одновременно происходит объемное набухание частиц, в результате которого вода, проникая в толщу частиц, смачивает их широко развитую внутреннюю поверхность. След-

ствие избирательного смачивания она вытесняет масло изнутри частиц на их поверхность.

Помимо этого, в результате набухания частиц, связанного с поглощением влаги, объем полостей, заполненных маслом, уменьшается, и масло выдавливается на поверхность. Все это в комплексе приводит к обогащению поверхностных слоев мятки маслом и, как следствие, к снижению степени его связанности с мяткой.

Повышение пластичности материала является вторым важным результатом его увлажнения. Белковые вещества мятки обладают высокой влагопоглощающей способностью, в результате чего при воздействии влаги они становятся текучими. Это приводит к возрастанию доли пластических и снижению доли упругих деформаций мятки. При механическом воздействии на увлажненную высокомасличную мятку происходит выделение масла (при таком же воздействии на сухую мятку эффекта выделения масла не наблюдается). То есть повышение пластичности материала оказывает благоприятное воздействие на процесс отжима масла.

Важным изменением в свойствах мятки в процессе ее увлажнения является **агрегирование (склеивание) отдельных частиц мятки друг с другом с образованием агрегатов**. Различают два рода агрегирования: на воде и на масле.

Агрегирование первого рода — склеивание отдельных частиц мятки на воде. При этом «клеящими» являются гидрофильные вещества частиц мятки. Для такого склеивания необходима достаточная гидратация мицелл поверхностного слоя частиц.

Процесс образования агрегатов на воде можно представить следующим образом. Вода, находящаяся на поверхности частиц в виде гидратных оболочек, прочно удерживается силовым молекулярным полем поверхности. Первый слой воды удерживает второй, второй — третий и т. д. Чем дальше молекулы воды от поверхности частицы, тем меньше величина сил, удерживающих воду около частицы. При соприкосновении двух гелевых частиц находящиеся на их поверхности водные оболочки сливаются, образуя единый водный слой, молекулы которого одновременно удерживаются силовым молекулярным полем обеих частиц. Чем больше количество добавляемой воды, тем сильнее эффект агрегирования и тем больше размер получающихся агрегатов.

Агрегирование второго рода — образование агрегатов на масле. Механизм агрегирования второго рода аналогичен механизму агрегирования первого рода. Отличительной особенностью этих агрегатов является то, что склеивающая прослойка агрегатов состоит из молекул масла, менее прочно связанных с поверхностью частиц и имеющих гораздо большую толщину. Чем больше масла находится в виде просло-

ек, тем толще масляные пленки, тем слабее прилипание частиц мятки друг к другу.

Агрегаты второго рода начинают образовываться уже при измельчении масляного материала. В мятке присутствует значительное количество комочков, состоящих из частиц, слипшихся на масле. Однако агрегаты на масле менее стойки и легко разрушаются.

Общий эффект агрегирования в значительной степени зависит от механического воздействия на увлажненную мятку. Чем выше интенсивность механического воздействия, тем больше количество агрегатов первого и второго рода образуется.

Агрегирование частиц уменьшает площадь поверхности мятки, что, в свою очередь, позволяет снизить степень связанности масла с мяткой.

3.3. ДЕЙСТВИЕ ТЕПЛА НА МЯТКУ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

В масляной фазе при нагревании протекают как физические, так и химические процессы. Более значительное влияние на отжим масла оказывают физические изменения в масле.

При повышении температуры масел происходит усиление теплового движения молекул и ослабление межмолекулярных сил сцепления. В результате этого снижается вязкость масла и его поверхностное натяжение. Например, при повышении температуры масла от 20 до 100 °С его вязкость снижается в 10 раз. Кроме того, при нагревании имеет место уменьшение интенсивности молекулярного поля мятки, удерживающего масло на ее поверхности. Все это снижает степень связанности масла в материале и облегчает процесс его дальнейшего отжима на прессах.

Существенные изменения при тепловой обработке мятки протекают и в белково-углеводной части. Наибольшее влияние на глубину последующего извлечения масла оказывают изменения в свойствах белковых веществ, которые представляют значительную долю белково-углеводной части мятки. Под воздействием влаги и тепла происходит их тепловая денатурация. А. М. Голдовский установил, что денатурация белковых веществ является химическим взаимодействием между белком и водой и поэтому идет только в присутствии воды. Под действием воды и тепла молекулы белковых веществ переходят из глобулярной в фибриллярную форму с вскрытием гидрофобных групп, то есть происходит гидрофобизация белка.

Денатурация белков придает мятке более жесткую структуру, повышает ее упругие свойства. В свою очередь, именно упругие свойства

мятки создают давление в прессе, что обеспечивает повышение глубины отжима масла.

Степень денатурации белковых веществ зависит от многих факторов. Она возрастает (А. М. Голдовский):

- при увеличении исходного содержания влаги в мятке;
- при снижении скорости испарения влаги из материала;
- при увеличении температуры и продолжительности влаготепловой обработки.

Температура начала процесса денатурации белковой молекулы, входящей в состав мятки, не является постоянной, а зависит от содержания воды в мятке. Чем выше влажность мятки, тем ниже начальная температура денатурации белков.

При нагревании мятки в ее гелевой части протекают и физические процессы. При повышении температуры сухой мятки (до определенных пределов) происходит размягчение белков и, как следствие, повышение их пластичности. При нагревании влажной мятки эффект от повышения пластичности снижается за счет процесса денатурации белков. Денатурация белков повышает упругие свойства мятки, которые необходимы для создания давления в прессе.

Таким образом, с целью увеличения глубины отжима масла на прессах необходима определенная степень денатурации белковых веществ, т. к. она обеспечивает получение мезги для прессования с оптимальными упруго-пластическими свойствами.

3.4. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЯТКЕ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

Мятка семян масличных культур имеет сложный состав ферментов.

К числу наиболее важных ферментов, оказывающих очень большое влияние на качество получаемых продуктов (масел и шротов), относятся липаза, липоксигеназа и фосфолипаза.

Липаза катализирует процессы расщепления жиров с накоплением в маслах свободных жирных кислот, липоксигеназа — окислительные процессы ненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой) с накоплением в маслах первичных продуктов окисления (перекисей, гидроперекисей), а также вторичных (альдегидов, кетонов и др.), фосфолипаза ускоряет процессы гидролиза фосфолипидов с образованием их негидратируемых форм.

В некоторых семенах содержатся специфичные ферменты: уреазы — в соевых, глюкозидаза и линаза — в льняных, мирозиназа — в рапсовых.

Фермент уреазы расщепляет мочевины с образованием аммиака и диоксида углерода. Уровень активности уреазы важен для молочного животноводства при использовании соевых жмыхов и шротов в составе комбикормов, содержащих мочевины, так как при взаимодействии уреазы с мочевиной образуется аммиак, отравляющий организм животных.

Фермент мирозиназа расщепляет содержащиеся в семенах рапса тиоглюкозиды с образованием продуктов, более токсичных, чем тиоглюкозиды, которые остаются в жмыхах и шротах и частично переходят в масло.

Ферменты глюкозидазы и линазы, содержащиеся в семенах льна, расщепляют глюкозид линамарина с высвобождением синильной кислоты, являющейся сильнейшим ядом.

Активность ферментов мятки различных масличных культур зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются температура и влажность. Как правило, с ростом температуры активность ферментов повышается, при определенной температуре (своей для каждого фермента) она достигает максимального значения и при дальнейшем повышении температуры начинает снижаться вплоть до полной инактивации.

Это свойство ферментов положено в основу разработки режима влаготепловой обработки мятки, обеспечивающего практически полную инактивацию ферментной системы.

Режим влаготепловой обработки, обеспечивающий инактивацию ферментной системы, заключается в кратковременной обработке (30–40 с) мятки острым и глухим паром с доведением ее температуры до 80–90 °С при одновременном увлажнении до 8,5–10,5 %. При этих режимах происходит денатурация белковых веществ, входящих в состав ферментов, и, как следствие, их полная инактивация.

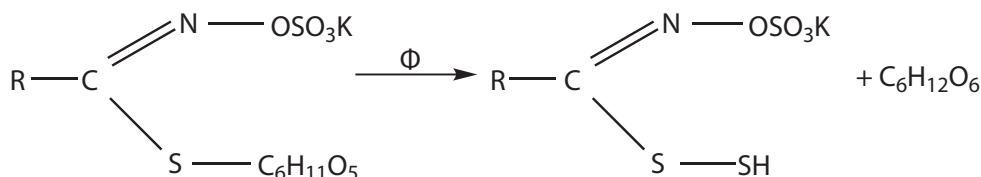
Проведение процесса влаготепловой обработки мятки в режиме инактивации ферментной системы обеспечивает улучшение качества масел. Так, подсолнечные масла, выработанные с использованием режима инактивации ферментов, имеют кислотные числа на 0,5–0,6 мг КОН/г ниже, чем полученные по обычному режиму, а содержание в них негидратируемых форм фосфолипидов не превышает 0,2 %.

Аналогичные данные получены для семян клещевины и льна, при переработке которых в режиме инактивации ферментов также отмечено снижение кислотного числа масел, а у льняных масел и содержания негидратируемых форм фосфолипидов.

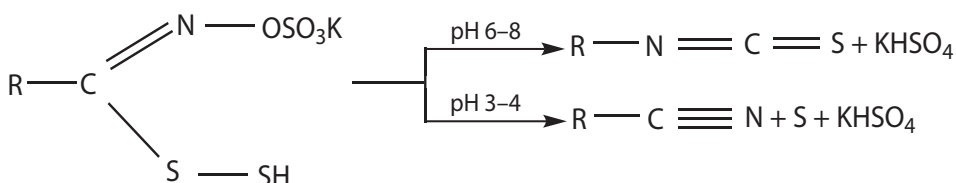
Процесс инактивации ферментной системы необходим и при переработке семян рапса. Особенностью семян рапса является наличие в них тиоглюкозидов (серосодержащих соединений), которые пред-

ставлены разными группами. В рапсовых семенах преимущественно содержатся глюконапин, глюкобрассиконапин и прогонтрин.

Под действием фермента мирозиназы тиоглюкозиды расщепляются с образованием агликона и глюкозы:

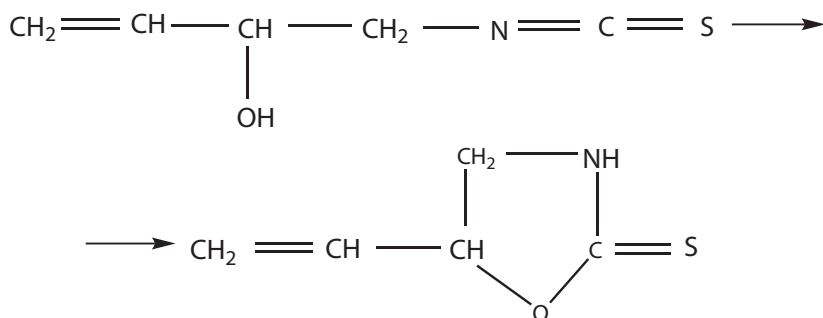


Далее агликон, являясь очень нестабильным соединением, распадается в зависимости от pH среды по двум направлениям: либо с образованием изотиоцианатов (при pH 6...8), либо — нитрилов (при pH



3...4):

В кишечнике животного под действием воды и собственной энзиматической системы (фермента мирозиназы) глюкозинолаты расщепляются с образованием изотиоцианатов: бутенилового, пентенилового и гидроксипентенилового. Последний, в результате циклизации, образует наиболее токсичное гетероциклическое соединение 5-винил-2-тиооксазolidон:



Продукты расщепления тиоглюкозидов отрицательно влияют на организм животных и птиц: задерживают их рост и развитие, вызывают воспаление слизистых оболочек внутренних органов, увеличение

щитовидной железы и кровоизлияние печени. Переходя в масло, они придают ему специфический вкус и запах, а также являются причиной корродирувания аппаратуры. Использование таких масел для кормовых и пищевых целей приводит к ожирению печени человека и животных.

Проведение влаготепловой обработки в режиме инактивации ферментной системы (обработка острым паром с доведением температуры мятки до 85–90 °С и влажности до 9,0–10,5 %) обеспечивает улучшение качества рапсовых масел, жмыхов и шротов. В период подъема температуры до момента инактивации фермента мирозиназы идет интенсивное расщепление тиоглюкозидов. Образующиеся изотиоцианаты удаляются с паром при влаготепловой обработке, а содержание тиоглюкозидов в жмыхе снижается на 30 %. При последующих технологических операциях происходит дальнейшее удаление изотиоцианатов, что приводит к снижению содержания тиоглюкозидов в шроте на 50 % по сравнению с их содержанием в семенах.

Одновременно более чем в два раза уменьшается переход серосодержащих соединений в прессовые и экстракционные масла, что улучшает их качество.

При таких режимах влаготепловой обработки значительно снижается активность и других ферментов, содержащихся в рапсовых семенах: липоксигеназы, липазы и фосфолипазы.

3.5. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЯТКИ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

Процесс влаготепловой обработки (жарения) мятки проводится в два этапа:

- увлажнение;
- нагревание при одновременном высушивании с доведением ее параметров (температуры и влажности) до оптимальных значений.

При поступлении на влаготепловую обработку мятки с высокой исходной влажностью увлажнение не проводится. Не проводят увлажнение и в том случае, когда при нагревании увлажненной мятки в ней проходят нежелательные химические и биохимические процессы (например, мятка семян горчицы).

В процессе влаготепловой обработки происходит ряд изменений в структуре мятки.

1. Идет дополнительное разрушение клеточной структуры. Даже при оптимальных размерах частиц измельченного материала не удастся добиться 100%-ного вскрытия клеток. В процессе жарения при

увлажнении мятки вследствие значительного снижения прочности клеточных стенок за счет набухания, а также в результате механического воздействия ножей мешалок происходит дополнительное разрушение целых неразрушенных клеток. Чем больше степень увлажнения мятки при жарении, тем выше дополнительный процент вскрытых клеток. Повышение температуры увлажненной мятки также способствует разрыву клеточных оболочек, но в меньшей степени, чем увлажнение. Влага является основным фактором, определяющим снижение прочности клеточных стенок, а тепловое воздействие лишь создает более благоприятные условия для их разрыва.

2. Увлажнение мятки приводит к агрегированию отдельных частиц. Интенсивность этого процесса находится в прямой зависимости от степени увлажнения материала. Агрегирование происходит вследствие приобретения белком при достаточной влажности ярко выраженных «клеящих» свойств.

При подсушивании увлажненной мятки происходит разрушение образовавшихся агрегатов, что приводит к уплотнению материала. Уплотнение мезги при жарении происходит вследствие:

- уплотнения отдельных частиц мезги;
- уменьшения промежутков между частицами.

Уплотнение отдельных частиц мезги вызывается процессом тепловой денатурации белковых веществ, а также уменьшением объема частиц за счет потерь влаги и частичного выделения масла.

Уменьшение промежутков между частицами происходит благодаря их более плотной упаковке в связи с уменьшением формы и размеров отдельных частиц.

3. При тепловой обработке увлажненной мятки, вследствие денатурации белковых веществ, на поверхности частиц появляются денатурированные корки. Чем больше исходная влажность мятки, выше температура и больше продолжительность влаготепловой обработки, тем интенсивнее этот процесс. Наличие денатурированных корок на поверхности частиц усиливает неоднородность получаемой мезги, что оказывает отрицательное воздействие на эффект извлечения масла.

4. В процессе нагревания увлажненной мятки в жаровне при достаточно большой толщине слоя материала влага, испаряющаяся из нижних слоев, проходит всю толщу мятки в чане, то есть происходит длительная обработка мятки испаряющимися парами воды. Это приводит к замедлению процесса сушки мятки и, как следствие, к интенсивному дезагрегированию образующихся комьев и снижению скорости образования поверхностных корок. А. М. Голдовский этот процесс назвал «самопропариванием». Он считал «самопропаривание» важнейшим

фактором, влияющим на формирование упруго-пластических свойств материала при влаготепловой обработке. Чтобы обеспечить условия для протекания процесса «самопропаривания», необходимо в жаровнях поддерживать определенный слой материала и исключать возможность протекания его интенсивной сушки.

5. Важную роль в формировании свойств мезги в процессе влаготепловой обработки играет равномерность распределения влаги в материале, что в основном определяется способом ее введения и условиями перемешивания материала. Из трех способов увлажнения мятки — острым паром, водой и смесью пара и воды — наиболее эффективным является обработка паром. Благодаря конденсации пара при соприкосновении с холодной поверхностью мятки происходит быстрое и равномерное ее увлажнение. Однако этот способ может применяться только при увлажнении мятки, влажность которой незначительно отличается от оптимальной.

При поступлении на влаготепловую обработку сухой мятки довести ее влажность до оптимальной за счет воздействия только острого пара без перегрева материала не представляется возможным. В этом случае более рационально использовать паро-водяное увлажнение.

Увлажнение только водой не обеспечивает равномерного распределения влаги в мятке и является менее эффективным.

Необходимо отметить, что неоднородность помола мятки затрудняет процесс равномерного увлажнения, прогревания и высушивания мезги в жаровнях. Ввиду несовершенного перемешивания мезги скорость перемещения ее отдельных частиц по чанам жаровни неодинакова. Поэтому наблюдаются значительные колебания продолжительности пребывания отдельных частиц мезги в жаровне, что обуславливает неоднородность их по величине, температуре, пластичности, а также по степени денатурации белковых веществ.

3.6. ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЯТКЕ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

В мятке (в его масляной и белково-углеводной частях) в процессе влаготепловой обработки протекают различные химические процессы.

Интенсивность этих процессов зависит от многих факторов: от температуры материала, его влажности, длительности процесса жарения, наличия контакта с кислородом воздуха и др.

Наибольшее влияние на качество масел оказывают их гидролиз и окисление.

Гидролиз масел сопровождается накоплением в них свободных жирных кислот, которые придают маслам неприятный горький привкус и увеличивают величину отходов и потерь при рафинации.

Окисление масел приводит к увеличению содержания в них первичных и вторичных продуктов окисления. На первых этапах жарения в маслах, распределенных на широко развитой поверхности материала, при контакте с кислородом воздуха идет интенсивное образование первичных продуктов окисления: перекисей и гидроперекисей, на дальнейших этапах усиливаются процессы перехода первичных продуктов окисления во вторичные с образованием альдегидов, кетонов, оксикислот и др. Накопление в маслах продуктов окисления ухудшает их потребительские свойства, поскольку продукты окисления оказывают отрицательное физиологическое воздействие на организм человека и затрудняют процессы его переработки (рафинацию, гидрогенизацию и т. д.).

При жарении мятки в условиях возможных перегревов (до 120–130 °С) в прессовых маслах могут протекать деструктивные процессы с образованием легколетучих продуктов, что ухудшает их качество и приводит к снижению температуры их вспышки. Основной причиной этих процессов является неодинаковое время пребывания материала в жаровне (в шестичанной жаровне время пребывания отдельных частиц мятки может колебаться от 15 до 225 мин при средней продолжительности жарения 50 мин).

Серьезные изменения в процессе влаготепловой обработки претерпевают и вещества, сопутствующие маслам. Фосфолипиды, находящиеся в семенах в связанном с белковыми веществами состоянии, частично теряют эту связь, часть из них становится свободными и переходит в масло.

Пигменты (хлорофилл, каротиноиды и др.), сосредоточенные в пластидах клеток семян, при жарении переходят из гелевой части в масло, определяя его окраску.

Значительным изменениям в процессе влаготепловой обработки подвергается госсипол, содержащийся в хлопковых семенах. В нативной форме госсипол является клеточным, сосудистым и нервным ядом. От его содержания в жмыхах и шротах зависит возможность их использования в качестве пищевых и кормовых продуктов. Важнейшей особенностью госсипола является его способность связываться с белковыми веществами. «Связанный» госсипол не обладает токсичными свойствами. Это свойство госсипола было использовано при разработке режимов жарения, обеспечивающих максимальное связывание госсипола с белковыми веществами мятки. Они предусматривают применение на стадии жарения значительных увлажнений

с доведением влажности мятки до 11,5–17,0 % (в зависимости от сорта) и температуры 100–105 °С. При таких режимах влаготепловой обработки только небольшое количество госсипола остается в мезге в свободном неизменном состоянии и переходит в масло.

Госсипол в нативном состоянии имеет светло-желтую окраску. В зависимости от изменений, претерпеваемых им в процессе жарения, образуются многочисленные его производные, которые имеют широкую гамму цветов: от желто-красного до темно-коричневого. Переходя в масло, производные госсипола значительно влияют на его цвет и рафинируемость.

Существенные изменения при влаготепловой обработке протекают и в белково-углеводной части мятки. Наиболее важным процессом, влияющим как на качество жмыхов, так и на процесс прессования, является денатурация белковых веществ, то есть потеря ими первичных нативных свойств: при денатурации происходит полная или частичная потеря белками растворимости в тех растворителях, в которых они растворялись ранее. Степень денатурации разных белковых веществ различна и зависит от режимов жарения. Особый интерес с технологической точки зрения представляет вопрос денатурации растворимых белков (в воде, 10%-ном растворе NaCl и 0,2%-ном растворе NaOH), так как эти белки являются наиболее усвояемыми и в наибольшей степени обуславливают кормовую и пищевую ценность жмыхов и шротов. По данным В. П. Ржехина, в зависимости от режимов влаготепловой обработки (температуры, влажности и продолжительности) относительная степень денатурации растворимых белков колеблется от 20 до 40 %, причем скорость денатурации разных групп белков различна. Автором установлено, что относительная степень денатурации альбуминов при прочих равных условиях намного выше, чем глобулинов.

Содержание растворимых белков в конечных продуктах (жмыхах и шротах) является регламентируемым показателем (для подсолнечного шрота 65–71 %), поэтому процесс влаготепловой обработки следует осуществлять при режимах, предотвращающих интенсивную денатурацию белковых веществ.

В процессе влаготепловой обработки изменяются не только состав и свойства масляной и белково-углеводной частей материала, но также идут процессы взаимодействия между белковыми веществами и свободными жирными кислотами, фосфолипидами, неомыляемыми веществами и др. с образованием липопротеиновых комплексов.

По степени прочности липопротеиновые комплексы делятся на три типа:

- непрочные (взаимодействие на основе сорбционных сил), обуславливающие селективность извлечения разных групп

липидов в зависимости от глубины отжима или экстракции масла;

- средней прочности, из которых липиды могут быть высвобождены только при обработке горячим спиртом;
- прочные, из которых липиды не высвобождаются даже при обработке горячим спиртом.

Наиболее значительное образование липопротеиновых комплексов происходит при применении на первом этапе жарения высокого увлажнения. Важную роль играет и температура процесса влаготепловой обработки. Интенсивное образование липопротеиновых комплексов снижает реальный выход масел.

3.7. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕЗГИ

Основными операциями процесса приготовления мезги на современных масложировых предприятиях являются:

- инаktivация ферментной системы мятки;
- влаготепловая обработка увлажненной и пропаренной в инаktivаторе мятки с доведением ее влажности и температуры до оптимальных значений.

Инаktivация ферментной системы мятки осуществляется в индивидуальном или групповом шнековом инаktivаторе путем кратковременного интенсивного нагрева мятки острым паром, либо в верхнем чане жаровни (если это предусмотрено в ее конструкции).

Для проведения инаktivации используются шнековые инаktivаторы производительностью по семенам подсолнечника 100, 200, 400 и 600 т/сут. Инаktivатор в зависимости от производительности устанавливается либо над распределительным шнеком, подающим мятку в жаровни прессовых агрегатов, либо непосредственно над каждой жаровней.

Групповой шнековый инаktivатор (рис. 3.1) состоит из стального двойного желоба 2, внутри которого помещены два шнековых вала 10 и 11, имеющих витки правого и левого вращения. Витки каждого шнека частично входят в межвитковое пространство другого шнека. Нагрев и увлажнение мятки острым паром осуществляются с помощью двух рядов форсунок 8, пар к которым подается от двух коллекторов.

Желоб инаktivатора закрыт сверху крышкой 9, на которой имеется патрубок 3 для подачи мятки в инаktivатор и патрубок 1 для аспирации. В нижней части желоба расположен патрубок 5 для вывода из инаktivатора обработанной мятки. Обогрев аппарата глухим паром

осуществляется с помощью паровых труб 4, размещенных в нижней части желоба по его наружной поверхности. В концевой части на шнековых валах установлены разгрузочные крыльчатки 6, за которыми на хвостовиках валов сделаны витки обратного вращения 7 для предотвращения забивания этой части аппарата мяткой. Шнековые валы приводятся во вращение от электродвигателя 12 через редуктор и в зависимости от производительности делают 45, 46, 61 и 62 об/мин.

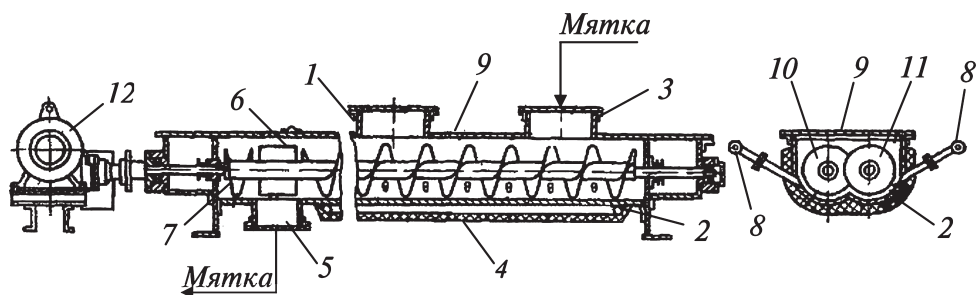


Рис. 3.1. Шнековый инактиватор:

1 — патрубок для аспирации; 2 — двойной желоб; 3 — патрубок для подачи мятки в аппарат; 4 — паровые трубы; 5 — патрубок для выхода мятки из аппарата; 6 — разгрузочные крыльчатки; 7 — витки обратного вращения; 8 — форсунки; 9 — крышка; 10, 11 — шнековые валы; 12 — электродвигатель

Показатели работы шнекового инактиватора приведены ниже:

Продолжительность пребывания материала в инактиваторе, с	20—40
Параметры материала на выходе из инактиватора:	
влажность, %	8,5—10,5
температура, °C	80—90

При переработке семян хлопчатника инактивация ферментной системы не проводится. Предварительная влаготепловая обработка мятки осуществляется в **пропарочно-увлажнительных шнеках**, в качестве которых могут служить обычные транспортные шнеки с подведением к ним пара и воды (могут подаваться раздельно или в смеси с помощью специальных устройств). Как правило, длина пропарочно-увлажнительного шнека должна быть не менее 3 м, а диаметр может изменяться в зависимости от производительности.

Влаготепловая обработка мятки осуществляется в **жаровнях**.

В зависимости от конструктивных особенностей их можно разбить на три типа: чанные, шнековые и барабанные.

Чанные жаровни колонного типа получили преимущественное распространение на маслодобывающих предприятиях для влаготепловой

обработки мятки перед ее прессованием. Применяются они, как правило, в комплекте с различными шнековыми прессами.

В качестве самостоятельных аппаратов жаровни используются на стадии подготовки материала к экстракции для его кондиционирования по температуре и влажности.

Машиностроительные заводы выпускают чанные жаровни с количеством чанов от двух до семи, причем наибольшее распространение получили шестичанные жаровни.

Устройство и работа всех чанных жаровен принципиально одинаковы, различаются они количеством чанов, производительностью, назначением и некоторыми деталями конструкции.

Ниже приведена схема работы жаровни Ж-68, входящей в комплект прессового агрегата МПЖ-68, широко распространенного на предприятиях масложировой отрасли страны.

Жаровня Ж-68 (рис. 3.2) состоит из шести чанов 1 высотой 435 мм с внутренним диаметром 2100 мм, расположенных друг над другом.

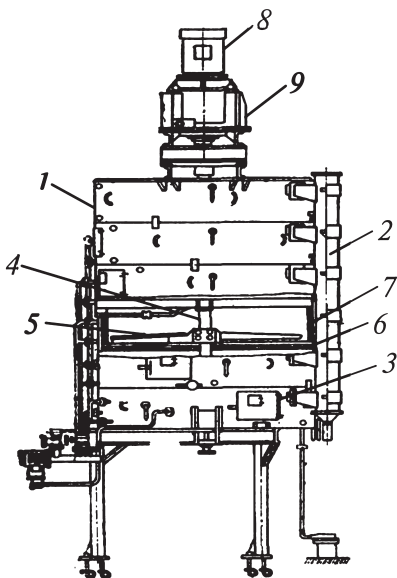


Рис. 3.2. Чанная жаровня Ж-68:

1 — чаны жаровни; 2 — аспирационная труба; 3 — люки; 4 — вал жаровни; 5 — ножи-мешалки; 6 — двойные днища чанов; 7 — обечайки чанов; 8 — электродвигатель; 9 — редуктор

Чаны снабжены двойными днищами 6 и обечайками 7, куда подается глухой пар давлением 0,6 МПа. Конденсат из паровых рубашек отводится в конденсационные горшки.

В жаровне предусмотрена возможность подачи острого пара в первый и шестой чаны через специальные патрубки. Осмотр и чистка чанов осуществляются через смотровые окна и люки 3.

Через все чаны жаровни проходит вертикальный вал 4, на котором в каждом чане закреплены по два ножа-мешалки 5, служащие для перемешивания материала и перемещения его из чана в чан. Вал приводится во вращение электродвигателем 8 через редуктор 9.

Перепуск мезги из чана в чан осуществляется с помощью перепускных клапанов. На выходе из жаровни мезга имеет влажность 4,5–5,0 % и температуру 100–105 °С.

Для отвода влаги из чанов жаровни предусмотрена естественная аспирационная система 2.

Показатели работы жаровни Ж-68 приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	140
Общая поверхность нагрева, м ²	33,5

Шнековые жаровни просты по устройству, надежны и удобны в обслуживании, но не удовлетворяют некоторым требованиям технологии приготовления мезги. В них не может проходить самопропаривание мезги из-за небольшой высоты ее слоя, поэтому используются они для влаготепловой обработки материала редко (в прессовом агрегате фирмы «Андерсон»).

Наиболее широко шнековые жаровни применяются на первых этапах влаготепловой обработки мятки в качестве пропарочно-увлажнительных шнеков.

Барабанные жаровни в большей степени удовлетворяют технологическим требованиям и позволяют частично использовать эффект самопропаривания при приготовлении мезги.

Фирмой «Харбург Фройденбергер» выпускаются барабанные жаровни (кондиционеры ТК) различной производительности. В зависимости от требуемой поверхности нагрева кондиционеры состоят из одного или нескольких барабанов, которые располагаются один над другим.

На **рисунке 3.3** приведен общий вид кондиционера, состоящего из двух барабанов, а на **рисунке 3.4** показана схема его работы.

Нагревательный барабан 1 представляет собой цилиндрический аппарат с двойной рубашкой для обогрева глухим паром (максимальное давление пара до 1 МПа).

Подача материала в кондиционер производится с помощью регулируемого шнека-дозатора 2 (**рис. 3.4**). Каждый барабан оснащен горизонтальной мешалкой, предназначенной для перемешивания материала.

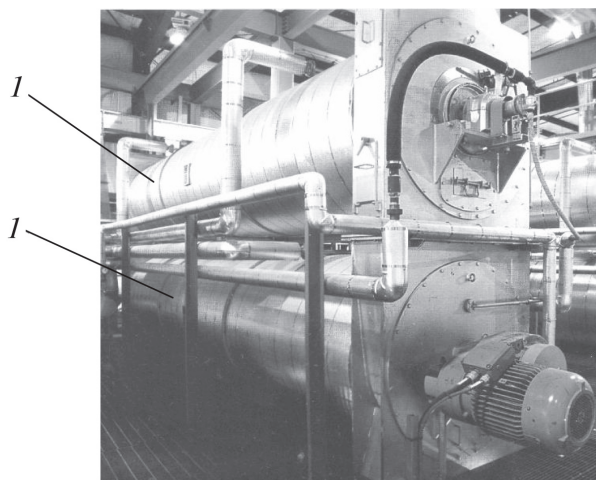


Рис. 3.3. Барабанная жаровня

1 — барабаны жаровни

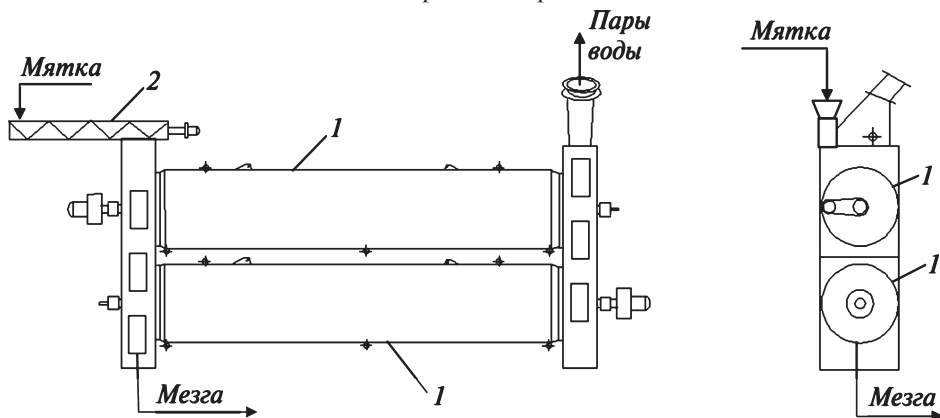


Рис. 3.4. Схема работы барабанной жаровни:

1 — барабаны жаровни; 2 — шнек-дозатор для подачи мятки в жаровню

Мешалка не выполняет функцию перемещения материала, его перемещение осуществляется по принципу перетекания, где наполнение барабанов регулируется специальными затворами. Материал последовательно проходит два или три барабана, после чего поступает в пресс для отжима масла. Конечные параметры мезги на выходе (влажность и температура) регулируются давлением пара в рубашках.

В аппарате предусмотрена возможность подачи в материал в случае необходимости острого пара или воды. Образующиеся пары воды отводятся через крышку барабана в аспирационную систему.

Конструкция кондиционеров позволяет осуществлять равномерную обработку отдельных частиц материала, с одной стороны, благодаря очень интенсивному перемешиванию мешалкой, с другой, благодаря равномерному перемещению материала через агрегат.

Фирма «Харбург Фройденбергер» изготавливает барабанные кондиционеры трех различных размеров. Кондиционеры набираются из барабанов одинаковых размеров. Валы мешалок больших барабанов полые, в них предусмотрена подача пара.

В **таблице 3.1** приводится техническая характеристика кондиционеров, выпускаемых этой фирмой.

Таблица 3.1

Техническая характеристика кондиционеров, выпускаемых фирмой «Харбург Фройденбергер»

Показатели	Тип кондиционера		
	I	II	III
Количество барабанов в кондиционере, шт.	3	2	2
Диаметр барабана, мм	900	1250	1250
Длина барабана, мм	3000	5410	7500
Высота кондиционера, мм	4060	3830	3830
Поверхность нагрева, м ²	30	59	82

Приготовление мезги с применением высокого увлажнения по способу А. И. Скипина. В 1929–1930 гг. А. И. Скипин, стремясь установить и обосновать оптимальную влажность подсолнечной мятки при приготовлении мезги в производственных условиях, обнаружил, что увлажненная до 8,5–9,0 % мятка сохраняет в жаровне свою мелкозернистую рассыпчатую структуру. Однако при ее дальнейшем увлажнении до 10–12 % и выше происходит заметное агрегирование частиц мятки в более крупные агрегаты и комья. Из такой переувлажненной мятки, даже при легком сжатии ее в руке, обильно выделяется масло, а нежировая белково-углеводная часть мятки приобретает свойства плотного, пластичного вещества. Так был открыт способ получения масел, названный позднее способом А. И. Скипина.

Характер изменений в материале, происходящих при съеме масла по способу А. И. Скипина, тот же, что и при обычном способе приготовления мезги, глубина же процессов значительно больше. При переувлажнении мятки вытеснение масла водой с поверхности частиц в силу явления избирательного смачивания и набухания становится настолько интенсивным, что укрупнившиеся масляные пленки и капли сливаются в более крупные комплексы, которые уже не могут удерживаться на поверхности частиц силами молекулярного сцепле-

ния. Они образуют непрерывную масляную фазу и легко отделяются от мезги при самых незначительных давлениях. Этому во многом способствует интенсивное агрегирование частиц мезги с образованием крупных комьев и значительным сокращением вследствие этого ее удельной поверхности.

Для приготовления мезги по способу А. И. Скипина использовали форчаные агрегаты. В них значительно глубже проходили процессы тепловой денатурации белковых веществ. Сильное денатурирующее действие острого пара, высокая степень увлажнения в форчане и сушка влажной полуобезжиренной мезги в значительной мере способствовали протеканию этого процесса.

Достоинствами способа А. И. Скипина являлись простота и невысокая стоимость аппаратов, возможность довольно простым способом извлечь от 60 до 70 % масла (от его исходного содержания в мятке). Форчанное масло отличалось высоким качеством, содержало минимальное количество сопутствующих веществ: фосфолипидов, каротиноидов, нежировых примесей, что объяснялось низкой температурой его получения.

Одним из наиболее существенных недостатков способа А. И. Скипина являлась периодичность работы основного аппарата — форчана.

В развитие способа А. И. Скипина были созданы конструкции непрерывно действующих аппаратов для съема масла с использованием высоких увлажнений при приготовлении мезги. К ним относились фораппараты непрерывного действия, разработанные С. Н. Кучеровым и др., представляющие собой практически шнековые аппараты, в которых осуществляется отжим масла.

Однако внедрение непрерывно действующих аппаратов для предварительного съема масла не дало возможности устранить второй главный недостаток способа Скипина — высокую степень денатурации белковых веществ мятки при сушке высоковлажной полуобезжиренной мезги после съема масла. Следствием этого явилось постепенное вытеснение способа предварительного съема масла с применением высокого увлажнения и замена его предварительным прессованием на непрерывно действующих шнековых прессах.

ГЛАВА 4. ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА ПРЕССОВАНИЕМ

4.1. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА ПРЕССОВАНИЕМ (ОТЖИМ МАСЛА)

Современное аппаратурное оформление прессового способа производства растительных масел связано с применением шнековых прессов, позволяющих осуществлять процесс в непрерывном режиме.

В настоящее время в масложировой промышленности России для отжима масла применяют прессы различных конструкций. Они используются для извлечения масла из масличного сырья на разных этапах:

- для предварительного прессования в схемах двукратного прессования и в схемах прессование — экстракция;
- для окончательного прессования в схемах двукратного прессования;
- для окончательного прессования в схемах однократного прессования.

Исходная мезга, поступающая в пресс, представляет собой сыпучий пористый материал. При всестороннем сжатии под действием давления в прессе происходят два тесно связанных между собой процесса:

- отделение жидкой части (масла);
- соединение твердых частиц материала с образованием брикета жмыха (ракушки).

Отделение масла от твёрдой частицы по А. М. Голдовскому может быть представлено следующим образом. Исходная мезга содержит большое количество масла на поверхности и внутри частиц, а сами частицы разделены воздушными промежутками.

В начальный период сжатия мезги, хотя и начинается деформация частиц и соединение их в местах отдельных контактов, преобладает

процесс вытеснения воздуха и уменьшения воздушных промежутков в слое между частицами с одновременным заполнением их маслом.

На следующем этапе начинается процесс отжима масла, причем вначале выдавливается масло, находящееся в промежутках между частицами. Затем сжатию подвергаются сами частицы, происходит сближение их внутренних поверхностей, и масло вытекает из пор и трещин. На этом этапе отжимается основное количество масла.

При резком уменьшении поперечного сечения пор, каналов, а также промежутков между частицами, когда на сближенных поверхностях остаются мономолекулярные слои масла, отжим прекращается, так как адсорбированные пленки масла не могут быть отжаты.

Соединение отдельных частиц мезги в брикет жмыха представляется так: в начальный период прессования отдельные частицы сближаются благодаря уменьшению промежутков между ними, затем вступают в непосредственное соприкосновение и давят друг на друга. Это приводит к деформации отдельных частиц и их соединению в местах разрыва масляных пленок. Наступает период, когда мезга ведет себя не как сыпучее, а как целое пластичное тело. При повышении давления соединение частиц приводит к образованию гелевого пористого тела — брикета жмыха. Но в жмыхе остаются промежутки между частицами и группами частиц с образованием сплошных и тупиковых пор. Возможна запрессовка масла в этих порах, его капсулирование в толще жмыха. После снятия давления под действием упругих деформаций в жмыхе образуются мелкие поры или крупные трещины, поэтому возможно обратное впитывание масла, которое еще не вытекло из пресса.

Остаточная маслячность жмыха складывается из следующего:

- масла, капсулированного в отдельных участках жмыха;
- масла, связанного с внешней поверхностью частиц и с внутренней поверхностью пор и трещин в виде мономолекулярных слоев;
- масла, оставшегося в неразрушенных при измельчении и жарении клетках.

4.2. ОБЩАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ШНЕКОВЫХ ПРЕССОВ

Все шнековые прессы имеют однотипные рабочие органы и общую схему устройства и работы.

Основными рабочими органами шнековых прессов являются шнековый вал и зерный цилиндр. К вспомогательным органам относятся: питающее устройство пресса, регулятор давления и толщины жмыхо-

вой ракушки, приводной механизм с редуктором. Все перечисленные основные и вспомогательные органы пресса собираются на чугунной станине.

Шнековые валы прессов бывают как цельнолитые, так и сборные. Наиболее широко применяются сборные валы.

Шнековый вал (рис. 4.1) состоит из собственно вала (на рисунке не показан) с прорезанными шпоночными канавками, на котором в определенной последовательности набираются шнековые витки (звенья) *1*.

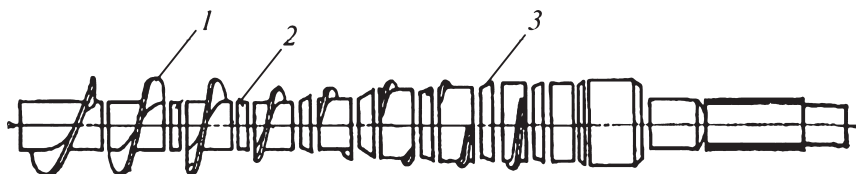


Рис. 4.1. Шнековый вал пресса:

1 — витки шнекового вала; *2* — цилиндрические кольца; *3* — конические кольца

Винт выполнен не сплошным, а с разрывом в витках. В местах разрыва устанавливаются цилиндрические *2* и конические *3* кольца. Эти детали с одной стороны упираются в заточку вала, а с другой стягиваются гайками. Иногда прямо на шнековом звене имеются разрывы винтовой линии. В местах установки промежуточных колец или в разрывах винтовой линии монтируются фигурные ножи, препятствующие проворачиванию материала вместе с валом.

В некоторых типах прессов используются цельнолитые валы.

Наибольшее распространение получили ступенчатые шнековые валы. Ступенчатость вала достигается за счет увеличения диаметра ступицы шнековых витков *d* (рис. 4.3) и размера промежуточных колец.

Шнековые валы бывают укомплектованы 7–12 витками. Шаг витка (*t*) по ходу движения материала уменьшается (рис. 4.3).

Зеерный цилиндр (рис. 4.2, б), набираемый из отдельных пластин, образует пространство, в котором расположен шнековый вал и осуществляется отжим масла.

Внутренняя поверхность зеерного цилиндра с продольными зазорами (щелями между зеерными пластинами) для стока масла образует одну из сторон винтового канала.

Зазоры между зеерными пластинами создаются установкой между ними калиброванных пластинок или за счет специальных приливов на одной из боковых поверхностей самих зеерных пластин. Величина зазора между зеерными пластинами должна обеспечивать вытекание отжатого масла, но не пропускать частичек мезги. Величина зазора в зеерных цилиндрах уменьшается от секции к секции по ходу дви-

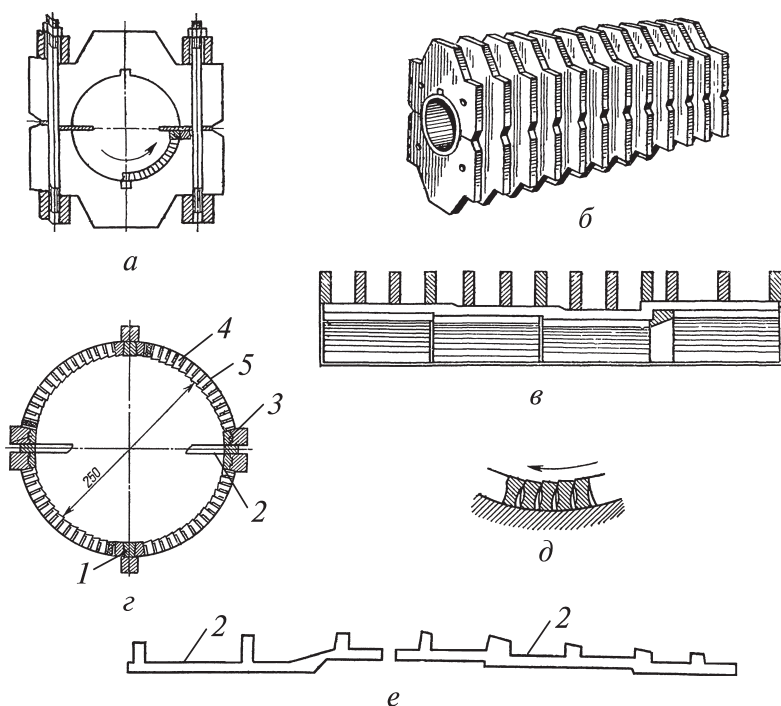


Рис. 4.2. Зеерный цилиндр прессы:

a — разрез зеерного цилиндра в сборе; *б* — общий вид зеерного цилиндра;
в — продольный разрез зеерного цилиндра; *г* — поперечный разрез зеерного цилиндра;
д — «заершенность» зеерного цилиндра; *е* — фигурные ножи;
1 — упорный клин; *2* — фигурные ножи; *3* — натяжной клин; *4* — зеерные пластины;
5 — каркас зеерного цилиндра

жения материала и зависит от типа прессы и вида перерабатываемого сырья.

Зеерный цилиндр может быть разъемным по вертикали или горизонтали. Зеерные пластины **4** (рис. 4.2, *г*) укладываются в каркас зеерного цилиндра **5** между упорным клином **1** и натяжными клиньями **3**. Укладка пластин выполняется таким образом, что внутренняя поверхность зеерного цилиндра приобретает «заершенность», причем подъем плоскости зеерной пластины, обращенной внутрь цилиндра, направлен в сторону вращения шнекового вала (рис. 4.2, *г, д*). «Заершенность» обеспечивает увеличение трения пресуемого материала о стенки цилиндра, что значительно снижает возможность его проворачивания.

Находящийся в зеерном пространстве материал не должен вращаться, так как при вращении не будет поступательного перемещения материала вдоль оси вала, следовательно, не будет проходить отжим масла.

В горизонтальной плоскости зеерного цилиндра устанавливают фигурные пластины-ножи 2 (рис. 4.2, *г, е*), выступы которых обращены внутрь зеерного цилиндра, глубоко врезаются в слой прессуемого материала и предотвращают проворачивание его вместе со шнековым валом.

Витки шнекового вала 1 вместе с внутренней поверхностью зеерного цилиндра 2 (рис. 4.3) образуют свободное пространство в виде винтового канала 3 с глубиной h , геометрические особенности которого влияют на процесс отжима масла: давление, развиваемое в прессе, производительность пресса и глубину отжима.

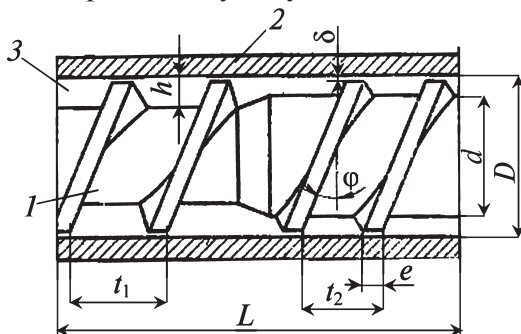


Рис. 4.3. Геометрия винтового канала:

1 — шнековый вал; 2 — зеерный цилиндр; 3 — винтовой канал

Винтовой канал формируют: диаметр зеерного цилиндра D , диаметр ступицы шнековых витков d , шаг витка t , глубина канала h , ширина гребня e , зазор между поверхностью цилиндра и кромкой витка δ , профиль витка, угол подъема винтовой линии ϕ , длина шнекового вала L , внутренняя поверхность цилиндра, промежуточные кольца (рис. 4.3).

По конструктивному признаку прессующего тракта, определяемому диаметром D и глубиной h , шнековые прессы делятся на четыре типа:

- с цилиндрическим зеером и шнековым валом без ступеней (рис. 4.4, *а*);
- с цилиндрическим зеером и ступенчатым шнековым валом (рис. 4.4, *б*);
- со ступенчатым зеером и шнековым валом без ступеней (рис. 4.4, *в*);
- со ступенчатым зеером и ступенчатым шнековым валом (рис. 4.4, *г*).

Важнейшими геометрическими характеристиками прессующего тракта являются глубина канала h и шаг витка t .

Шнековые прессы первого типа (рис. 4.4, *а*) имеют постоянную глубину винтового канала и изготавливаются с уменьшающимся шагом витков.

Для этих прессов свободный объем меняется только за счет уменьшения шага витков ($t_1 > t_2$). Мезга перемещается в замкнутом пространстве и с силой проталкивается в более узкое пространство последующего витка. В таких прессах уплотнение материала создается только за счет установки сопротивления в конце прессующего тракта.

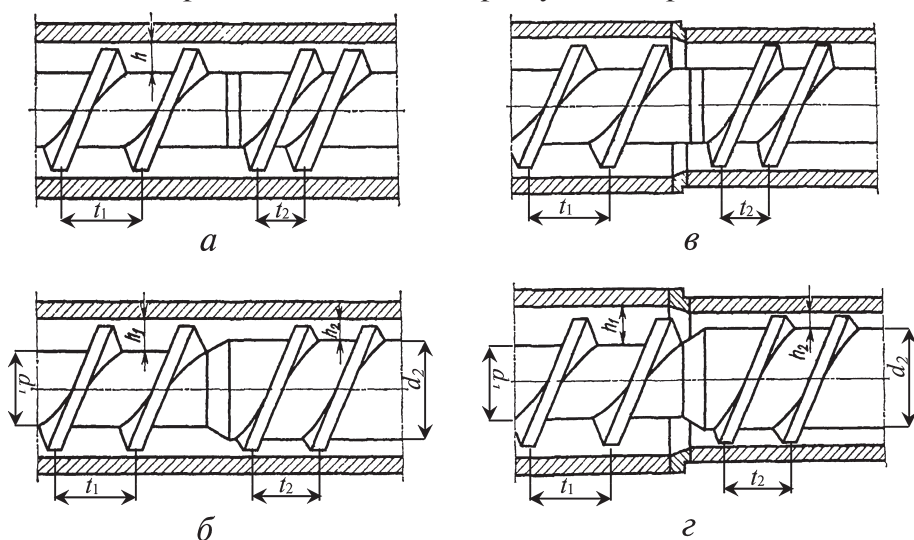


Рис. 4.4. Типы шнековых прессов по конструктивному признаку прессующего тракта:

a — с цилиндрическим зеером и шнековым валом без ступеней; *б* — с цилиндрическим зеером и ступенчатым шнековым валом; *в* — со ступенчатым зеером и шнековым валом без ступеней; *г* — со ступенчатым зеером и ступенчатым шнековым валом

Более высокое давление создается в прессах с уменьшающейся глубиной канала h , что обеспечивается в конструкциях второго, третьего и четвертого типов прессов (**рис. 4.4, б, в, г**).

Уплотнение материала в них происходит за счет уменьшения глубины винтового канала по ходу движения материала, уменьшения шага витка и установки сопротивления на выходе жмыха из пресса.

Диаметр ступенчатого зеера у третьего и четвертого типов прессов может в конце прессующего тракта либо увеличиваться, либо уменьшаться. Большой диаметр первой ступени зернового цилиндра повышает производительность пресса, а увеличение диаметра в предконусной ступени ведет к увеличению дренажной поверхности прессуемого материала, что облегчает сток масла.

Важную роль в работе пресса играет высота витков шнека, а следовательно, величина зазора между витком и внутренней поверхностью

зеерного цилиндра δ (рис. 4.3). При больших зазорах увеличивается обратный поток материала, малые зазоры могут привести к перегреву части материала, перемещаемого вдоль пресса. Оптимальным в масло-отжимных прессах считается зазор 1,25–1,50 мм.

4.3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГЛУБИНУ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА ПРИ ПРЕССОВАНИИ

Общие представления о ходе прессования. Подготовленная к прессованию мезга через питающее устройство попадает на первый приемный виток вала и при нормальной работе пресса полностью заполняет весь свободный объем в зоне питающего витка.

Между зеерным цилиндром и вращающимся внутри него шнековым валом остается свободное пространство — винтовой канал, по которому перемещается прессуемый материал.

Основной принцип работы шнекового пресса — сжатие мезги при ее движении по зееру — достигается последовательным уменьшением свободного объема между отдельными шнековыми витками и зеерным цилиндром, а следовательно, и объема всего прессующего тракта в целом.

На первом витке материал содержит значительное количество пустых пор, и существенного уплотнения белково-углеводной части мезги не происходит. При дальнейшем продвижении материала вдоль пресса в результате сближения внешних поверхностей частиц, связанного с уменьшением свободного объема второго и последующих витков, происходит уплотнение материала, и в нем остаются только полости, заполненные маслом.

Под действием возрастающего давления в зоне второго и последующих витков происходит интенсивный отжим масла. Частицы материала приобретают более плотную упаковку, увеличивается их деформация. Эти явления одновременно сопровождаются процессом некоторого измельчения частиц, образованием новых поверхностей контакта масла и белково-углеводной части, а также слипанием частиц. Но вплоть до середины прессующего тракта прессуемый материал имеет еще рассыпчатую структуру.

При дальнейшем движении материала вдоль пресса отжим масла практически завершается, происходит соединение частиц с образованием брикета жмыха.

Исследования Г. В. Зарембо, проведенные на мезге семян подсолнечника, показывают, что основное количество масла (до 98 % от извлеченного) отжимается в первой половине пресса, что подтверждается и характером изменения масличности жмыха по длине вала: медленное изменение — в самом начале и в конце вала и значительное —

в середине. Максимальное количество масла отжимается в зоне первой и второй степеней давления.

Продвижение материала в прессе сопровождается сложными явлениями. Теоретически возможны два варианта движения материала: вращательное и аксиально-поступательное (подобное движению гайки по вращающемуся шпинделю).

Вращательное движение возможно в том случае, если трение между материалом и витком, а также между частицами материала больше, чем трение материала о цилиндрическую поверхность зеера.

С целью повышения глубины отжима масла необходимо уменьшить величину силы трения между частицами материала и величину силы трения о витки шнекового вала и увеличить трение материала о зеер. Вращательное движение значительно уменьшается при установке ножей, шлифовке валов и «заершенности» внутренней поверхности зеера.

Если силы трения между материалом и шнековыми витками, а также между материалом и зеером в осевом направлении равны нулю, а сила трения между материалом и внутренней поверхностью зеера в тангенциальном направлении имеет конечное значение, то наблюдается только поступательное движение, которому препятствует трение материала о вал и сопротивление по каналу, включая сопротивление конуса. Фактически частичное прокручивание материала вместе с валом и движение в аксиальном направлении приводит к тому, что общий его поток вдоль канала движется по некоторой спирали в сторону выхода. При этом отдельные частицы и слои материала имеют различные скорости и траектории движения как по значению, так и по направлению.

При работе шнековых прессов возможен обратный ход материала через зазор между кромкой витка и внутренней поверхностью цилиндра в разрыв пера витков и вдоль канала шнека. Это явление учитывают при обосновании эмпирических коэффициентов возврата для уравнений, определяющих производительность пресса.

На глубину отжима масла на прессах оказывает влияние ряд факторов, основными из которых являются:

- давление, развиваемое в прессе;
- температура процесса прессования;
- продолжительность процесса прессования.

Влияние давления, развиваемого в прессе, на глубину отжима масла. Движущей силой процесса отжима масла является развиваемое в прессе давление, которое зависит от двух групп факторов: конструктивных особенностей пресса и физико-механических свойств прессуемого материала.

К первой группе факторов относятся:

- уменьшение глубины винтового канала пресса по ходу движения материала вдоль прессующего тракта;
- уменьшение площади сечения выходной щели по сравнению с сечением винтового канала пресса;
- уменьшение шага витка шнекового вала по ходу движения материала;
- создание условий для трения прессуемого материала о поверхность витков, стенки зернового цилиндра и частиц прессуемого материала между собой.

Давление, развиваемое в прессе, в свою очередь, в значительной степени определяется свойствами готовой мезги. Для наиболее полного отжима масла необходимо определенное сочетание упругих и пластических свойств мезги.

Пластичность мезги, оптимальная для того или иного вида прессования (предварительное или окончательное) и перерабатываемого материала, достигается принятыми режимами жарения. Отклонения от оптимального сочетания влажности и температуры мезги приводят к нарушению процесса прессования.

При пересушивании и прессовании мезги пониженной пластичности основной отжим масла смещается в конец прессующего тракта. Жмых начинает выходить в виде сухой, жесткой высокомасличной муки или крупки. Нагрузка на электродвигатель пресса вначале повышается, а с полным прекращением формирования ракушки — резко падает.

Переувлажненная, с повышенной пластичностью мезга не формируется в виде жмыховой ракушки, а выходит в виде бесформенной пластичной массы. Основной отжим масла перемещается в сторону поступления материала. Значительное количество мезги выходит через зерные щели, а отжим масла затем практически прекращается. Нагрузка на электродвигатель также снижается.

Повышение, как и снижение нагрузки на электродвигатель пресса является следствием изменения давления на прессуемый материал. Рост давления при прессовании мезги пониженной пластичности является следствием увеличения сопротивляемости мезги перемещению по мере ее уплотнения. Снижение давления при переувлажнении мезги объясняется небольшой степенью уплотнения и отжима из нее масла за счет повышенной пластичности и пониженной сопротивляемости.

Следовательно, пластические свойства мезги, приобретенные в процессе жарения, являются одним из основных факторов, опреде-

ляющих величину развиваемого в прессе давления. Пластичность мезги, влияя на величину давления, обуславливает в значительной мере и глубину отжима масла.

Давление в шнековом прессе не является величиной постоянной вдоль всего прессующего тракта. Согласно данным большинства исследователей, в начале шнекового вала отмечается рост давления, а начиная с некоторой точки (вероятнее всего, после последнего витка), падение его.

В. С. Морозов, используя электротензометрический метод, позволяющий регистрировать давление в прессе во многих точках в течение неограниченного времени без нарушения технологического процесса, определил величину давления в прессе при нагрузке на электродвигатель пресса в 38—40 А: 0,03 МПа в начале прессования; 1,67—2,23 МПа в средней части зернового пространства и 0,35 МПа на выходе жмыха.

Влияние температуры процесса прессования на глубину отжима масла. Как уже отмечалось, сочетание влажности и температуры мезги определяет ее упругие и пластические свойства, оказывает влияние на величину развиваемого в прессе давления и в конечном итоге — на глубину отжима масла.

На холодном, неразогретом прессе невозможно обеспечить формирование прочной жмыховой ракушки и требуемую глубину отжима масла. Разогрев прессов небольшим количеством горячей готовой мезги при их пуске ведется до температуры 70—80 °С.

В отдельных конструкциях прессов предусмотрен подвод пара во внутреннюю полость шнекового вала на период его пуска. При температуре 70—80 °С начинается формирование стойкой ракушки жмыха и нормальный отжим масла. Появляется возможность достичь полной производительности пресса и отрегулировать толщину жмыха.

В дальнейшем при нормальной работе прессов предварительного отжима масла температура прессования поддерживается за счет подаваемой из жаровни горячей мезги. Как правило, тепло, выделяемое при трении мезги о зер и шнековый вал и трении частиц мезги во время перемешивания, не превышает значение теплотерь и расходуется на поддержание оптимальной температуры прессования.

Внешнее трение о зер и шнековый вал и внутреннее трение частиц мезги во время перемешивания являются причиной более значительного увеличения температуры в зерном цилиндре прессов окончательного прессования. Это объясняется более жесткой структурой прессуемого материала и повышенными температурой и давлением при прессовании. Перегрев материала приводит к ухудшению показателей работы пресса. Высокая температура в зерном пространстве во время окончательного отжима масла в прессах вызывает пригорание

жмыха к поверхности зеера и шнекового вала, повышение его маслячности и увеличение цветности масла.

В некоторых прессах предусмотрено охлаждение шнекового вала путем подачи воды в его внутреннюю полость либо орошением зерных цилиндров охлажденным маслом. В последнем случае, наряду с охлаждением, струя масла смывает с поверхности зеера часть осыпи, выходящей через зазоры между зерными пластинами.

Влияние продолжительности прессования на глубину отжима масла. При нормальной нагрузке в шнековом прессе продолжительность прессования примерно равна или близка времени пребывания материала в прессе, так как после захвата материала шнековым валом он начинает уплотняться сразу в пространстве между первым и вторым витками.

Продолжительность прессования является важным фактором, влияющим на производительность пресса и глубину отжима масла.

Чем больше продолжительность прессования, тем до известных пределов полнее отжим масла, и, в то же время, чем длительнее процесс прохождения материала через данный пресс, тем при прочих равных условиях ниже его производительность.

Время пребывания материала в прессе (продолжительность прессования), в свою очередь, зависит от геометрии канала, скорости вращения вала, величины выходной щели, характера продвижения материала через пресс, физико-механических свойств материала и т. п.

Расчет времени пребывания материала в каждой зоне пресса с учетом геометрических характеристик рабочих органов и степени сжатия проводится по формуле

$$t = V_{c.з} \varepsilon_3 / [V_{min} (1 - \beta_3)], \quad (4.1)$$

где t — время пребывания материала в зоне пресса, мин; $V_{c.з}$ — объем свободного пространства зоны, м³; ε_3 — степень сжатия мезги в данной зоне; V_{min} — объем мезги, поступающей в пресс в минуту, м³/мин; β_3 — коэффициент, учитывающий количество материала, вышедшего через зерные щели данной зоны.

Общая продолжительность пребывания материала в прессе равна сумме продолжительностей его пребывания в отдельных зонах.

Прессы неглубокого, предварительного отжима масла работают при большем числе оборотов шнекового вала и большей ширине выходной кольцевой щели для жмыха, чем прессы глубокого окончательного отжима.

Некоторые результаты экспериментальных данных определения средней продолжительности прохождения мезги через шнековые прессы приведены в **таблице 4.1**. Данные получены при работе на старых конструкциях прессов.

Таблица 4.1

**Зависимость средней продолжительности пребывания материала
в прессе от вида прессования**

Вид прессования	Частота вращения шнекового вала, об/мин	Толщина жмыховой ракушки, мм	Средняя продолжительность прохождения материала через пресс, с
Однократное	23–35	3,2–5,6	124–128
Предварительное	20	9–12	50–54
	24	9–12	45
Окончательное	5,5	7–10	200–273

Как следует из данных **таблицы 4.1**, продолжительность прессования на прессах предварительного прессования меньше, чем при однократном и особенно при окончательном прессовании. Это объясняется различиями геометрических размеров прессующего тракта разных видов прессов, физико-механическими свойствами материала, который имеет разные характеристики для предварительного и окончательного отжима, а также разной шириной выходной кольцевой щели, определяющей толщину ракушки.

В значительной степени продолжительность прессования на одном и том же прессе зависит от частоты вращения шнекового вала. Например, при увеличении частоты вращения вала с 20 до 24 об/мин продолжительность прохождения материала через пресс сокращается с 50–54 до 45 с.

Это объясняется тем, что при увеличении скорости вращения шнекового вала возрастает скорость передвижения материала шнеком и, соответственно, снижается время прохождения материала через одну и ту же длину зерной камеры от места входа материала до места выхода жмыха (при одной и той же ширине щели).

На продолжительность прессования влияет заполнение материалом приемного витка шнекового вала. Уменьшение интенсивности питания пресса, износ шнековых витков, зерных пластин, износ или поломка ножей приводят к увеличению продолжительности прессования. При нормальной работе пресса уменьшение частоты вращения шнекового вала и связанное с этим увеличение времени прессования сопровождается снижением производительности пресса.

4.4. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ИЗВЛЕЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ СПОСОБОМ ПРЕССОВАНИЯ

4.4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕССОВ

В зависимости от создаваемого давления на прессуемый материал, а следовательно, и маслячности выходящего жмыха шнековые прессы делятся на две группы:

- прессы неглубокого (предварительного) съема масла;
- прессы глубокого (окончательного) съема масла.

Прессы неглубокого съема масла применяются в технологической схеме предварительное прессование — экстракция и в схеме двукратного прессования на первых этапах извлечения масла.

Прессы глубокого съема масла применяются в схеме двукратного прессования для окончательного отжима масла, а также в схеме однократного прессования. В последнем случае масло отжимается на прессах двойного действия, которые имеют дополнительный вертикальный шнековый вал. Прессы двойного действия за один проход материала обеспечивают глубокий съем масла.

Характерными признаками прессов предварительного съема масла являются большие диаметры зерного цилиндра и шнекового вала и более высокие скорости вращения вала. Толщина жмыховой ракушки, выходящей из пресса, составляет не менее 6–8 мм, но чаще бывает 8–12 мм. Съем масла на прессах колеблется от 60 до 85 % (в зависимости от его содержания в исходной мезге).

Прессы глубокого съема масла характеризуются меньшим диаметром зерного цилиндра и шнекового вала, меньшей толщиной жмыховой ракушки (5–7 мм) и меньшей скоростью вращения шнекового вала.

Для предварительного отжима масла в масложировой промышленности страны используются различные прессы.

Пресс МП-68 (рис. 4.5), входящий в состав прессового агрегата МПЖ-68, состоит из следующих основных узлов: станины, электродвигателя 1, редуктора 2, питателя 3, шнекового вала 4, зерного цилиндра 5, регулятора толщины жмыховой ракушки 7.

Шнековый вал пресса укомплектован девятью шнековыми витками и промежуточными кольцами. Шнековые витки имеют переменный шаг и различные наружные диаметры. Диаметр ступицы шнекового вала по ходу движения материала возрастает.

Особенностью привода пресса является наличие трехскоростного двигателя, что дает возможность сообщать шнековому валу пресса следующие скорости вращения: 18, 24 и 37 об/мин.

Ширина выходной щели, регулируемая конусным регулятором, может меняться в широком диапазоне: от 5 до 16 мм. Изменение ширины щели можно производить без остановки пресса.

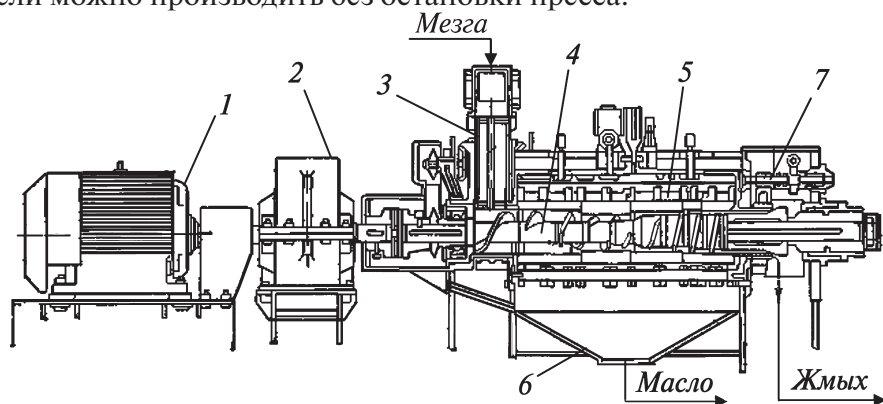


Рис. 4.5. Форпресс МП-68:

1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — питатель; 4 — шнековый вал; 5 — зерный цилиндр; 6 — сборник масла; 7 — регулятор толщины жмыховой ракушки

Зерный цилиндр 5 имеет четыре ступени, образуемые зерными пластинами. Длина каждой ступени 273 мм. Внутренний диаметр первой ступени 250 мм, второй — 200 мм, третьей — 220 мм и четвертой — 240 мм. Разъем зеера осуществляется в вертикальной плоскости. Зеер снабжен шарнирным устройством, облегчающим его раскрытие, и клиновым креплением, которое быстро стягивает обе его половины. Внутри зерного цилиндра имеются специальные ножи с выступами, которые препятствуют проворачиванию мезги.

Питатель пресса 3 выполнен в виде вращающейся трубы с неподвижными планками — скребками, очищающими внутренние стенки питателя от налипшего материала. Маслосборное устройство состоит из сливного листа и сборника масла 6.

Показатели работы пресса МП-68 приведены ниже:

Производительность, т/сут:

по семенам подсолнечника при масличности				
жмыха до 18 %				60

Зазоры между зерными пластинами (по ступеням), мм:

	I	II	III	IV
при переработке семян подсолнечника	1,5	1,0	0,75	0,45
при переработке семян хлопчатника	1,0	0,75	0,45	0,45

4.4.2. ПРЕССОВЫЕ АГРЕГАТЫ

Прессовые агрегаты, как правило, комплектуются из одной жаровни и одного или двух прессов.

Прессовый агрегат РЗ-МОА (рис. 4.6) состоит из жаровни 1, одного пресса 2 и крана-укосины 3.

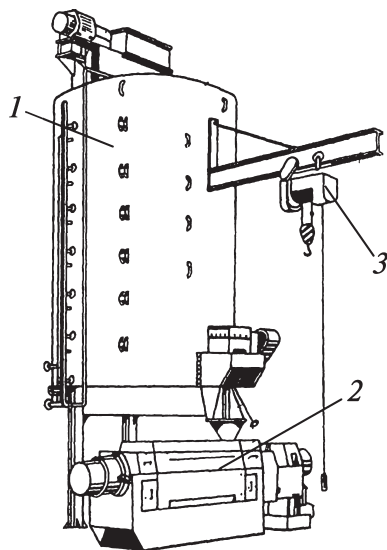


Рис. 4.6. Прессовый агрегат РЗ-МОА:

1 — жаровня; 2 — пресс; 3 — кран-укосина

Жаровня (рис. 4.7) укомплектована семью чанами 1 диаметром 3000 мм. Высота верхнего чана 805 мм, последующих шести — 680 мм.

Высота слоя материала в каждом чане поддерживается на уровне 300—400 мм. Глухой пар подается как в днища, так и в обечайки чанов. Общая поверхность нагрева жаровни 83,3 м².

Через все чаны проходит вал 2, на котором укреплены лопастные ножи-мешалки 3. В каждом чане установлено по два ножа, в нижнем — четыре, что способствует более быстрому освобождению этого чана от мезги. Ножи имеют зубчатую поверхность, что обеспечивает дополнительное разрыхление материала в чане. Привод вала осуществляется от электродвигателя через редуктор 4.

Особенностью жаровни является то, что в ее верхнем чане проводится инактивация ферментной системы. Мятка обрабатывается острым паром, который в основном вводится через барботеры лопастной мешалки. Дополнительно острый пар подается через патрубок, расположенный под крышкой чана над поверхностью материала. В случае пересушивания мезги ее увлажняют в нижнем чане из паропровода.

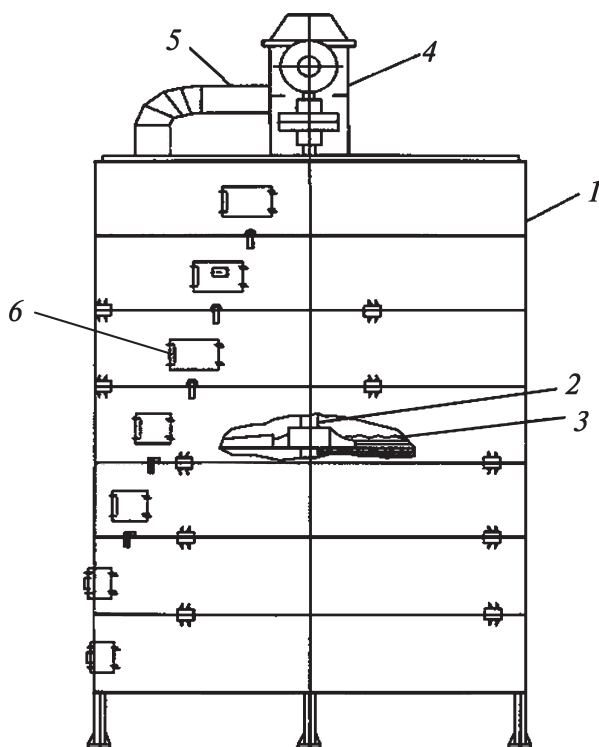


Рис. 4.7. Жаровня РЗ-МОА:

1 — чаны жаровни; 2 — вал; 3 — ножи-мешалки; 4 — редуктор; 5 — аспирационная труба; 6 — люки-лазы

Для перепуска мезги из чана в чан используются клапаны Линка. Жаровня оснащена принудительной системой аспирации. Она состоит из трубы 5, соединенной патрубками со всеми чанами, и вентилятора.

Люки-лазы 6 служат для осмотра и ремонта внутренней поверхности чанов.

Подача материала из жаровни в пресс производится с помощью питателя 5 (рис. 4.8), который выполнен в виде зеечного цилиндра, внутри которого помещен шнековый вал 6. В питателе осуществляется уплотнение мезги и частичный отжим масла.

Пресс РЗ-МОА может работать как в режиме получения прессового жмыха, так и гранул.

Шнековый вал 1 пресса укомплектован двенадцатью шнековыми витками с уменьшающимся шагом по ходу движения материала. Диаметр ступицы шнековых витков вала на всем протяжении прессующего тракта одинаков. Частота вращения шнекового вала 42–85 об/мин.

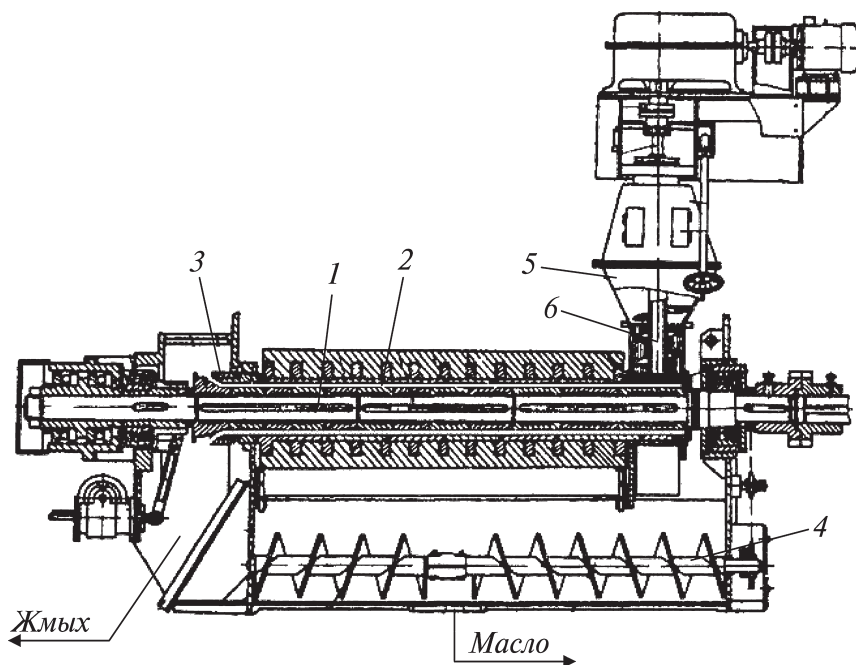


Рис. 4.8. Пресс РЗ-МОА:

1 — шнековый вал; 2 — зерный цилиндр; 3 — механизм регулирования давления в прессе; 4 — шнек; 5 — питатель пресса; 6 — шнековый вал питателя

Зерный цилиндр 2 состоит из шести ступеней, имеющих одинаковый диаметр. Разъем зеера осуществляется в горизонтальной плоскости. Для предотвращения проворачивания мезги при работе маслопресса предусмотрены ножи, имеющие выступы, направленные внутрь зерной камеры.

В прессе используется новая конструкция механизма регулировки давления 3, которая обеспечивает высокую надежность и точность установки толщины выходящего жмыха. Механизм также используется для закрепления кольцевой матрицы, предназначенной для формирования жмыха в виде гранул.

Толщина получаемой жмыховой ракушки колеблется в пределах 3–14 мм, диаметр гранул 5–8 мм. К сожалению, грануляционный узел пресса имеет ряд конструктивных недоработок, что ограничивает возможность использования пресса для работы в этом режиме.

Кран-укосина предназначен для механизации работ по сборке и разборке маслопресса, питателя и привода.

Отжатое масло через зерные щели в зерном цилиндре поступает в поддон, откуда с помощью шнека 4 выводится из пресса.

Показатели работы прессового агрегата РЗ-МОА приведены ниже:

Производительность по семенам подсолнечника, т/сут:

при выработке прессовой ракушки 300

при выработке гранул 200

Массовая доля масла в жмыхе, % 20–22

Зазоры между зерными пластинами (по ступеням), мм:

I	II	III	IV	V	VI
2,00	1,25	0,75	0,50	0,35	0,25

Пресс-грануляционный агрегат Г-24 комплектуется из магнитного сепаратора 800 S, пропарочно-увлажнительного двухвинтового шнека, жаровни Ж-230/6Г и двух пресс-грануляторов Г-24.

Магнитный сепаратор состоит из двухъярусного встряхивателя и магнитного барабана с постоянным магнитом. На ситах встряхивателя осуществляется очистка от посторонних примесей: сходом идут примеси, а проходом мятка. На магнитном барабане удаляются ферромагнитные примеси.

Жаровня Ж-230/6Г (рис. 4.9) укомплектована шестью чанами 1 и пропарочно-увлажнительным шнеком 2, где происходит увлажнение материала водой или острым паром.

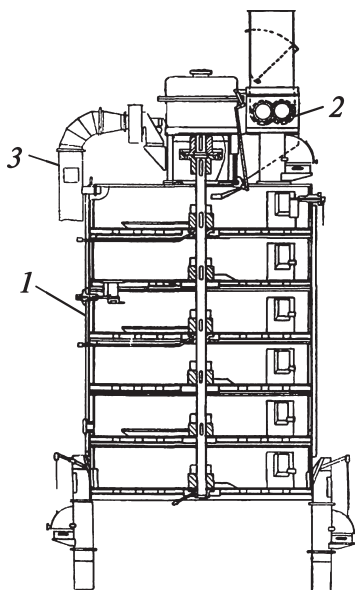


Рис. 4.9. Жаровня Ж-230/6Г:

1 — чаны жаровни; 2 — пропарочно-увлажнительный шнек; 3 — аспирационная труба

Диаметр чанов жаровни 2200 мм, высота 490 мм. Глухой пар подается в днища и обечайки. Поверхность нагрева жаровни 38,9 м². Предусмотрена возможность подачи острого пара во все чаны жаровни. Жаровня оснащена принудительной системой аспирации 3.

Пресс-гранулятор Г-24 (рис. 4.10) создан на основе пресса ФП. Шнековый вал 1 пресса ступенчатый с увеличивающимся диаметром ступицы по ходу прессующего тракта. Он имеет десять витков. Последний виток 2 — трехзаходный разгрузочный, подающий мезгу на матрицу 3. Частота вращения шнекового вала 18; 24; 48 об/мин.

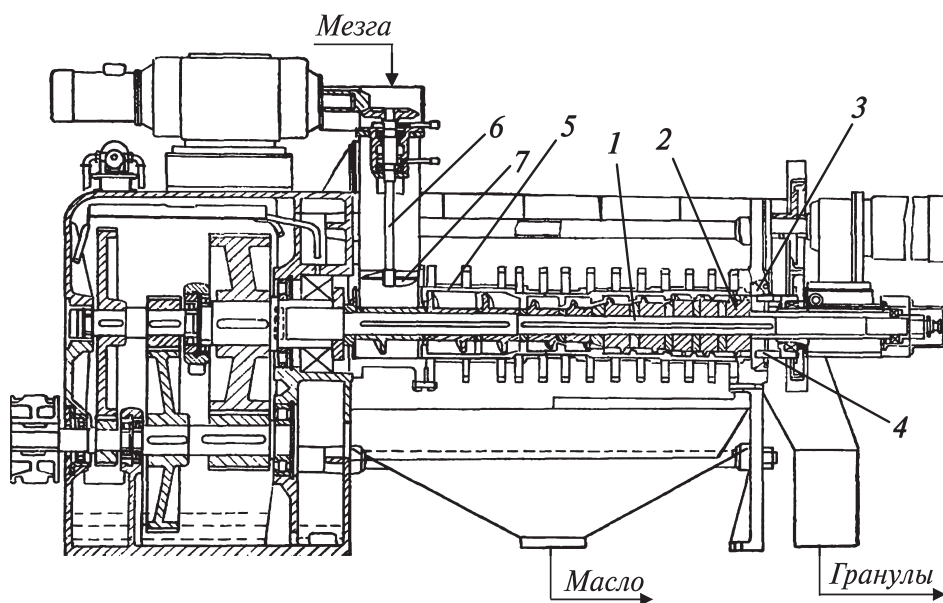


Рис. 4.10. Пресс Г-24:

1 — шнековый вал; 2 — трехзаходный разгрузочный виток; 3 — матрица; 4 — нож для резки гранул; 5 — зерный цилиндр; 6 — вал питателя; 7 — подпрессовывающий виток

Пресс-гранулятор вместо конусного устройства, регулирующего толщину жмыха, снабжен специальным узлом для формирования жмыха в виде гранул. Для этой цели служат съемные матрицы-фильтры 3 с отверстиями различного диаметра (6,5–7,0 мм) и ножом 4 для резки гранул. Конструкция шнекового вала и узла гранулирования жмыха обеспечивают создание повышенного давления в пресс-грануляторе, что положительно влияет на степень отжима масла.

Зерный цилиндр 5 состоит из четырех ступеней, характеризующихся разным диаметром. Разъем зеера осуществляется в горизонтальной плоскости.

Питатель пресса выполнен в виде вертикального вала 6 с подпрессовывающим витком 7. Частота вращения вала меняется с помощью вариатора.

Показатели работы пресс-грануляционного агрегата Г-24 приведены ниже:

Производительность по семенам хлопчатника, т/сут:	100			
Зазоры между зерными пластинами (по ступеням), мм:	I	II	III	IV
при переработке семян хлопчатника	1,25	0,75	0,45	0,35
при переработке семян подсолнечника	1,80	0,45	0,25	0,15

Прессовый агрегат ЕТП-20 может работать как в режиме предварительного, так и окончательного прессования. Он состоит из пропарочно-увлажнительного шнека, жаровни Ж-230/6 и одного пресса.

В пропарочно-увлажнительном шнеке осуществляется увлажнение материала водой через форсунки либо острым паром.

Жаровня Ж-230/6 состоит из шести чанов диаметром 2200 мм и высотой 490 мм. По конструкции она аналогична жаровне Ж-230/6Г пресс-грануляционного агрегата Г-24 (рис. 4.9).

Пресс ЕТП-20 (рис. 4.11) оснащен вертикальным шнековым питателем 1, имеющим устройство для регулирования скорости вращения вала (вариатор).

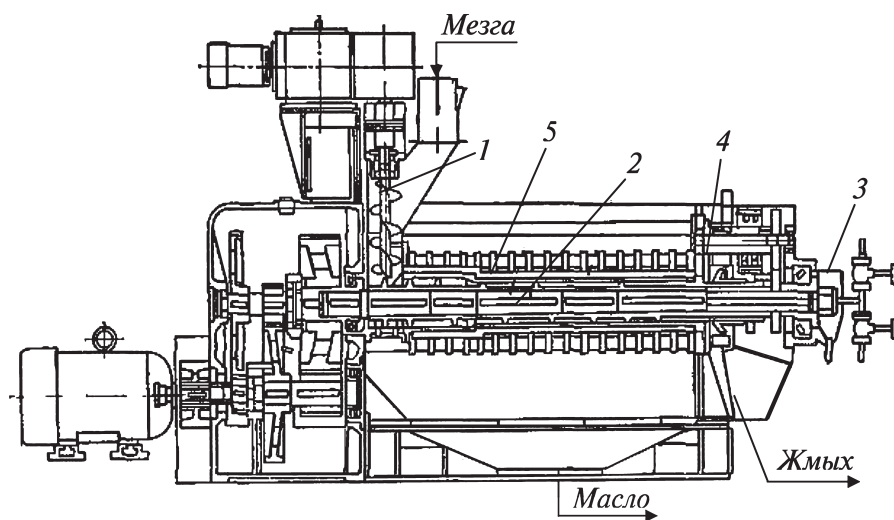


Рис. 4.11. Пресс ЕТП-20:

1 — шнековый питатель; 2 — шнековый вал; 3 — система для подогрева и охлаждения вала; 4 — конусное устройство; 5 — зерный цилиндр

На шнековом валу 2 для предварительного прессования набирается семь витков, а для однократного прессования — восемь с уменьшающимся шагом и увеличивающимся диаметром ступицы.

Пресс оборудован системой 3 для подогрева и охлаждения вала. При пуске пресса вал пресса подогревается паром, а при постоянной работе может охлаждаться водой. Пар и вода подаются в центральный канал, проходящий через весь вал по его осевой линии. Толщина жмыха изменяется с помощью конусного устройства 4. Ширина выходной щели варьируется в пределах 0–16 мм.

Зерный цилиндр 5, разъемный по горизонтали, по длине образует пять ступеней. Первая ступень имеет больший внутренний диаметр (250 мм), вторая — пятая одинаковый, несколько меньший (200 мм).

Показатели работы прессового агрегата ЕТП-20 приведены ниже:

Производительность, т/сут по семенам подсолнечника:

в режиме предварительного прессования (при масличности жмыха не выше 18 %)	60–80
в режиме окончательного прессования (при масличности жмыха 6–8 %)	30–40

Маслоотжимный агрегат ОАО «Машиностроитель» состоит из жаровни и одного пресса. Он может использоваться для предварительного отжима масла, для окончательного в схеме двукратного прессования, а также для отжима масла в схеме однократного прессования.

Жаровня АЖ-ИМ (рис. 4.12) состоит из четырех чанов 1 диаметром 1200 мм и высотой 500 мм.

Днища и боковые стенки чанов оснащены паровыми рубашками. Верхний чан, кроме того, снабжен дополнительной поверхностью теплообмена в виде кольца 2 с паровой рубашкой. Высота слоя материала в чанах поддерживается на уровне 250–300 мм, последовательно уменьшаясь от верхнего чана к нижнему. Предусмотрена возможность подачи острого пара в верхний и нижний чаны жаровни. Отвод паров из чанов осуществляется с помощью естественной системы аспирации через вытяжную трубу 3.

Для перепуска мезги из чана в чан используются клапаны Линка.

Через все чаны жаровни проходит вал 7, на котором в каждом чане укреплены два ножа 8, служащие для перемешивания материала и его перемещения из чана в чан.

Для выпуска мезги из жаровни на боковой стенке нижнего чана предусмотрено прямоугольное отверстие 4, перекрываемое регулирующей задвижкой. В месте выхода мезги к жаровне крепится питатель 5, направляющий мезгу в загрузочный патрубок шнекового пресса. С целью полной загрузки пресса мезгой питатель снабжен подпрес-

совывающими витками 6, приводимыми во вращение электродвигателем через редуктор.

Каждый чан снабжен боковым монтажным люком. На крышках люков имеются смотровые окна для контроля уровня материала в чане.

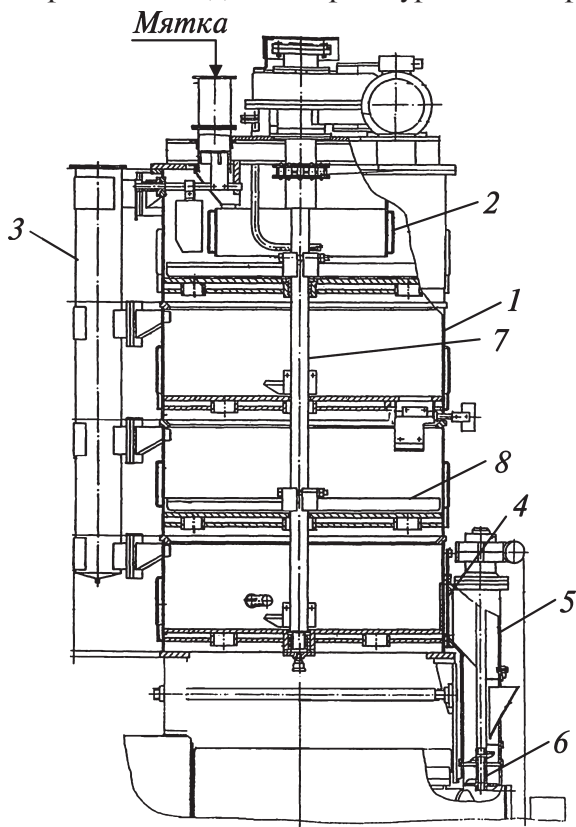


Рис. 4.12. Жаровня АЖ-ИМ:

1 — чаны жаровни; 2 — паровое кольцо; 3 — аспирационная труба; 4 — отверстие с задвижкой для выхода мезги; 5 — питатель; 6 — подпрессовывающий виток; 7 — вал; 8 — ножи-мешалки

Пресс ПМ выпускается в двух модификациях:

- марки ПМФ — для предварительного отжима масла в схемах предварительное прессование — экстракция и двукратного прессования;
- марки ПМЭ — для отжима масла в режиме однократного прессования или для окончательного отжима масла в схеме двукратного прессования.

Модификации отличаются друг от друга частотой вращения шнекового вала и набором последних звеньев шнекового вала.

Шнековый вал 1 пресса (рис. 4.13) состоит из восьми шнековых витков и промежуточных колец, набранных на валу и стянутых гайкой.

Зеерный цилиндр 2 имеет четыре ступени, внутренний диаметр которых равен, соответственно, 180, 158, 174 и 190 мм. Длина зеера 1053,5 мм. В разъеме зеерного цилиндра монтируются ножи, выступающие внутрь зеера в пространстве между витками, предназначенные для торможения вращательного движения прессуемого материала. Разъем зеера осуществляется в вертикальной плоскости.

Фонарь 3 представляет собой литую корпусную деталь, связывающую зеерный цилиндр с редуктором. Внутри фонаря размещен конусный механизм 4 регулирования толщины жмыховой ракушки. Через фонарь осуществляется выпуск жмыха из пресса.

Лоток для масла 6 снабжен горизонтальной перфорированной перегородкой 5 для частичного отделения зеерной осыпи. Конструкция перегородки позволяет периодически удалять с нее осыпь скребком.

Прессовое масло, прошедшее через перегородку, сливается из лотка через патрубков в его днище.

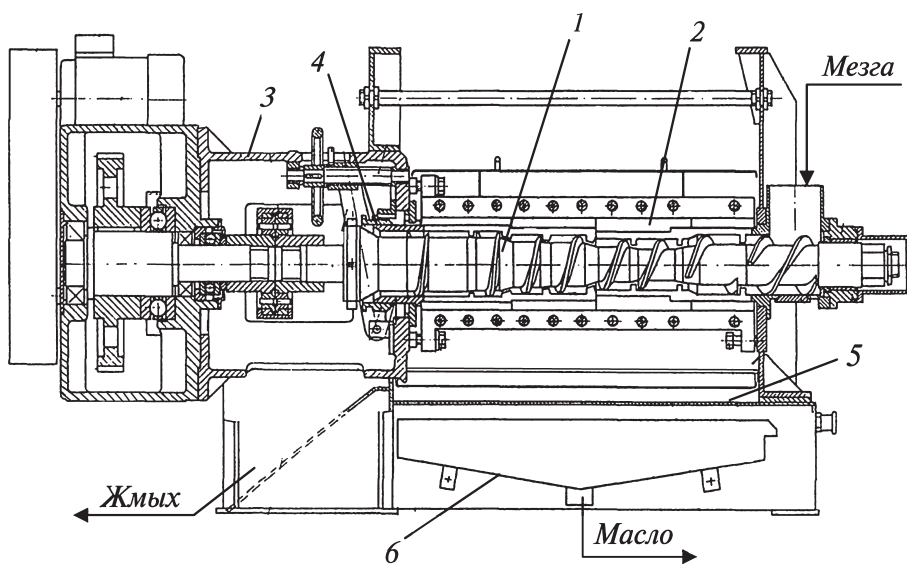


Рис. 4.13. Пресс ПМ:

1 — шнековый вал; 2 — зеерный цилиндр; 3 — фонарь; 4 — конусный регулятор толщины жмыховой ракушки; 5 — перфорированная перегородка; 6 — лоток для масла

Показатели работы маслоотжимного агрегата в разных режимах приведены ниже:

	ПМФ	ПМЭ
Производительность по семенам подсолнечника, т/сут	25–29	18–20
Масличность жмыха, %	18–20	9–10
Частота вращения шнекового вала пресса, об/мин	20	6
Зазоры между зерными пластинами по ступеням, мм:		
I	1,5	0,75
II	1,0	0,35
III	0,75	0,25
IV	0,45	0,20

Прессовый агрегат ЕПм (рис. 4.14) применяется в основном для окончательного отжима масла из прессового жмыха. Кроме того, он может использоваться в схеме однократного прессования.

Агрегат комплектуется из жаровни и одного пресса.

Жаровня состоит из трех чанов 7, имеющих внутренний диаметр 1200 мм и высоту 550 мм. Материал в чанах обогревается через паровые рубашки в их днищах. В верхнем чане имеется полое стальное кольцо с паровой рубашкой 3, выполняющей функции дополнительной поверхности нагрева. Общая площадь поверхности нагрева 4,4 м².

Через все чаны проходит вертикальный вал 4, делающий 26 об/мин, на котором в каждом чане крепятся двухлопастные мешалки 5. Уровень материала в чанах регулируется клапанами с поплавками 6. Готовая мезга подается в пресс с помощью питателя 8.

Пресс ЕПм имеет все основные конструктивные узлы. Питатель 8 пресса выполнен в виде лопастного подпрессовывателя, укрепленного на нижнем конце вертикального вала. Шнековый вал 9 укомплектован семью шнековыми витками, промежуточными кольцами и конусным механизмом 10 для регулирования толщины ракушки. Вал выполнен пустотелым, внутри него имеется канал для пара и воды.

Зерный цилиндр 11 состоит из двух одинаковых половин с разъемом в горизонтальной плоскости. Зер имеет по длине четыре ступени. По плоскостям разъема полуцилиндров укладываются фигурные ножи. Маслосборное устройство 12 состоит из наклонного листа и сборной коробки с сеткой. Сборная коробка имеет патрубок для отвода масла.

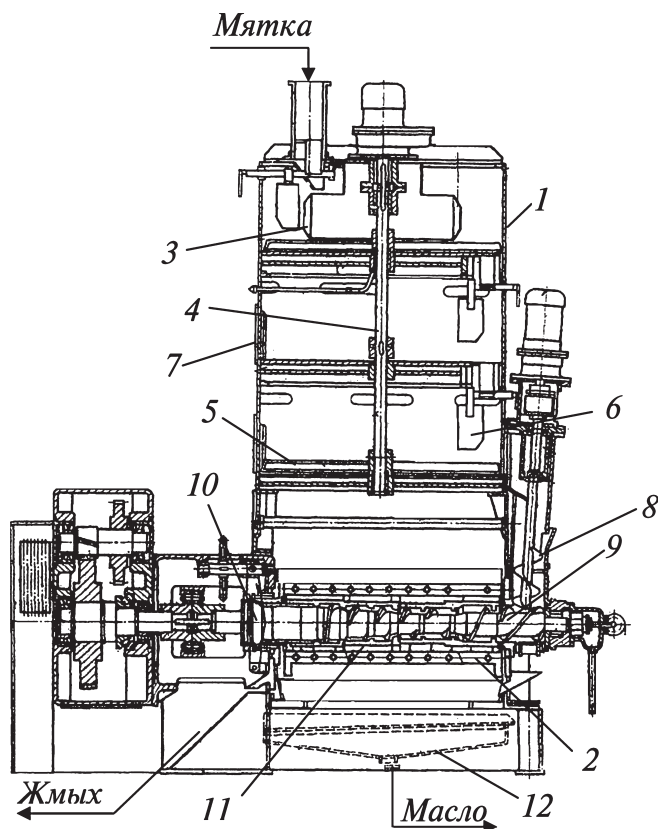


Рис. 4.14. Прессовый агрегат ЕПм:

1 — жаровня; 2 — пресс; 3 — полое кольцо; 4 — вал жаровни; 5 — мешалки;
6 — клапаны с поплавками; 7 — чаны жаровни; 8 — питатель пресса; 9 — шнековый вал; 10 — конусный механизм для регулирования толщины ракушки; 11 — зерный цилиндр; 12 — маслосборное устройство

Показатели работы прессового агрегата ЕПм приведены ниже:

Производительность при переработке семян подсолнечника, т/сут	18		
Частота вращения шнекового вала пресса, об/мин	5,0–5,5		
Масличность жмыховой ракушки, %	6,0		
Толщина жмыховой ракушки, мм	5,0–7,0		
Зазоры между зерными пластинами по секциям, мм:			
I	II	III	IV
0,8–1,0	0,5–0,7	0,25	0,15

Маслоотжимный агрегат Т7-МОА (рис. 4.15) состоит из шнекового инактиватора 1, жаровни 2 и пресса однократного действия 3.

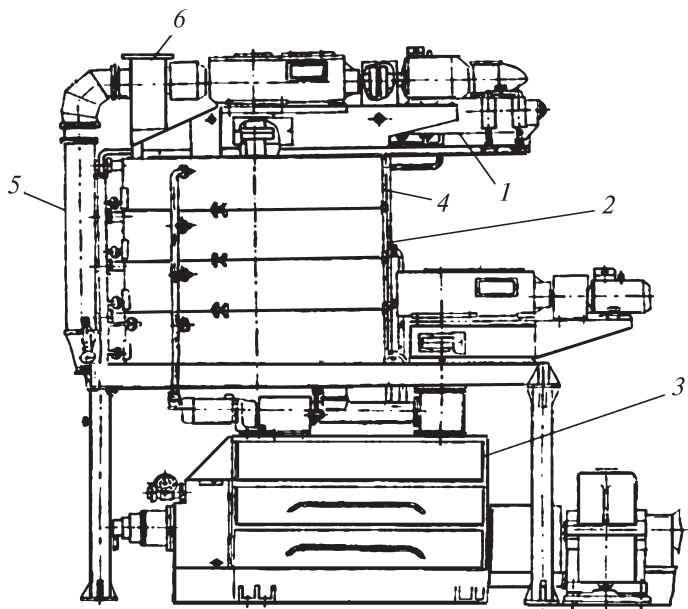


Рис. 4.15. Маслоотжимный агрегат Т7-МОА:

1 — шнековый инактиватор; 2 — жаровня; 3 — пресс; 4 — чаны жаровни; 5 — аспирационная труба; 6 — вентилятор

В шнековом инактиваторе осуществляется инаktivация ферментной системы мятки.

Жаровня укомплектована четырьмя чанами 4 диаметром 2100 мм и высотой 440 мм, имеющими обогреваемые паром обечайки и днища.

Высота слоя материала в чане 200–300 мм. Частота вращения вала жаровни 8 об/мин.

В жаровне используется принудительная система аспирации. Отвод паров из чанов жаровни осуществляется через аспирационную трубу 5 с помощью вентилятора 6.

Пресс агрегата Т7-МОА (рис. 4.16) является прессом двойного действия, обеспечивающим отжим масла за один проход материала. Он имеет два шнековых вала: вертикальный 7 (предварительного прессования) и горизонтальный 8 (окончательного). Оба вала имеют увеличивающийся по ходу движения материала диаметр ступицы шнековых витков. Горизонтальный вал имеет 8 витков, вертикальный — 4 витка.

Горизонтальный вал имеет устройство для охлаждения водой. Скорость его вращения составляет 15 об/мин.

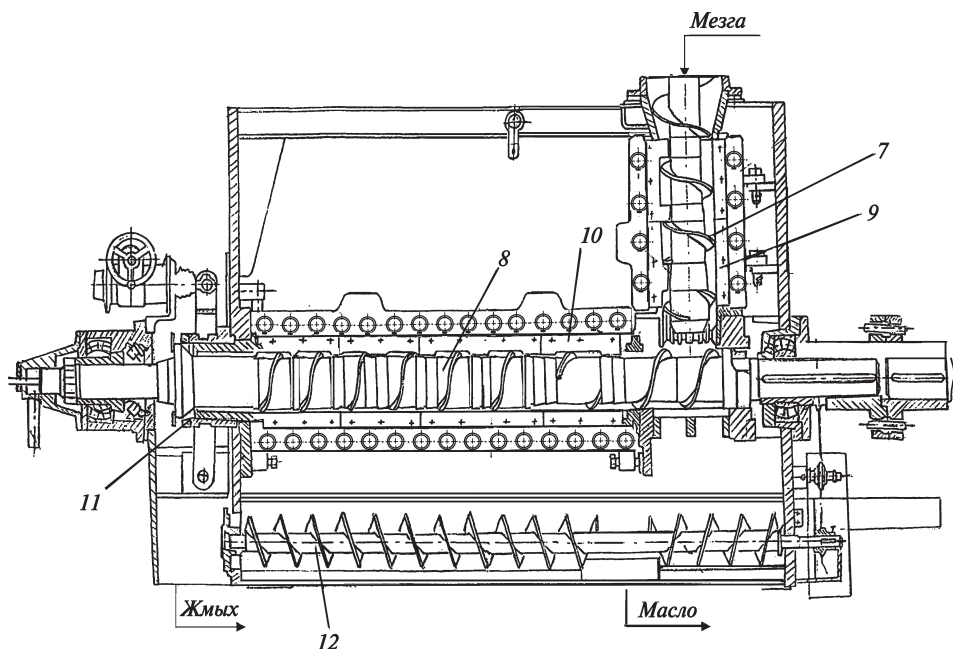


Рис. 4.16. Пресс агрегата Т7-МОА:

7 — вертикальный шнековый вал; 8 — горизонтальный шнековый вал; 9, 10 — зерновые цилиндры, соответственно, вертикальный и горизонтальный; 11 — конусный регулятор толщины жмыховой ракушки; 12 — маслоотгонный шнек

Пресс укомплектован двумя зерновыми цилиндрами: вертикальным 9 и горизонтальным 10. Вертикальный зерновой цилиндр состоит из двух ступеней одинакового диаметра с диаметром отверстий 1,5 и 1,0 мм, горизонтальный — из пяти ступеней также одинакового диаметра с диаметром отверстий 0,40; 0,25; 0,25; 0,25, 0,25 мм.

На выходе из пресса установлен конусный регулятор 11 толщины жмыховой ракушки.

Для отвода отжатого в прессе масла служит маслоотгонный шнек 12.

Показатели работы прессового агрегата Т7-МОА приведены ниже:

Производительность по семенам подсолнечника, т/сут	25
Масличность жмыха, %	7–10

Фирмой «Де Смет Роздаунс» выпускаются различные виды чанных жаровен и прессов.

Жаровни фирмы «Де Смет Роздаунс» (рис. 4.17) просты по конструкции и легки в эксплуатации и обслуживании. Они комплектуются из 3–11 чанов. Благодаря двойным днищам каждый чан обогревается паром, а в верхний и нижний чаны предусмотрена подача острого пара. Острый пар в материал подается через полый вал и ножи.

Перемещение материала из чана в чан автоматически осуществляется через клапаны спиральной конструкции. Вал клапана приводится в движение по сигналу датчика уровня, расположенного в этом же чане.

Высота слоя материала в каждом чане регулируется оператором.



Рис. 4.17. Жаровня Роздаунс

Материал в каждом чане перемешивается двухлопастными мешалками, которые закреплены на общем валу, проходящем через все чаны. Вал приводится во вращение от электродвигателя через редуктор. Для удаления паров из чанов жаровни используется принудительная аспирация.

Фирмой «Де Смет Роздаунс» выпускают шнековые прессы Стерлинг, производительностью 100, 200, 400, 500, 600 и 800 т/сут семян подсолнечника.

Пресс Стерлинг (рис. 4.18) может работать как в режиме предварительного прессования, так и однократного прессования. В режиме предварительного прессования на предприятиях России эксплуатируются прессы производительностью 500, 600 и 800 т/сут семян подсолнечника.

Шнековый вал *1* прессы характеризуется увеличивающимся диаметром ступицы и уменьшающимся шагом витка по ходу движения материала. Витки вала изготавливаются из специальной высокопрочной стали «Gold Star». Вал оборудован элементами сопротивления, обеспечивающими дополнительное разрушение клеточной структуры и реновацию поверхности материала в процессе отжима масла.

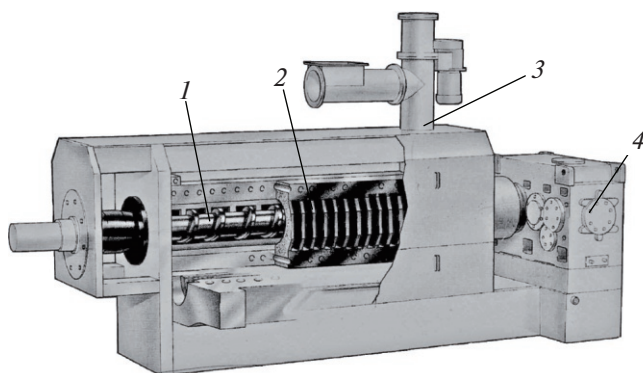


Рис. 4.18. Пресс Стерлинг:

1 — шнековый вал; 2 — зеерный цилиндр; 3 — питатель пресса; 4 — привод

Зеерный цилиндр 2 (**рис. 4.18, 4.19**) состоит из нескольких ступеней одинакового диаметра. Длина каждой ступени зависит от его производительности. Для пресса производительностью 600 т/сут семян подсолнечника она составляет 300 мм. Зеер комплектуется из двух половин, скрепленных болтами. Его разъем осуществляется в вертикальной плоскости. Обе половины зеерного цилиндра могут одновременно переводиться в горизонтальное положение, что удобно для их ремонта и обслуживания (**рис. 4.19**).

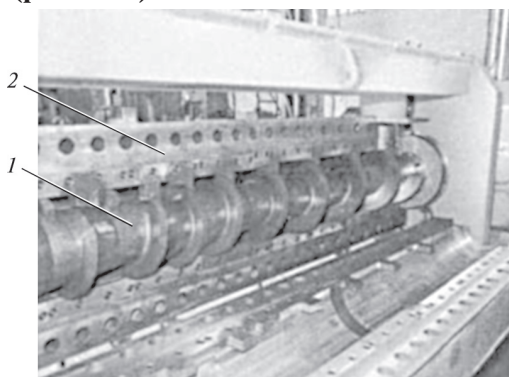


Рис. 4.19. Зеерный цилиндр пресса Стерлинг:

1 — шнековый вал; 2 — зеерный цилиндр

Зеерные пластины легко монтируются и демонтируются. Каждая пластина регулируется индивидуально без нарушения положения других пластин. Зазор между пластинами по ступеням колеблется от 0,4 до 1,5 мм.

Питатель пресса 3 (**рис. 4.18**) выполнен в виде двух шнековых валов: горизонтального с регулируемой скоростью вращения, что обеспечивает стабильную подачу материала в пресс, и вертикального.

Пресс оборудован либо конусным регулятором толщины жмыховой ракушки, либо разгрузочной втулкой.

Привод 4 пресса состоит из двигателя и редуктора. Кроме того, в его комплект входит встроенный низкоскоростной привод, работающий от автономного источника питания, который используется в случае прекращения подачи электроэнергии для освобождения пресса от оставшегося в нем материала.

Пресс снабжен контролером, обеспечивающим автоматическое поддержание заданного давления прессования.

Показатели работы прессов Стерлинг приведены ниже:

Производительность по семенам подсолнечника, т/сут	600	800
Масличность жмыха, %:		
в режиме предварительного прессования	20–22	20–22
в режиме однократного прессования	8–10	8–10
Число ступеней зерного цилиндра	8	10
Внутренний диаметр зерного цилиндра, мм	350	400
Габаритные размеры, мм:		
длина	5000	5500
ширина	1000	1200
высота	2275	2400

Прессовые агрегаты фирмы «Харбург Фройденбергер», как правило, комплектуются из барабанной жаровни и одного пресса. Они используются как для предварительного, так и для окончательного отжима масла из масличного материала.

Прессы фирмы «Харбург Фройденбергер» содержат все конструктивные узлы, характерные для прессов других фирм.

Используемые в них шнековые валы 1 (**рис. 4.20**) имеют ступенчатое строение с увеличивающимся диаметром ступицы по ходу движения материала.

С целью защиты от абразивного истирания и коррозии части шнека и кожух покрывают двойным бронированным слоем толщиной 3–4 мм, который состоит из железного сплава, характеризующегося большой твердостью без содержания в нем твердых металлов: никеля и кобальта. В прессах окончательного отжима масла во избежание перегрева материала предусмотрена возможность охлаждения шнекового вала водой.

Зерный цилиндр 2 состоит из двух вертикальных половин, которые крепятся на корпусе пресса. Он набирается из нескольких секций, отличающихся размером внутреннего диаметра. Конструкция шнекового вала и зеера обеспечивает снижение свободного объема для пе-

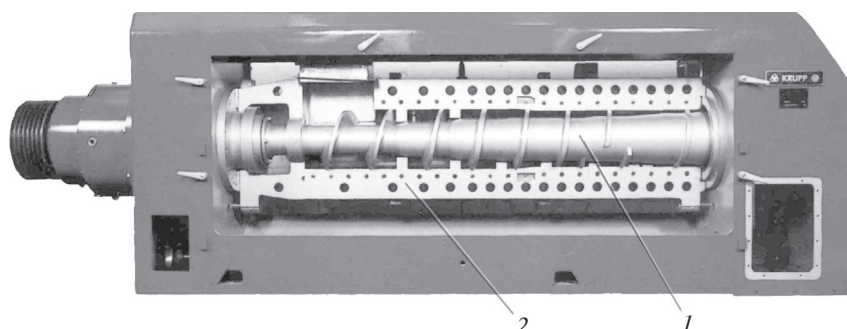


Рис. 4.20. Пресс «Харбург Фройденбергер»:

1 — шнековый вал; 2 — зеерный цилиндр

ремещающегося материала по ходу прессующего тракта, что является одним из факторов, создающих повышенное давление в прессе, а следовательно, более глубокий отжим масла. Разъем зеерного цилиндра осуществляется в вертикальной плоскости.

Мезга из жаровни шнеком-дозатором 1 (рис. 4.21) через загрузочный лоток 2 подается в пресс, где подхватывается шнековым валом 3. Привод вала осуществляется от электродвигателя 4 через редуктор 5. Под действием давления, создаваемого в прессе, происходит отжим масла, которое через зеерные щели поступает в поддон и оттуда маслосборным шнеком 6 выводится из пресса. Жмых на выходе из пресса измельчается с помощью жмыходробилки 7. Предварительное измельчение жмыха облегчает процесс его дальнейшего охлаждения и транспортирования.

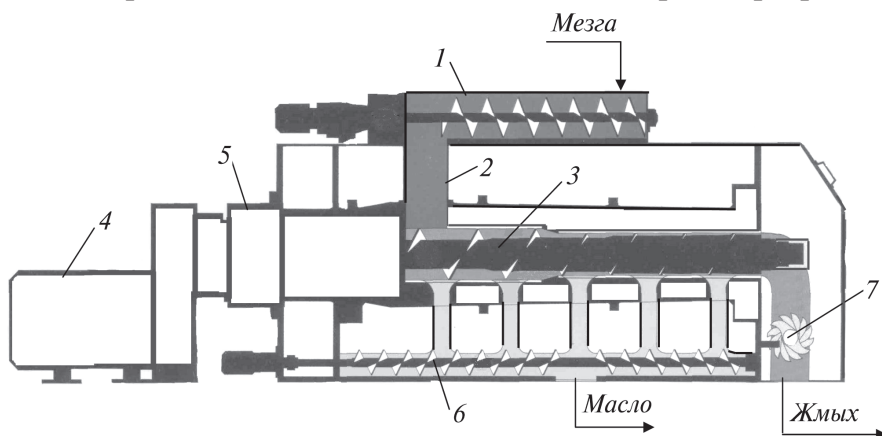


Рис. 4.21. Схема работы пресса «Харбург Фройденбергер»:

1 — шнек-дозатор; 2 — загрузочный лоток; 3 — шнековый вал; 4 — электродвигатель;
5 — редуктор; 6 — маслосборный шнек; 7 — жмыходробилка

Показатели работы прессов «Харбург Фройденбергер» серии ЕП приведены в **таблице 4.2**.

Таблица 4.2

Показатели работы прессов «Харбург Фройденбергер» серии ЕП

Показатели работы	Прессы предварительного прессования			Прессы окончательного прессования		
	ЕР-07	ЕР-09	ЕР-20	ЕР-08	ЕР-16	ЕР-22
Производительность в зависимости от вида семян, т/сут	130—175	200—275	450—650	25—35	60—75	110—120
Масличность жмыха, %	17—21	17—21	17—21	5—8	5—8	5—8
Мощность привода, кВт	110—160	160—250	400—600	75—110	160—250	250—400
Габаритные размеры, мм:						
длина (без привода)	4550	4550	5900	4550	5900	5900
ширина	1360	1360	1460	1360	1460	1460
высота (без учета питателя шнека)	1500	1500	1650	1500	1650	1650

Фирмой «Аллокко» выпускаются различные виды чанных жаровень и прессов, из которых комплектуются прессовые агрегаты. Как правило, прессовые агрегаты этой фирмы состоят из одной жаровни и одного пресса.

Жаровни имеют диаметр от 2200 до 4500 мм и укомплектованы различным количеством чанов: от 6 до 11.

Прессы фирмы «Аллокко» могут работать как в режиме предварительного, так и однократного окончательного прессования.

На рис. 4.22 и 4.23 приведены жаровня АС МАХ и пресс АС МАХ, входящие в состав прессового агрегата.

Жаровня АС МАХ (рис. 4.22) состоит из восьми чанов *1*. Каждый чан имеет диаметр 4500 мм и высоту 850 мм. Глухой пар подается только в днища. Через все чаны проходит вал *2* с мешалками, который приводится во вращение от электродвигателя *3* через редуктор *4*. Увлажнение материала водой в верхнем чане осуществляется через трубку с отверстиями. Для перепуска его из чана в чан используются специ-

альные клапаны. Закрытие или открытие клапанов осуществляется либо за счет изменения высоты слоя материала в нижнем чане, либо принудительно — с помощью пневмопривода, автоматически приводящего в движение вал клапана в зависимости от сигнала датчика уровня материала, расположенного в этом же чане. Жаровня оборудована принудительной системой аспирации 5.

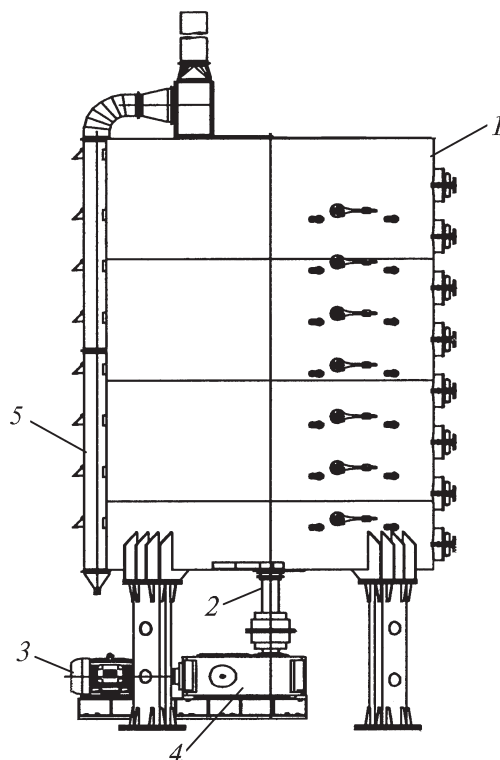


Рис. 4.22. Жаровня АС МАХ:

1 — чаны жаровни; 2 — вал; 3 — электродвигатель; 4 — редуктор;
5 — аспирационная труба

Пресс АС МАХ (рис. 4.23) содержит все основные конструктивные узлы, типичные для шнековых прессов.

Шнековый вал пресса набирается из шнековых звеньев и промежуточных цилиндрических и конических колец. Диаметр ступицы вала по ходу движения материала возрастает, а шаг витка уменьшается. Начиная с третьего витка вала характеризуются повышенной прочностью. Скорость вращения шнекового вала 55–80 об/мин.

Зеерный цилиндр состоит из восьми ступеней. Все ступени имеют одинаковый диаметр, но характеризуются разной величиной зеерных

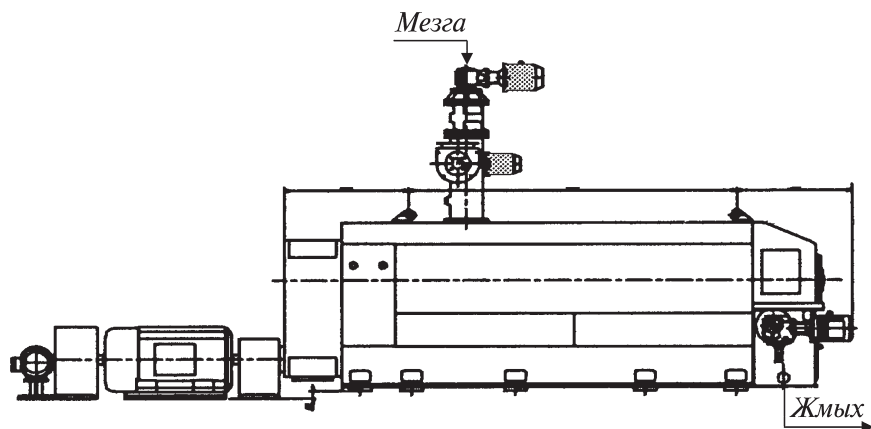


Рис. 4.23. Пресс АС МАХ

щелей. Для предотвращения проворачивания материала используются ножи.

Пресс оборудован конусным регулятором толщины жмыховой ракушки. Показатели работы прессового агрегата АС МАХ приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	600–650
Масличность жмыха, %	20–22

На предприятиях России эксплуатируются различные **прессовые агрегаты фирмы «Андерсон»** (США), работающие в разных режимах: предварительного прессования, однократного окончательного и окончательного в схемах двукратного прессования.

На **рисунке 4.24** приведен **прессовый агрегат фирмы «Андерсон»**, работающий в режиме однократного окончательного прессования. Эти агрегаты применяются в основном для переработки необрушенных масличных семян, в том числе и семян подсолнечника.

Особенностью агрегатов фирмы «Андерсон» является использование для влаготепловой обработки шнековых жаровен. Они состоят из жаровни 1 и прессы двойного действия 2 (**рис. 4.24, а**).

Шнековая жаровня представляет собой цилиндрический барабан с паровой рубашкой, внутри которого помещен шнековый вал. В жаровню материал подается с помощью питателя 3, где он увлажняется до влажности 8,0–8,5 %. В жаровне материал прогревается глухим паром, подаваемым в рубашку, до температуры 120–125 °С и подсушивается до влажности 4,5–5,0 %. Применение таких высоких температур обеспечивает при прохождении мезги через пресс получение жмыха с низкой масличностью порядка 7,0–7,5 %.

Пресс фирмы «Андерсон» (**рис. 4.24, б**) состоит из двух зерных цилиндров: вертикального 4 и горизонтального 5 и двух шнековых валов:

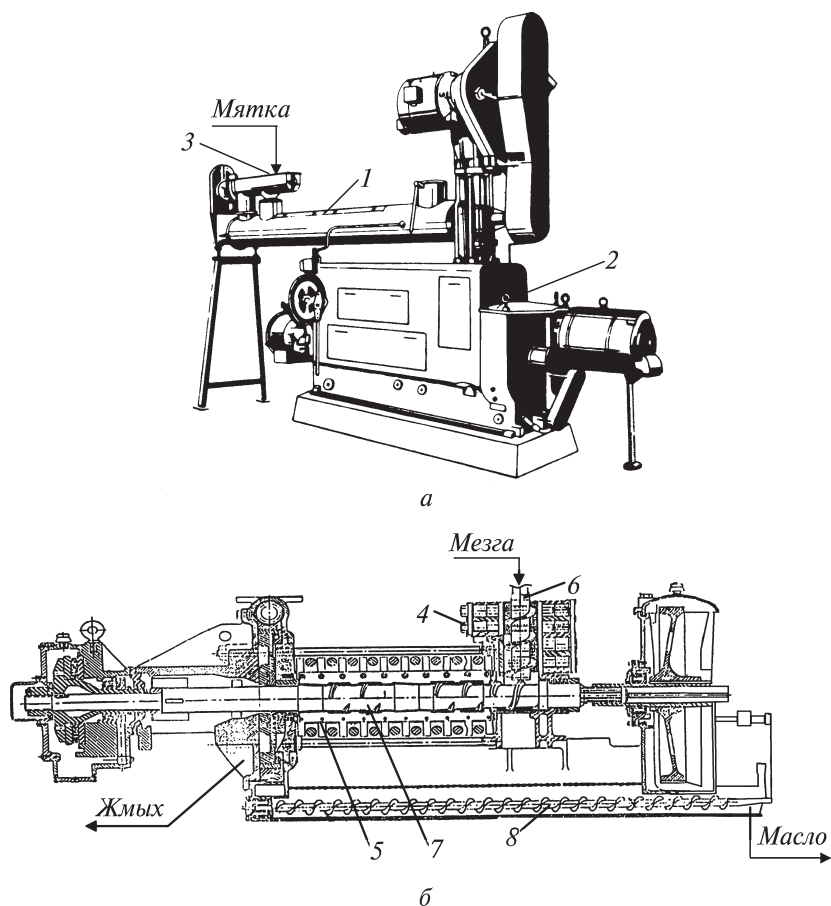


Рис. 4.24. Прессовый агрегат фирмы «Андерсон»:

a — внешний вид прессового агрегата; *б* — пресс;
 1 — шнековая жаровня; 2 — пресс; 3 — питатель; 4, 5 — зерновые цилиндры, соответственно, вертикальный и горизонтальный; 6, 7 — шнековые валы, соответственно, вертикальный и горизонтальный; 8 — маслоотгонный шнек

вертикального 6 и горизонтального 7. Диаметр ступеней как вертикального, так и горизонтального зерновых цилиндров по всей их длине одинаков.

Шнековые валы характеризуются уменьшающимся шагом витков по ходу движения материала, а горизонтальный вал, кроме того, увеличивающимся диаметром ступицы. Отличительной особенностью пресса является то, что горизонтальный шнековый вал — цельнолитой (а не сборный, как у других прессов). В случае износа или поломки шнековых витков осуществляется замена всего шнекового вала.

Мезга, поступающая из шнековой жаровни, вначале проходит вертикальный зерный цилиндр, затем горизонтальный. Под действием давления в обоих зерных цилиндрах происходит отжим масла, которое через зерные щели горизонтального зерного цилиндра поступает в поддон, откуда с помощью маслоотгонного шнека 8 выводится из пресса.

Прессовый жмых с масличностью 7,0–7,5 % и температурой 120–125 °С направляется на охлаждение.

В прессе предусмотрено охлаждение зерного цилиндра частью отжатого прессового масла. В процессе этой операции дополнительно происходит очистка внешней поверхности зерных цилиндров от частиц жмыха.

Фирмой «Андерсон» выпускаются прессы с широким диапазоном производительности: от 10 до 200 т/сут в расчете на необрушенные семена подсолнечника.

4.4.3. ЭКСТРУЗИЯ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА

Экструзия является одной из разновидностей процесса прессования пищевых материалов.

С помощью экструзии возможно осуществление комплексной переработки исходного сырья, заключающейся в совместном воздействии температуры, давления и сдвиговых усилий, создаваемых рабочим органом экструдера. В течение короткого промежутка времени попадающие на шнеки экструдера компоненты сырья спрессовываются при высоком давлении, нагреваются до заданной температуры, продавливаются через фильеру, в результате чего влага, находящаяся в экструдиремом материале, переходит в парообразное состояние с выделением значительного количества энергии, что приводит к взрыву и вспучиванию продукта. За счет небольшой продолжительности обработки сырья в экструдере потери термолабильных веществ незначительны.

Большими преимуществами экструзии являются: непрерывность технологического процесса, низкий удельный расход энергии, небольшие капитальные затраты, малые производственные мощности, компактность, высокая степень механизации и автоматизации.

Процесс экструзии осуществляется в аппаратах — экструдерах. Наиболее широкое применение в пищевой промышленности получили шнековые экструдеры. Они подразделяются на одношнековые и двухшнековые.

Одношнековые экструдеры просты в изготовлении, относительно дешевы, допускают восстановление изношенного рабочего органа. Их недостатком является отсутствие принудительного транспортирования материала и самоочистки. В таких экструдерах чаще возникают подъемы давления из-за избыточного накопления материала перед матрицей.

Двухшнековые экструдеры несмотря на сложность конструкции, вследствие чего их себестоимость выше на 80–240 % по сравнению с одношнековыми равной производительности, и значительный износ шнеков, обеспечивают более высокое качество продукции.

Экструдеры используются для извлечения масла из различного масличного сырья: семян рапса, сои, необрушенных семян и ядровой фракции семян подсолнечника.

Их особенностью является совмещение операций измельчения, тепловой обработки и отжима масла. Они могут работать как в схемах однократного (окончательного), так и двукратного прессования. В масложировой промышленности страны эксплуатируются пресс-экструдеры различных производителей.

Двухшнековый пресс-экструдер МЭЧ-90 (рис. 4.25), разработанный сотрудниками КубГТУ, состоит из загрузочной 1, нагревательных 2, 3 и зерновых 4, 5 камер.

Количество нагревательных и зерновых камер может меняться в зависимости от используемой схемы (одно- или двукратное прессование). Зерновые камеры набираются из зерновых пластин, установленных с зазором, через которые вытекает отжимаемое масло. Нагревательные камеры 2 и 3 снабжены греющими элементами 14 (тэны) для поддержания необходимой температуры процесса.

В полости камер помещены два вала 7, на которых установлены шнековые витки в загрузочной и нагревательной камерах. Валы приводятся во вращение от электродвигателя 12 через раздвоенный редуктор 13 (рис. 4.25, а). Шнековые витки одного вала входят в межвитковое пространство другого вала, причем шаг витка по ходу движения материала уменьшается.

Для обеспечения измельчения материала на валах, расположенных в нагревательных камерах, установлены измельчающие насадки 8, 9, 10, 11.

В прессе-экструдере данной конструкции возможно получение жмыха в виде ракушки либо в виде гранул. В зависимости от этого на выходе материала из пресса устанавливается либо конусный регулятор толщины ракушки, либо матрица 6.

Исходный масличный материал поступает в загрузочную камуру и заполняет свободный объем между внутренней стенкой камеры и шнековыми витками. Он подхватывается вращающимися витками и перемещается в нагревательную камеру 2. Здесь он подвергается измельчению насадками и нагревается от стенок камеры. Затем он попадает в зерновую камеру 4, где происходит его сжатие. Масло вытекает через зазоры, а жмых транспортируется на следующую ступень отжима: в нагревательную 3 и зерновую 5 камеры. Там протекают процессы, аналогичные описанным для первой ступени. Жмых в виде ракушки или гранул выводится из пресса-экструдера.

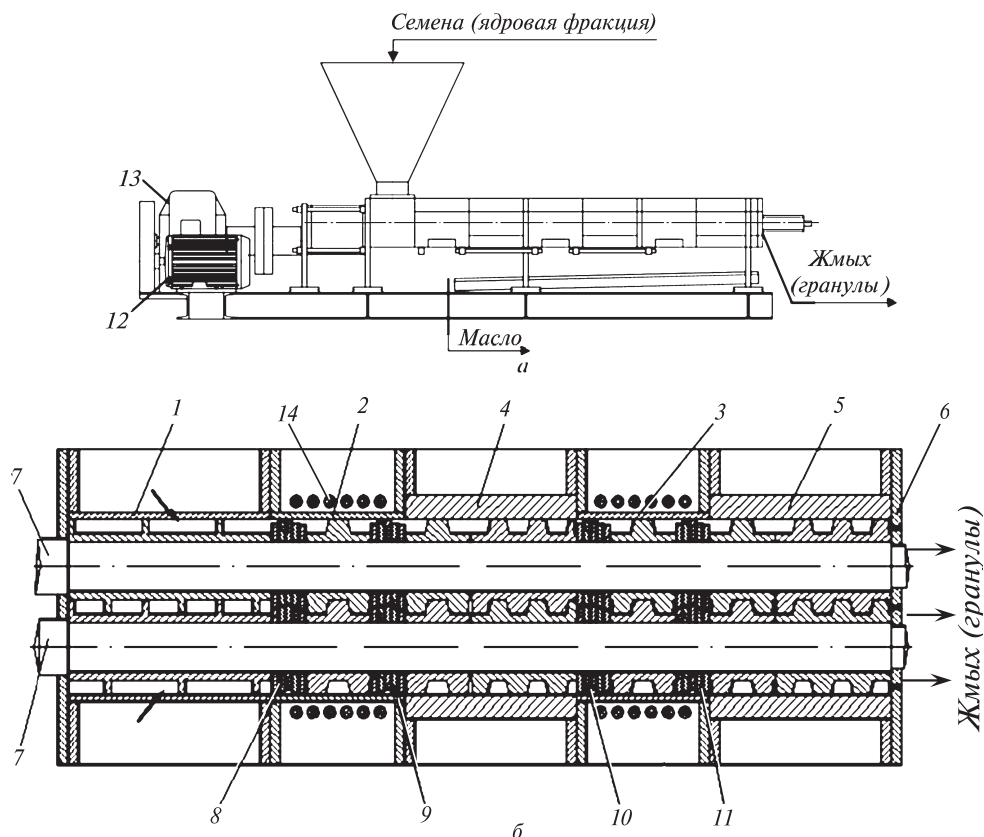


Рис. 4.25. Пресс-экструдер МЭЧ-90:

а — общий вид пресс-экструдера; *б* — схема работы пресс-экструдера;

1 — загрузочная камера; *2, 3* — нагревательные камеры; *4, 5* — зерновые камеры;
6 — матрица; *7* — валы; *8, 9, 10, 11* — измельчающие насадки; *12* — электродвигатель;
13 — редуктор; *14* — греющие элементы

Для пресса этой конструкции характерна новая геометрия шнековых витков загрузочной и зерновых камер, что обеспечивает более полную загрузку пресса-экструдера, а следовательно, повышение его производительности и более глубокую степень отжима масла.

Показатели работы пресса-экструдера МЭЧ-90 приведены ниже:

Производительность по семенам подсолнечника, кг/ч	до 300
Масличность получаемого жмыха (гранул), %	10–12

4.4.4. ЭКСПАНДИРОВАНИЕ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА

Экспандирование масличного материала предназначено в основном для подготовки материала к экстракции. Эта операция осуществляется в **экспандерах**.

В экспандерах материал подвергается воздействию влаги, острого и глухого пара, давления. При выходе из аппарата (как и в экструдерах) происходит его вспучивание (экспандирование), что и обуславливает формирование пористой структуры.

Лидером в разработке экспандеров является фирма «Андерсон» (США).

Для высокомасличных семян, таких как подсолнечник, фирмой «Андерсон» разработан экспандер, в котором совмещены процессы частичного отжима масла и формирования гранул (хлопьев).

Экспандер фирмы «Андерсон» (рис. 4.26) представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, выполненный из легированной стали.

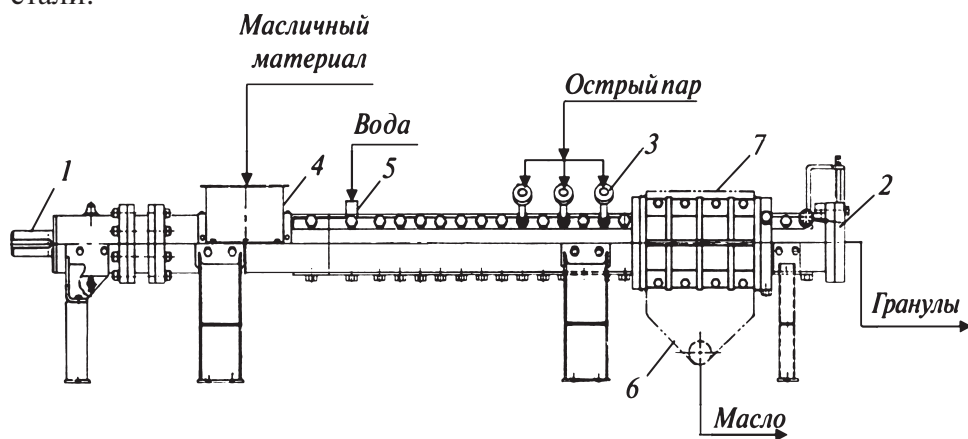


Рис. 4.26. Экспандер фирмы «Андерсон»:

1 — шнековый вал; 2 — фильерная плита; 3 — форсунки; 4 — патрубок для подачи материала; 5 — патрубок подачи воды; 6 — конус для масла; 7 — секция отжима масла

Цилиндр (кроме последней секции) имеет глухие стенки. В конце цилиндра расположена секция отжима масла 7, имеющая щели для выхода масла.

Внутри цилиндра размещается шнековый вал 1, на котором расположены термоупроченные прессующие витки. Шнек характеризуется постоянным диаметром ступицы. В промежутках шнековых витков имеются рассекатели (ножи), предназначенные для создания сдвигового воздействия на материал.

На торце экспандера в месте выхода жмыха расположена фильерная плита 2, оснащенная термоупроченными насадками. Могут использоваться насадки разной формы и разных размеров.

Подготовленная мятка с влажностью 4,5–5,0 % и температурой 90–100 °С через патрубок 4 поступает в экспандер, где подхватывается шнековым валом и перемещается вдоль аппарата. Система прессующих витков вала и ножей обеспечивает создание давления в экспандере. Материал увлажняется через патрубок 5 и дополнительно прогревается острым паром, подаваемым через форсунки 3.

Под действием давления, обусловленного конструкцией насадок, в последней секции 7 происходит частичный отжим масла. Масло проходит через щели зеера в корпусе аппарата и собирается в конусе 6, откуда уходит на очистку.

Частично обезжиренный материал с масличностью 22–28 % в концевой части аппарата подвергается дальнейшему экспандированию с образованием хлопьев. Хлопья на выходе из экспандера имеют влажность 6,8–7,0 % и температуру 105–110 °С. Ориентировочное время нахождения материала в экспандере около 60 с.

Фирмой «Андерсон» выпускаются экспандеры с широким диапазоном производительности: от 10 до 350 т/сут семян подсолнечника.

Показатели работы одного из экспандеров фирмы «Андерсон» приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	300
Диаметр экспандера, мм	255

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ II

1. Каково основное назначение процесса влаготепловой обработки мятки?
2. Какую роль играет влага и температура в процессе приготовления мезги?
3. Какие изменения в структуре мятки происходят в процессе ее влаготепловой обработки?
4. Какие биохимические и химические процессы протекают в масляной и гелевой частях мятки при влаготепловой обработке?
5. Назовите основные технологические операции приготовления мезги.
6. Как влияет процесс инактивации ферментной системы масличного материала на качество получаемых масел?
7. Назовите технологические режимы обработки мятки в инактиваторе.
8. Какие виды жаровен используются для влаготепловой обработки мятки?
9. С какими параметрами по температуре и влажности выходит мезга из жаровни на прессы предварительного прессования?
10. Назовите основные рабочие органы шнековых прессов и их назначение.
11. Какие типы шнековых валов используются в шнековых прессах?
12. Как классифицируются шнековые прессы по конструктивному признаку?
13. Назовите основные факторы, влияющие на глубину извлечения масла при прессовании.
14. Какие факторы влияют на величину давления, развиваемого в прессе?
15. Какие прессовые агрегаты применяются для неглубокого (предварительного) съема масла?
16. Какова масличность жмыха в прессах предварительного отжима масла?
17. Назовите основные показатели работы прессовых агрегатов, применяемых для окончательного отжима масла.
18. В чем особенности работы прессов двойного действия?
19. В чем сущность процесса экструзии масличного материала?
20. Какие пресс-экструдеры используются в настоящее время на предприятиях страны, показатели их работы (на примере одного пресс-экструдера)?
21. Назовите основное назначение экспандеров. Приведите примеры показателей работы экспандера фирмы «Андерсон».

РАЗДЕЛ III. ПРОИЗВОДСТВО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ СПОСОБОМ ЭКСТРАКЦИИ

ГЛАВА 5. РАСТВОРИТЕЛИ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

5.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАСТВОРИТЕЛЯМ

В технологии производства растительных масел под *экстракцией* понимается извлечение масла из маслосодержащего материала с помощью легколетучего растворителя.

На современном этапе развития производства растительных масел экстракционный способ является самым перспективным, поскольку обеспечивает наиболее глубокое извлечение масел из материала при достаточно высоком их качестве.

Экстракционный способ извлечения масел может применяться как в чистом виде, так и в комбинации с прессовым.

Извлечение масел и жиров из масличных семян и другого маслосодержащего сырья можно осуществлять почти всеми растворителями, известными в органической химии. Однако в силу того, что растительные масла обладают низкой полярностью (диэлектрическая постоянная ϵ большинства растительных масел при температуре 18–20 °C находится в пределах 3,0–3,2), наилучшими растворителями являются неполярные гидрофобные растворители с диэлектрической постоянной, приближающейся к диэлектрической постоянной масел.

К таким растворителям относятся гексан ($\epsilon = 1,89$), бензин ($\epsilon = 2,0$) и др., а также их хлорпроизводные: дихлорэтан ($\epsilon = 10,36$), четыреххлористый углерод ($\epsilon = 2,24$). Низкомолекулярные спирты: метиловый ($\epsilon = 32,6$) и этиловый ($\epsilon = 24,3$) — при комнатной температуре смешиваются с маслами частично и лишь при нагревании смешиваются с ними в любых соотношениях.

Хорошей растворяющей способностью по отношению к растительным маслам обладают ароматические углеводороды, такие как бензол ($\epsilon = 2,28$).

Растворители, применяемые в маслоэкстракционном производстве, можно характеризовать как жидкие, летучие органические соединения, с помощью которых масляная фаза экстрагируемого вещества может быть переведена в легко обрабатываемые растворы (мисцеллы) без химического их изменения под воздействием растворителя.

«Идеальный» промышленный растворитель должен удовлетворять следующим требованиям:

- быстро и легко растворять масло и не извлекать других веществ, содержащихся в экстрагируемом материале;
- не действовать разрушающе на аппаратуру;
- удаляться из масел и шротов полностью и при возможно более низких температурах, не оставлять в них посторонних запахов, привкусов и вредных для организма человека веществ;
- должен иметь однородный состав, по возможности иметь узкий температурный интервал кипения;
- обладать низкой теплоемкостью и низкой скрытой теплотой парообразования;
- не должен растворяться в воде;
- не должен изменять химический состав и свойства при хранении и экстракции;
- быть пожаро- и взрывобезопасным;
- быть безвредным для обслуживающего персонала;
- не должен содержать канцерогенных веществ;
- не должен содержать ароматических и непредельных углеводородов;
- должен быть дешевым и недефицитным.

Однако до сих пор не найден растворитель, полностью отвечающий указанным выше требованиям. Растворители, использовавшиеся в масложировой промышленности ранее и используемые в настоящее время, удовлетворяют им только отчасти.

5.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Для экстракции растительных масел могут использоваться:

- алифатические углеводороды;
- хлорпроизводные алифатических углеводородов;

- ароматические углеводороды;
- алифатические кетоны и спирты.

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом преимущественное применение получили алифатические углеводороды: экстракционные бензины, технический гексан, *n*-гексан и др.

В нашей стране наиболее широко используются экстракционные бензины. Это объясняется их сравнительной дешевизной, нейтральностью по отношению к материалам аппаратуры экстракционного цеха и хорошей растворяющей способностью.

Применяемые в маслоэкстракционном производстве бензины являются продуктами крекинга нефти. В России ранее использовался бензин (ГОСТ 462–51 и МРТУ 12Н № 124–64) с интервалом температур кипения 70–95 °С и легкокипящий бензин (МРТУ 12Н № 20–63) — соответственно 70–85 °С. Позднее применялись бензины марок А и Б (ТУ 101303–72).

В настоящее время повсеместно используется нефрас (ТУ 38 1011228–90).

В **таблице 5.1** приведена характеристика некоторых видов экстракционных бензинов.

Все виды экстракционных бензинов, применявшихся ранее и применяемых в настоящее время в России, представляют собой сложные смеси большого количества углеводородов, главным образом нормальных парафинов и изопарафинов ряда C_nH_{2n+2} , циклических углеводородов (циклопарафинов) с общей формулой C_nH_{2n} и небольшого количества ароматических углеводородов C_nH_{2n-6} (бензол и его гомологи). Отмечается наличие в бензинах очень небольшого количества непредельных углеводородов (0,007–0,15 %).

Таблица 5.1

Требования к качеству экстракционных бензинов

Наименование показателя	Значение показателя				
	ТУ 38 101303–72		ТУ 38 1011228–90		
	Бензин марки А	Бензин марки Б	Нефрас П1–65/75	Нефрас П1–63/75	Нефрас П1–65/70
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	685	715	685	685	660–685
Фракционный состав:					
Температура начала перегонки, °С, не ниже	63	70	65	63	64

Продолжение таблицы 5.1

Наименование показателя	Значение показателя				
	ТУ 38 101303–72		ТУ 38 1011228–90		
	Бензин марки А	Бензин марки Б	Нефрас П1–65/75	Нефрас П1–63/75	Нефрас П1–65/70
Температура, при которой перегоняется не менее 98 % растворителя, °С, не выше	75	85	75	75	Не нормируется
Температура конца перегонки, °С, не выше	Не нормируется				71
Остаток в колбе, %, не более	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Массовая доля ароматических углеводородов, %, не более	0,5	3,0	Не нормируется		
Массовая доля бензола, %, не более	Не нормируется		0,2	0,1	0,1
Массовая доля серы, %, не более	0,001	0,01	0,00020	0,00020	0,00015
Наличие водорастворимых кислот, щелочей, механических примесей и воды	Отсутствие				
Бромное число, г брома на 100 см ³ растворителя, не более	Не нормируется		0,03	0,06	Не нормируется
Массовая доля <i>n</i> -гексана, %, не менее	Не нормируется		37	Не нормируется	

Окончание таблицы 5.1

Наименование показателя	Значение показателя				
	ТУ 38 101303–72		ТУ 38 1011228–90		
	Бензин марки А	Бензин марки Б	Нефрас П1–65/75	Нефрас П1–63/75	Нефрас П1–65/70
Наличие окисляемых примесей, экстрагируемых водой	Не нормируется		Отсутствие		
Температура вспышки, °С	–37,0	–28,0	–32,0	–33,0	–32,0
Температура самовоспламенения, °С	270	268	262	262	248
Концентрационные пределы воспламенения (при комнатной температуре):					
нижний:					
% по объему	1,33	1,10	1,15	1,20	1,26
мг/л	47,0	40,7	Не нормируется		
верхний:					
% по объему	8,5	6,3	7,7	7,5	7,36
мг/л	300,6	233,1	Не нормируется		

Характерной особенностью бензиновых растворителей, используемых в настоящее время в масложировой промышленности, является высокое содержание низкокипящих предельных углеводородов, наибольшая доля которых приходится на гексан, и значительно сниженное содержание ароматических углеводородов (не более 0,2 %) по сравнению с ранее применявшимися экстракционными бензинами.

Вследствие наличия в бензинах ароматических и непредельных углеводородов диэлектрическая проницаемость их несколько выше, чем у предельных углеводородов, и принимается обычно равной 2,0.

Таким образом, бензины являются типичными неполярными растворителями, с одной стороны, хорошо растворяющими растительные масла ($\varepsilon = 3,0-3,2$), а с другой — практически нерастворимыми в воде.

Растворимость в воде различных экстракционных бензинов при 20–25 °С колеблется от 0,0007 до 0,0015 мас. %.

Триацилглицерины твердых жирных кислот растворяются в бензинах труднее, чем жидких, оксикислоты и продукты окисления растворяются незначительно. При экстрагировании бензином получающиеся масла содержат меньше сопутствующих веществ (фосфорсодержащих, красящих и др.) ввиду их плохой растворимости в низкополярных растворителях.

Недостатком применявшихся ранее бензинов являлась неоднородность их химического состава, зависящая от месторождения нефти, из которой они получены. В связи с этим они (кроме бензина марки А) имели сравнительно высокую начальную температуру кипения и большой интервал температур кипения (70–85 °С). Это требовало повышенной температуры при отгонке бензина из мисцеллы и шрота, что приводило к снижению качества масла и шрота (повышенная денатурация белков шрота, повышение кислотного и перекисного чисел, цветности масла и т. д.).

Указанный недостаток в значительной мере был устранен при использовании нефрасов П1 63/75 и П1 65/70, так как начальная температура их кипения значительно ниже (63–65 °С вместо 70 °С) и основное их количество (~98 %) отгоняется до температуры 71 °С и 75 °С, соответственно. Благодаря этому снижается тепловое воздействие на мисцеллу и шрот при отгонке растворителя, а следовательно, улучшаются показатели качества готовых продуктов. Однако в связи с переходом на нефрасы П1 63/75 и П1 65/70 возник ряд трудностей, связанных с работой системы рекуперации растворителя.

Фракционный состав бензинов при их многократном использовании не остается неизменным. Вначале увеличивается доля легкокипящих фракций, а по истечении определенного промежутка времени фракционный состав стабилизируется. Это объясняется большими потерями тяжелых фракций со шротом и маслом по сравнению с потерями легких фракций с воздухом через неплотности аппаратуры и рекуперационные системы.

Наличие непредельных углеводородов и бензола в растворителе нежелательно. Бензол повышает растворимость красящих веществ, восков и других сопутствующих веществ, ухудшая качество масел. Непредельные углеводороды, по литературным данным, в условиях производственной экстракции могут давать продукты конденсации или полимеризации, плохо удаляемые из шрота и масла.

Главный недостаток бензина — его легкая воспламеняемость и способность образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Воспламенение может произойти при температуре 260–270 °С от искры или нагретого до этой температуры предмета, например, от соприкосновения с неизолированным паропроводом. Именно это ограничивает температуру технологического пара, используемого при экстракции, которая должна быть не выше 220 °С.

Пары бензина тяжелее воздуха в 2,7 раза и располагаются внизу, скапливаясь в ямах, каналах для труб, прямках для норий, шнеков и т. д., что требует их постоянной вентиляции.

Бензин оказывает токсическое действие на организм человека, поражая, главным образом, нервную систему. Продолжительное вдыхание паров бензина вызывает головокружение, головную боль вплоть до потери сознания. Более тяжелые фракции бензина действуют сильнее, чем легкие. Присутствие в бензине ароматических углеводородов (бензола, толуола) усиливает его токсичность. Отравлению легче подвергнуться в теплое время года, чем в холодное.

Острые несистематические отравления быстро и бесследно проходят при выходе пострадавшего на свежий воздух или при вдыхании кислорода.

По действующим в России нормам законодательства по охране труда, содержание паров бензина в рабочих помещениях не должно превышать 100 мг на 1 м³ воздуха. Для соблюдения этих норм в экстракционных цехах устанавливается усиленная приточно-вытяжная вентиляция. Особенно интенсивно путем устройства локальных отсосов аспирируются места, где возможно большое выделение и скопление паров бензина.

В случае воспламенения бензина в качестве местных средств для локализации небольших очагов воспламенения используется насыщенный пар из автоматической системы пожаротушения. Для тушения загоревшегося бензина используют также пенотушители или песок.

5.3. ХРАНЕНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ПОДГОТОВКА ИХ К ЭКСТРАКЦИИ

При производстве растительных масел экстракционным способом растворитель, циркулирующий в цехе, после выпаривания его из масла и шрота в процессе регенерации переводится из парообразного состояния в жидкое и вновь используется для извлечения масла.

Для хранения циркулирующего в производстве растворителя в некоторых экстракционных линиях (НД-1250) используются **оборотные бензохранилища**. Как правило, они оборудованы тремя подземными

горизонтальными цилиндрическими резервуарами вместимостью по 22 м³ каждый. Один из них служит для приема растворителя из цеха, второй — для отстаивания, а третий — для передачи отстоявшегося растворителя в производство.

В некоторых экстракционных линиях (Де Смет, Европа Краун и др.) предусматривается использование циркуляционного растворителя без отвода его в оборотное бензохранилище. Для его промежуточного хранения в цехах используются рабочие баки. Во всех случаях пополнение безвозвратных потерь растворителя в системе экстракционных установок периодически производится из резервуаров основного и оборотного бензохранилищ.

Основное бензохранилище предназначено для приема растворителя из железнодорожных цистерн и хранения его в условиях, исключающих всякую возможность воспламенения и создания взрывоопасных концентраций паров в воздухе, отравления рабочих, выполняющих операции по приему, сливу, перекачке и хранению растворителя.

Основное бензохранилище для растворителя изготавливается в виде подземных стальных цилиндрических резервуаров (2—4 шт.) по 50 м³ каждый. Наружная поверхность резервуаров для предохранения от коррозии покрывается гудроном или другим гидроизоляционным слоем.

Вместимость основного хранилища для растворителя согласно существующим нормам должна соответствовать 40-дневной потребности завода.

В экстрактор должен подаваться растворитель:

- не содержащий воды и взвесей;
- содержащий не более 0,1 % масла;
- нагретый до оптимальной температуры.

Наличие воды в циркулирующем растворителе может привести к обводнению экстрагируемого материала, потере его сыпучести и образованию тестообразной массы, к перебросу растворителя из экстрактора в аппараты для обработки шрота, а также запрессовке экстрактора.

Сепарация (осушение) растворителя производится в различных по конструкции водоосадителях.

Сепарация растворителя в экстракционной линии НД-1250 осуществляется в **водоосадителе автоматического действия (рис. 5.1)**, представляющем собой цилиндрическую колонну с рабочим объемом 0,41 м³.

Растворитель через патрубок 1 центробежным насосом подается в направляющую трубу 3. Выйдя из нижней части трубы 3, он поступает в рабочую полость аппарата и по мере его заполнения через патрубок 2 отводится в экстрактор.

При поступлении в аппарат обезвоженного растворителя поплавков 4 занимает крайнее нижнее положение, благодаря чему клапан 5 находится в закрытом состоянии. Если вместе с растворителем попадает вода, она накапливается в нижней части аппарата, и когда уровень ее становится критическим, поплавок всплывает и при помощи рычажной системы открывается автоматический клапан 5. Содержащаяся в аппарате вода отводится через продувочный клапан 6 (во время работы аппарата он должен быть постоянно открытым) и смотровой фонарь 7 в бензоводоотделитель. По мере заполнения растворителем нижней части аппарата поплавок постепенно опускается и, дойдя до крайнего нижнего положения, полностью закрывает автоматический клапан 5.

Сепарация растворителя в экстракционной линии Европа Краун осуществляется в гидроциклоне (схема работы гидроциклона приведена на **рис. 7.1**). Вода, имеющая большую по сравнению с растворителем плотность, под действием центробежной силы отбрасывается к стенкам гидроциклона и стекает в его коническую часть.

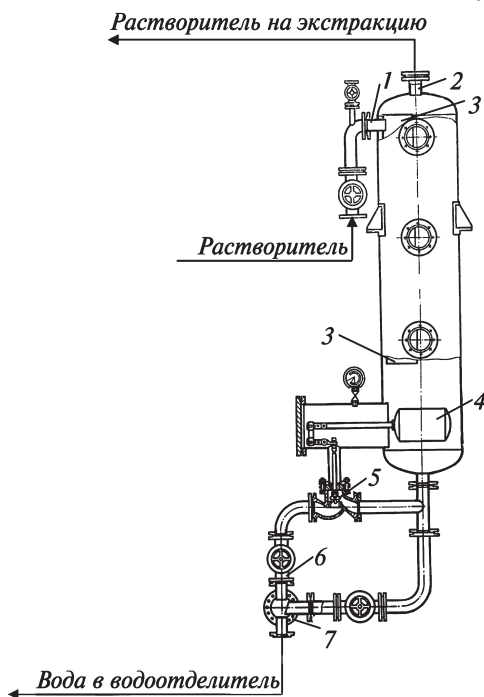


Рис. 5.1. Водоосадитель автоматического действия:

1 — патрубок для подачи растворителя в водоосадитель; 2 — патрубок для выхода растворителя из водоосадителя; 3 — направляющая труба; 4 — поплавок; 5 — клапан; 6 — продувочный клапан; 7 — смотровой фонарь

Освобожденный от воды растворитель концентрируется в середине циклона, поднимается вверх и выводится из него.

В некоторых экстракционных линиях (Де Смет, Н.Л.С. и др.) растворитель перед экстракцией осушению не подвергается. После бензодоотделителя он сразу подается на экстракцию.

Для интенсификации процесса экстракции растворитель перед поступлением в экстрактор нагревается до температуры, на 8–10 °С ниже начальной температуры его кипения, например для нефраса марки П1 63/70 до 50–53 °С. Для этих целей чаще всего используются вертикальные или горизонтальные кожухотрубные теплообменники. В качестве теплоносителя обычно применяется водяной пар, подаваемый в межтрубное пространство.

Горизонтальные кожухотрубные теплообменники входят в состав экстракционных линий Харбург Фройденбергер, Н.Л.С., а вертикальные — в состав линии Европа Краун. Экстракционная линия Н.Л.С. укомплектована двумя кожухотрубными горизонтальными теплообменниками. В первом растворитель подогревается парами растворителя, а во втором — насыщенным водяным паром. Экстракционная линия Де Смет оборудована подогревателем типа труба в трубе, обогреваемым паром.

ГЛАВА 6. ЭКСТРАКЦИЯ МАСЛА ИЗ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА

6.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Экстракция растительных масел из масличного материала относится к диффузионным процессам и осуществляется путем молекулярной и конвективной диффузии.

Молекулярной диффузией называется перенос вещества в виде отдельных его молекул. Интенсивности молекулярных сил в растворителе и в масле близки друг к другу, поверхность раздела между ними длительно существовать не может. Сразу после соприкосновения растворитель и масло начинают смешиваться: молекулы растворителя проникают в масло и наоборот.

Движущей силой процесса диффузии является разность концентраций диффундирующих веществ, поэтому диффузия будет продолжаться до полного уравнивания их концентраций.

Процесс молекулярной диффузии описывается первым законом Фика

$$\partial m = -D \cdot \partial F \cdot \frac{\partial c}{\partial x} \cdot \partial \tau, \quad (6.1)$$

где ∂c — разность концентраций; ∂x — путь диффундирования молекул; D — коэффициент молекулярной диффузии.

Из этого закона следует, что масса вещества ∂m , продиффундировавшего за время $\partial \tau$ через элементарную поверхность ∂F (нормальную к направлению диффузии), пропорциональна среднему градиенту концентрации $\partial c / \partial x$ этого вещества.

Чем выше температура процесса, меньше вязкость растворителя, меньше размер диффундирующих молекул, тем интенсивнее движение молекул, тем больше скорость диффузии.

Знак минус в уравнении указывает на то, что перенос вещества идет в среду с меньшей концентрацией.

Под конвективной диффузией понимается перенос вещества в виде отдельных объемов его раствора. Чем больше по величине объемы и чем больше их количество в единицу времени, тем интенсивнее процесс конвективной диффузии.

На скорость конвективной диффузии также существенное влияние оказывает разность концентраций, величина поверхности, через которую осуществляется диффузия, и время диффузии.

Конвективная диффузия описывается следующим уравнением:

$$\partial S = -\beta \cdot D \cdot \partial c \cdot \partial \tau, \quad (6.2)$$

где β — коэффициент конвективной диффузии; ∂S — масса диффундирующего вещества; ∂c — разность концентраций диффундирующего вещества; $\partial \tau$ — время диффундирования.

В отличие от коэффициента молекулярной диффузии, который отражает интенсивность теплового движения молекул, коэффициент конвективной диффузии отражает интенсивность действия гидродинамических факторов, определяющих интенсивность переноса отдельных объемов вещества (их величину и количество, переносимое в единицу времени).

Если при молекулярной диффузии перенос вещества идет за счет кинетической энергии теплового движения молекул, то при конвективной — за счет энергии, вносимой извне (например, за счет давления, создаваемого насосом).

6.2. МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В зависимости от подготовки масличного материала к экстракции масло в нем будет находиться в различных состояниях:

- в частично свободном состоянии на внутренних и внешних поверхностях частиц, в их порах и капиллярах;
- внутри неразрушенных деформированных клеток, а также внутри вторичных структур, образованных при жарении и прессовании.

Первое состояние масла условно называют маслом **свободным**, а второе — маслом **связанным**.

Различное состояние масла в материале, подготовленном к экстракции, обуславливает наличие **двух периодов в процессе экстракции**.

В первом периоде преимущественно извлекается свободное масло, находящееся на внешних и внутренних поверхностях частиц и внутри пор, пронизывающих в разных направлениях эти частицы. Это масло находится в наиболее доступных растворителю участках частиц, обладающих сравнительно небольшим диффузионным сопротивлением.

Во втором периоде извлекается масло, находящееся в менее доступных растворителю участках частиц: в неразрушенных и деформированных клетках, а также во вторичных структурах, которые обладают наибольшим диффузионным сопротивлением.

Применительно к одной изолированной частице процесс экстракции масла можно представить следующим образом:

- смачивание частицы растворителем и растворение масла, находящегося на ее поверхности в свободном состоянии;
- проникновение растворителя в толщу частицы, растворение всех экстрагируемых веществ;
- движение масла в виде мисцеллы изнутри частицы к ее поверхности по капиллярам, через перегородки вторичных структур и неразрушенные клеточные стенки;
- диффузия мисцеллы через внешний пограничный слой, окружающий частицу;
- конвективный перенос масла в виде мисцеллы от внешней поверхности диффузионного слоя в общий поток мисцеллы, движущийся в экстракционном аппарате.

Рассмотренные этапы экстракции неравноценны по времени протекания. Наиболее быстрым этапом является проникновение растворителя в толщу экстрагируемого материала. Лимитирующими этапами процесса экстракции являются диффузия экстрагируемых веществ внутри твердой частицы и преодоление пограничного слоя.

По характеру диффузионного пути процесс экстракции масла делится на три этапа:

- молекулярная диффузия масла изнутри частицы материала к ее наружной поверхности;
- молекулярная диффузия масла через пограничный слой;
- конвективная диффузия масла от пограничного слоя в движущуюся мисцеллу.

Каждый этап диффузионного пути характеризуется своим коэффициентом диффузии: коэффициент молекулярной диффузии масла изнутри твердой частицы D_b ; коэффициент молекулярной диффузии масла в пограничном слое толщиной δ (диффузия жидкости в жидкости) — D ; коэффициент конвективной диффузии масла — β .

6.3. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОЛНОТУ И СКОРОСТЬ ЭКСТРАКЦИИ МАСЛА ИЗ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА

На полноту и скорость экстракции масла из масличного материала оказывает влияние ряд факторов, основными из которых являются:

- внешняя и внутренняя структура материала;
- влажность материала;
- температура процесса;
- прокачка растворителя.

Внешняя структура материала характеризуется формой частиц, их размером, а также соотношением частиц различной величины. Для увеличения глубины извлечения масла размер частиц должен быть минимальным, чтобы удельная поверхность соприкосновения материала с растворителем была максимальной.

Однако установлено, что при величине частиц менее 0,5 мм значительно уменьшается проницаемость их слоя и повышается остаточная масличность шрота. Такие частицы легко вымываются потоком растворителя, в результате увеличивается содержание нежировых примесей в мисцелле, что затрудняет процесс ее дальнейшей очистки.

Все это ограничивает степень измельчения материала при подготовке его к экстракции и диктует необходимость получения частиц не с минимальным, а с оптимальным размером.

Внешняя структура материала во многом определяет его дренажные свойства. При хорошем дренаже предотвращается слеживаемость материала, обеспечивается промывка экстрагируемых частиц растворителем и мисцеллой и хороший сток растворителя из шрота, что снижает его «бензовлагодеемость».

Из трех структур материала: крупка, лепесток и гранулы, предназначенных для экстракции, в последнее время отдается предпочтение гранулам. Они характеризуются более однородным составом (имеют одинаковый размер) и содержат минимальное количество мелких фракций, затрудняющих процесс экстракции.

Внутренняя структура характеризуется его пористостью, наличием неразрушенных и деформированных клеток, а также вторичных структур, образовавшихся при жарении и прессовании, в которых запрессовано масло. Экспериментально установлено, что извлечение масла из целых неразрушенных клеток и вторичных структур протекает с чрезвычайно низкой скоростью, поэтому при подготовке материала к экстракции их разрушение следует считать первоочередной задачей.

Наличие пор и капилляров в экстрагируемом материале обеспечивает более быстрое проникновение растворителя внутрь частицы, растворение масла и обратную диффузию полученной мисцеллы.

Влажность материала оказывает существенное влияние на его свойства и, как следствие, на полноту экстракции масла. Повышенная влажность ухудшает смачивание наружной поверхности частиц, клеточных стенок и стенок пор. Набухание частиц снижает их внутреннюю пористость, что осложняет проникновение растворителя внутрь частицы и обратную диффузию растворенного в нем масла.

Помимо этого, повышенная влажность материала увеличивает его слеживаемость, что нарушает непрерывную систему каналов между частицами и ухудшает смачивание их растворителем.

Низкая влажность материала также затрудняет процесс экстракции, она приводит к образованию большого количества мелких фракций (за счет разрушения структуры материала), что снижает проницаемость слоя материала и повышает содержание нежировых примесей в мисцелле.

В связи с этим материал, поступающий на экстракцию, должен иметь оптимальную влажность, обеспечивающую прочность частиц при транспортировании и исключающую их слеживание. Величина оптимальной влажности материала зависит как от вида масличного материала, так и от способа экстракции.

Температура процесса экстракции оказывает существенное влияние на скорость извлечения масла из материала. При повышении температуры процесса усиливается тепловое движение молекул масла и растворителя, снижается их вязкость, благодаря чему повышается скорость диффузии. Наибольшую скорость процесс диффузии имеет вблизи точки кипения растворителя, а по ступеням экстракции — при начальных температурах кипения мисцелл.

Оптимальная температура процесса экстракции определяется исходя из фракционного состава растворителя.

Прокачка растворителя (количество растворителя, подаваемого в единицу времени) является одним из основных факторов, влияющих на скорость процесса экстракции. При увеличении прокачки растворителя повышается разность концентраций масла в растворителе внутри и снаружи частицы, что ускоряет процесс диффузии. Однако увеличивать прокачку можно только до определенных пределов, чтобы не вызвать значительного снижения концентрации получаемых мисцелл.

В то же время скорость подачи растворителя должна быть такой, чтобы создать турбулизированный режим его движения. По сравнению с ламинарным он обеспечивает более высокую скорость экстракции

за счет уменьшения толщины пограничного слоя и увеличения интенсивности конвективной диффузии.

В зависимости от способа экстракции принимается определенное соотношение растворителя и материала, которое называется **гидромодулем**.

При экстракции способом погружения оптимальное соотношение растворителя и материала, обеспечивающее получение шрота с масличностью около 1 %, колеблется в пределах от 1 : 1 до 0,6 : 1, а при экстракции способом ступенчатого орошения — от 0,6 : 1 до 0,3 : 1.

6.4. ПОДГОТОВКА МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА К ЭКСТРАКЦИИ

Для обеспечения максимальной глубины извлечения масла масличный материал перед подачей на экстракцию проходит соответствующую подготовку, целью которой является создание его оптимальной внутренней и внешней структуры. В зависимости от способа переработки семян, который, в свою очередь, определяется их масличностью, материал на экстракцию поступает либо в виде мятки, либо в виде форпрессового жмыха.

Низкомасличные семена (соя, кориандровые отходы и др.) перерабатываются по схеме прямой экстракции. Они подаются на экстракцию либо в виде «сырого» лепестка, либо в виде гранул (хлопьев).

При этом предварительно они подвергаются измельчению и влаготепловой обработке.

Для получения гранул используются экспандеры, а для получения «сырого» лепестка — двухпарные плющильные вальцовые станки.

Высокомасличные семена (подсолнечник, рапс, лен и др.) перерабатываются по схеме предварительное прессование — экстракция, при этом на экстракцию подается прессовый жмых, сформированный в виде гранул, лепестка или крупки. При использовании этой схемы в материале при мягких режимах жарения и прессования может сохраниться значительное количество целых и слаборазрушенных клеток, которые необходимо дополнительно разрушить. Необходимо разрушить и вторичные структуры, образовавшиеся в жмыхе при прессовании, так как в них остается часть запрессованного масла. Это достигается путем дробления жмыха, его кондиционирования по температуре и влажности и в ряде случаев дальнейшего лепесткования.

Измельчение жмыха осуществляется на молотковых или дисковых дробилках. В качестве кондиционеров могут применяться любые чанные жаровни, в которых материал увлажняется до 6–9 % (в зависимости от вида перерабатываемых семян) и охлаждается (или нагревается) до температуры 50–70 °С.

Для получения лепестка используются любые парные вальцовые станки с гладкой поверхностью типа FW-600, FW-800.

На экстракцию прессовый жмых может подаваться в виде гранул, которые получают при использовании в процессе прессования прессов-грануляторов. Гранулы характеризуются высокой пористостью, в них содержится незначительное количество мелких фракций, что облегчает процесс извлечения из них масла. Гранулы не требуют дополнительной подготовки материала к экстракции кроме охлаждения.

В последние годы в масложировой отрасли страны отдают предпочтение именно этой структуре материала. В случае отсутствия на заводах прессов-грануляторов дополнительно технологическую линию доукомплектовывают грануляционными аппаратами, которые устанавливаются непосредственно перед подачей материала на экстракцию. Установки состоят из пресс-гранулятора и охлаждающей колонки.

Пресс-гранулятор Б6-ДГВ (рис. 6.1) состоит из питателя 1, смесителя 2, узла гранулирования 3.

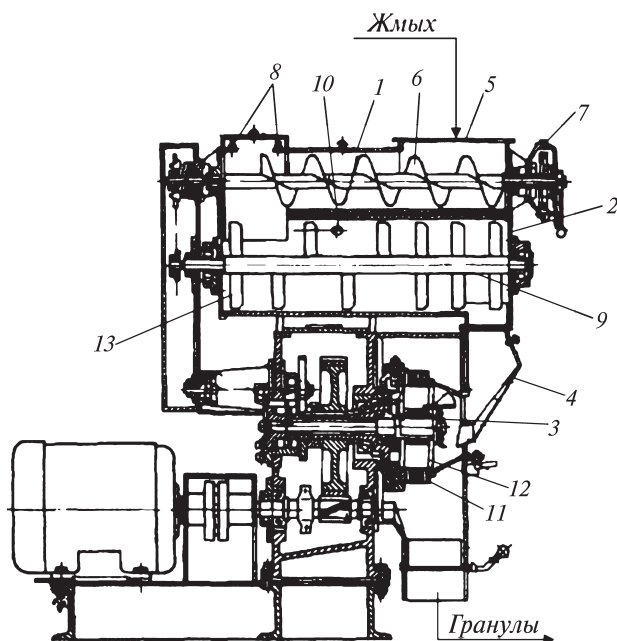


Рис. 6.1. Пресс-гранулятор Б6-ДГВ:

1 — питатель; 2 — смеситель; 3 — узел гранулирования; 4 — патрубок для поступления материала в узел прессования; 5 — патрубок для поступления материала в аппарат; 6 — шнек; 7 — регулятор скорости вращения шнека; 8 — форсунки для воды; 9 — вал смесителя; 10 — форсунки для пара; 11 — кольцевая матрица; 12 — прессующие ролики; 13 — лопасти вала смесителя

Подготовленный к экстракции жмых, прошедший дробление на дробилках, поступает в питатель через патрубок 5, где подхватывается шнеком 6, транспортирующим его в смеситель 2. Скорость вращения шнека регулируется специальным регулятором 7, позволяющим менять частоту вращения от 0 до 48 об/мин и, следовательно, количество подаваемого в смеситель жмыха. В питателе 1, в случае необходимости, жмых увлажняется горячей водой через две форсунки 8.

Смеситель 2 представляет собой сварной корпус, внутри которого размещен вал 9 с лопастями 13. Они приварены под углом к оси вала, что обеспечивает при вращении вала не только интенсивное перемешивание жмыха, но и его транспортирование от места поступления к месту выгрузки.

В смесителе 2 жмых дополнительно обрабатывается острым паром, подаваемым через три форсунки 10, после чего поступает в узел прессования через патрубок 4.

Прессующее устройство (рис. 6.2) состоит из вращающейся кольцевой матрицы 11 с радиальными отверстиями, прессующих роликов 12, распределительных лопаток (скребков) 16 и закрепительной планки 14.

Поступающий жмых при помощи скребка подается в пространство между внутренней поверхностью матрицы и прессующими рифлеными роликами.

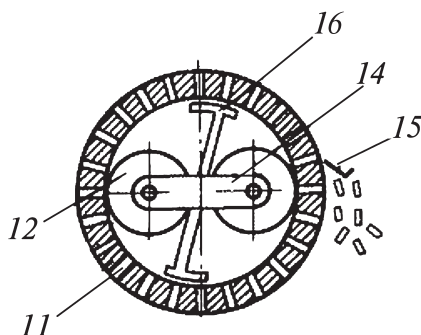


Рис. 6.2. Прессующее устройство пресс-гранулятора Б6-ДГВ:

11 — кольцевая матрица; 12 — прессующие ролики; 14 — закрепительная планка;
15 — ножи; 16 — лопатки

Под давлением жмых выпрессовывается через отверстия матрицы 11, где после выхода срезается двумя неподвижными ножами 15. Изменением положения ножей можно регулировать длину гранул.

Производительность пресса зависит от многих факторов, одним из которых является размер частиц. Он должен находиться в пределах 2,0–2,5 мм.

Чем больше объемная масса прессуемого материала и чем более однороден ее состав, тем меньше требуется усилий на сцепление частиц между собой, тем выше производительность пресса.

Важную роль играют и условия обработки жмыха в смесителе: количество подаваемого пара, температура жмыха и его влажность.

При оптимальных условиях влаготепловой обработки повышается пластичность жмыха, что обеспечивает формирование более прочных гранул.

Из пресса готовые гранулы поступают на охлаждение в охлаждающую колонку.

Охлаждающая колонка (рис. 6.3) имеет внутренние шахты 32, образованные торцовыми стенками, внутри которых посекционно установлены сетки 17 и жалюзи 18.

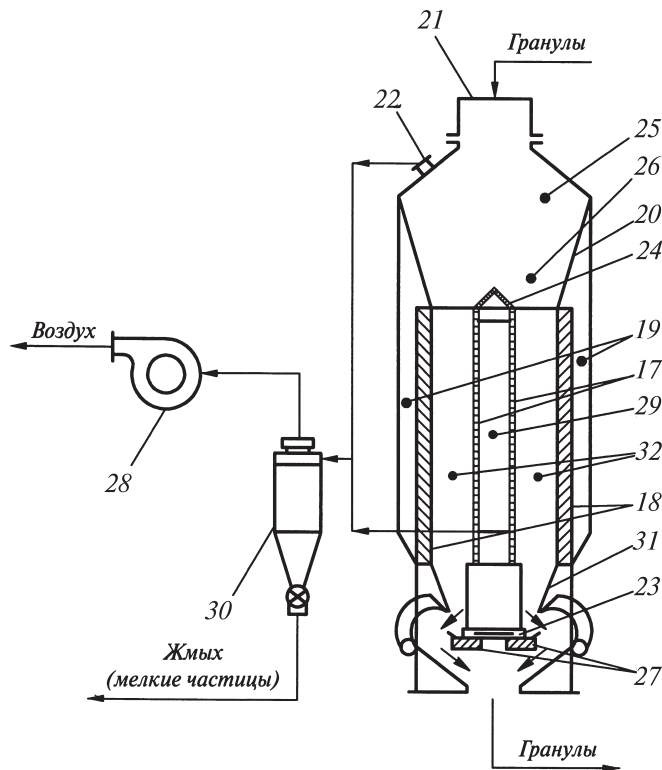


Рис. 6.3. Охлаждающая колонка грануляционной установки Б6-ДГВ:

17 — сетки; 18 — жалюзи; 19 — воздушные камеры; 20 — бункер; 21 — загрузочный патрубок; 22 — патрубок для аспирации; 23 — каретка; 24 — гребень; 25, 26 — датчики уровня материала, соответственно верхний и нижний; 27 — поддоны; 28 — вентилятор; 29 — внутренняя воздушная камера; 30 — циклон; 31 — бункер; 32 — шахты колонки

Снаружи проходят воздушные каналы 19 со специальными отверстиями для подачи воздуха.

В нижней части каналов имеются окна для очистки пространства между жалюзями и стенками каналов.

Равномерное поступление гранул в колонку обеспечивается за счет бункера 20, в котором смонтированы датчики уровня: верхний 25 аварийный (в случае переполнения бункера отключает электродвигатель пресса — гранулятора) и нижний 26, связанный с приводом разгрузочного устройства (при заполнении бункера жмыхом оно включается, а при снижении до определенного уровня выключается).

На крышке бункера имеется загрузочный патрубок 21, патрубок 22 для аспирации охладителя в зоне поступления горячих гранул и окно, предназначенное для наблюдения за ходом поступления гранул.

В нижней части колонки расположен механизм выгрузки. Он представляет собой конус, внутри которого над поддонами 27 расположена каретка 23, имеющая возможность перемещаться поступательно вправо или влево.

Гранулы из приемного бункера поступают в две шахты. Разделение потока на две части осуществляется с помощью гребня 24. При перемещении по шахтам они продуваются воздухом, подаваемым вентилятором 28, охлаждаются и поступают в бункер 31, расположенный над механизмом выгрузки. За счет поступательного перемещения каретка выталкивает гранулы то в правую, то в левую сторону.

Регулирование производительности колонки осуществляется изменением зазора между шиберами и поддонами.

Воздух для охлаждения гранул забирается вентилятором 28 из цеха и через два патрубка направляется в воздушные камеры 19.

Из них через жалюзи он подается в поток движущегося материала и, охладив его, через сетки в противоположных стенках выходит во внутреннюю воздушную камеру 29, из которой через окно с диффузором поступает в циклоны 30 для очистки.

Производительность пресс-гранулятора Б6-ДГВ и охладительной колонки 8–11 т/ч прессового жмыха.

Пресс-грануляторы ПГ-520 и ГТ-500 имеют более совершенную конструкцию по сравнению с пресс-гранулятором Б6-ДГВ и находят в настоящее время широкое применение на масложировых предприятиях страны.

Устройство пресс-грануляторов ПГ-520 и ГТ-500 принципиально аналогично Б6-ДГВ, но они характеризуются лучшими технико-экономическими показателями.

На **рисунке 6.4** приведен пресс-гранулятор ГТ-500.

Принципиально другую конструкцию имеет охладитель, входящий в комплект пресс-грануляционной установки.

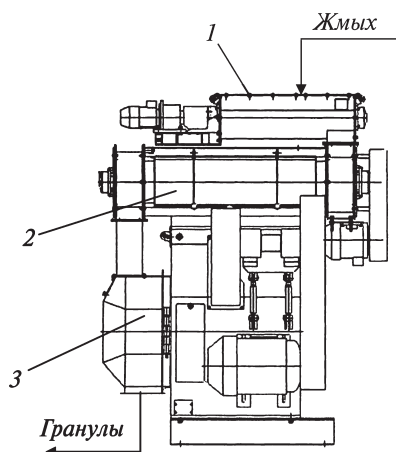


Рис. 6.4. Пресс-гранулятор
ГТ-500:

1 — питатель; 2 — смеситель;
3 — узел гранулирования

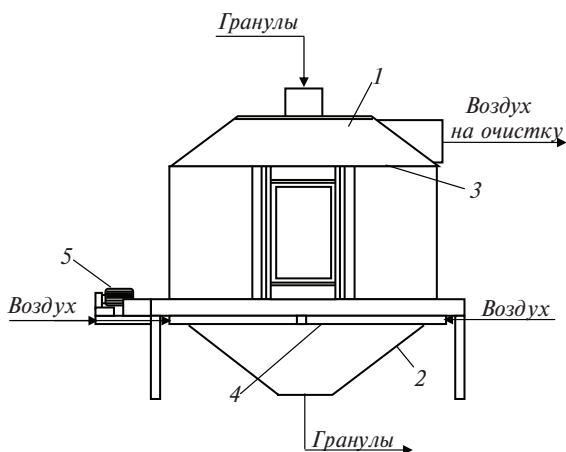


Рис. 6.5. Охладитель пресс-
грануляционной установки ГТ-500:

1 — питатель; 2 — выпускные воронки; 3 —
крышка охладителя; 4 — зазор для поступления
охлаждающего воздуха; 5 — привод механизма
выгрузки гранул

Охладитель (рис. 6.5) представляет собой четырехгранную емкость с питателем 1 и выпускными воронками 3. Гранулы из пресс-гранулятора самотеком поступают в питатель 1, установленный на крышке охладительной камеры. Крышка снабжена регулируемым рассекателем, обеспечивающим равномерное распределение продукта по сечению охладительной камеры. Рабочий датчик уровня материала в камере служит датчиком сигнала для включения и выключения верхней каретки механизма выгрузки.

Для визуального наблюдения за процессом наполнения охладительной камеры продуктом на ее боковой стенке установлена дверь из органического стекла.

Охлаждающий воздух поступает через зазоры 4 между охладительной камерой и выпускными воронками и проходит через слой продукта. На каждом этапе охлаждения разница температур между гранулами и воздухом минимальна, что позволяет проводить равномерное охлаждение гранул и до минимума уменьшить их крошистость. Пройдя слой гранул, воздух отводится на очистку в циклон.

Механизм выгрузки состоит из двух кареток, имеющих индивидуальный привод 5. В нерабочем состоянии каретка полностью перекрывает выпускное отверстие. В процессе работы количество выпусков гранул регулируется длиной хода кареток и частотой их движения.

При переработке семян масличных культур **методом прямой экстракции** материал также проходит ряд технологических операций, целью которых является создание оптимальной внутренней и внешней структуры.

В последние годы в ряде стран получил широкое применение способ подготовки материала к прямой экстракции в виде гранул (хлопьев) с использованием экспандеров. Наиболее широко применяются экспандеры фирмы «Андерсон».

Экспандер фирмы «Андерсон» (рис. 6.6) представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, выполненный из легированной стали.

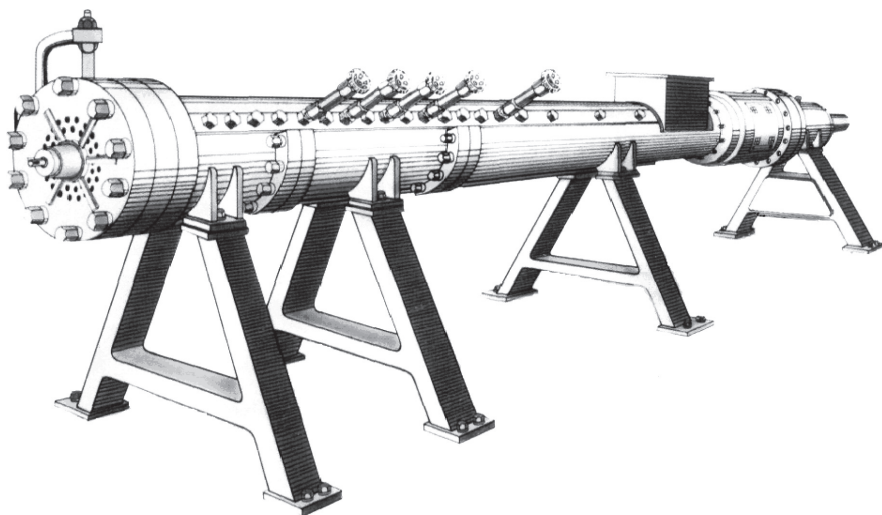


Рис. 6.6. Экспандер фирмы «Андерсон»

Цилиндр имеет глухие стенки. Внутри цилиндра размещается центральный шнековый вал **1** (рис. 6.7). Он включает транспортирующий шнек и индивидуальные термоупрочненные прессующие витки **б**. Шнек характеризуется постоянным диаметром ступицы и одинаковым шагом витка. В промежутках шнековых витков имеются рассекатели (ножи), предназначенные для создания сдвигового воздействия на материал.

На торце экспандера в месте выхода материала расположена фильерная плита **2**, оснащенная термоупрочненными насадками. Могут использоваться насадки разной формы и разных размеров.

Измельченный материал поступает в экспандер через патрубок **4**, где подхватывается шнековым валом. Система прессующих витков шнекового вала и ножей обеспечивает создание давления в прессе, но масло при этом не отжимается. Материал выходит из аппарата под высоким давлением в виде хлопьев. При выходе хлопьев из аппарата

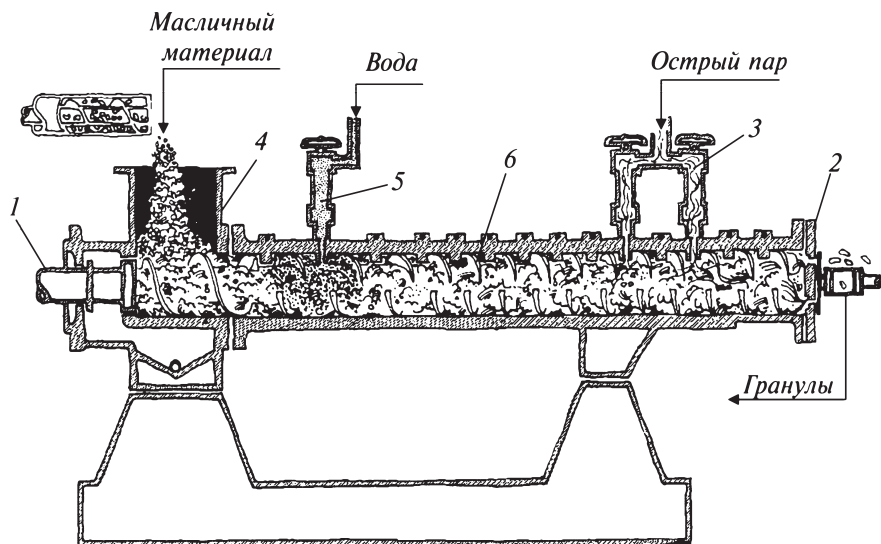


Рис. 6.7. Схема экспандера фирмы «Андерсон»:

1 — шнековый вал; 2 — фильерная плита; 3 — форсунки для подачи острого пара; 4 — патрубок для подачи материала; 5 — патрубок для подачи воды; 6 — витки вала

давление падает и происходит быстрое экспандирование материала с ресорбцией выделившегося в экспандере масла.

В процессе пребывания в экспандере материал увлажняется через патрубок 5 и прогревается острым паром, подаваемым через форсунки 3. Цель обработки — нагреть его до температуры, близкой к денатурации белковых веществ, и сделать клеточную структуру более рыхлой для дальнейшего эффективного высвобождения из нее масла.

В момент выгрузки материала из экспандера в результате резкого снижения давления до атмосферного выделившееся из клеточных структур масло «вскипает» и вместе с паром выходит на поверхность хлопьев. Полученный материал имеет вид маслянистой, аморфной и спекшейся массы.

Оптимальные параметры процесса, включая влажность, температуру материала и длительность обработки, зависят от вида сырья. Наиболее часто материал в экспандере увлажняется до 10–15 % и прогревается до температуры 105–110°C. За счет кратковременности его пребывания в экспандере (около 20 с) значительной денатурации белковых веществ в нем не происходит.

Получаемые хлопья достаточно пористы, имеют хорошую проницаемость для растворителя и легко экстрагируются. Кроме того, из них легко удаляется растворитель при обработке шрота в тостерах.

Производительность экспандеров в зависимости от их размеров колеблется в широком диапазоне: от 0,02 до 16,0 т/ч семян сои.

Для примера, производительность экспандера диаметром 255 мм — 330 т/сут, диаметром 210 мм — 250 т/сут.

6.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛА К ЭКСТРАКЦИИ

Технологическая схема подготовки прессового жмыха к экстракции в виде лепестка (рис. 6.8). Жмых после прессовых агрегатов шнеком 1 и норией 2 подается на электромагнитный сепаратор 3. Освободившись от ферропримесей, жмых шнеком 4 распределяется на молотковые дробилки 5. Полученная крупка шнеком 6, норией 7 и шнеком 8 подается на кондиционирование в чанные жаровни 9, откуда с помощью шнека 10 направляется для лепесткования на плющильные вальцовые станки 11.

Подготовленный лепесток редлером 12, тихоходной норией 13 через электромагнитный сепаратор 14 вторым редлером 15 транспортируется в экстракционный цех.

Указанная схема подготовки материала к экстракции, конечной стадией которой является приготовление лепестка, используется для семян подсолнечника, рапса, льна, клещевины, арахиса и т. д. Если же на экстракцию необходимо подавать не лепесток, а крупку, операция лепесткования исключается.

Технологическая схема подготовки прессового жмыха к экстракции в виде гранул (рис. 6.9).

Прессовый жмых шнеком 1, норией 2, пройдя защиту от ферромагнитных примесей с помощью блока постоянных магнитов 3, поступает в шнек 4, которым направляется на молотковые дробилки 5. Полученная крупка шнеком 6, норией 7 и шнеком 8 подается в пресс-грануляторы 9. Готовые гранулы, пройдя охлаждение в охлаждающей колонке 10, редлером 11, норией 12 и редлером 13 транспортируются в экстракционный цех. Воздух из охлаждающей колонки направляется на очистку в циклоны.

Если в технологической схеме для форпрессования масличного материала используются пресс-грануляторы, то полученные гранулы без всякой дополнительной подготовки после охлаждения подаются на экстракцию.

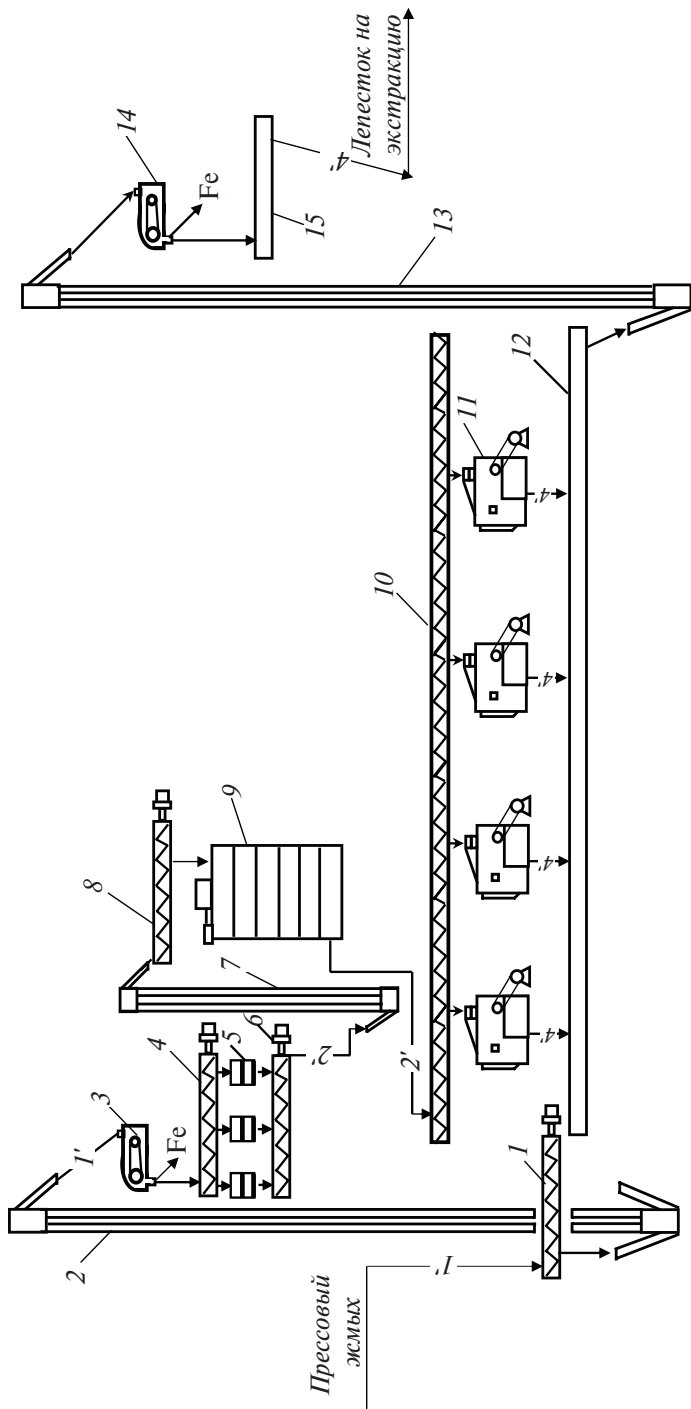


Рис. 6.8. Технологическая схема подготовки жмыха к экстракции в виде лепестка:
1, 4 — шнеки жмыха; 2 — нория жмыха; 3, 14 — электромагнитные сепараторы; 5 — молотковые дробилки; 6, 8, 10 — шнеки крупки; 7 — нория крупки; 9 — чанные жаровни; 11 — плосильные вальцовые станки; 12, 15 — реддеры лепестка; 13 — нория лепестка; 16 — прессовый жмых; 2' — крупка; 4' — лепесток

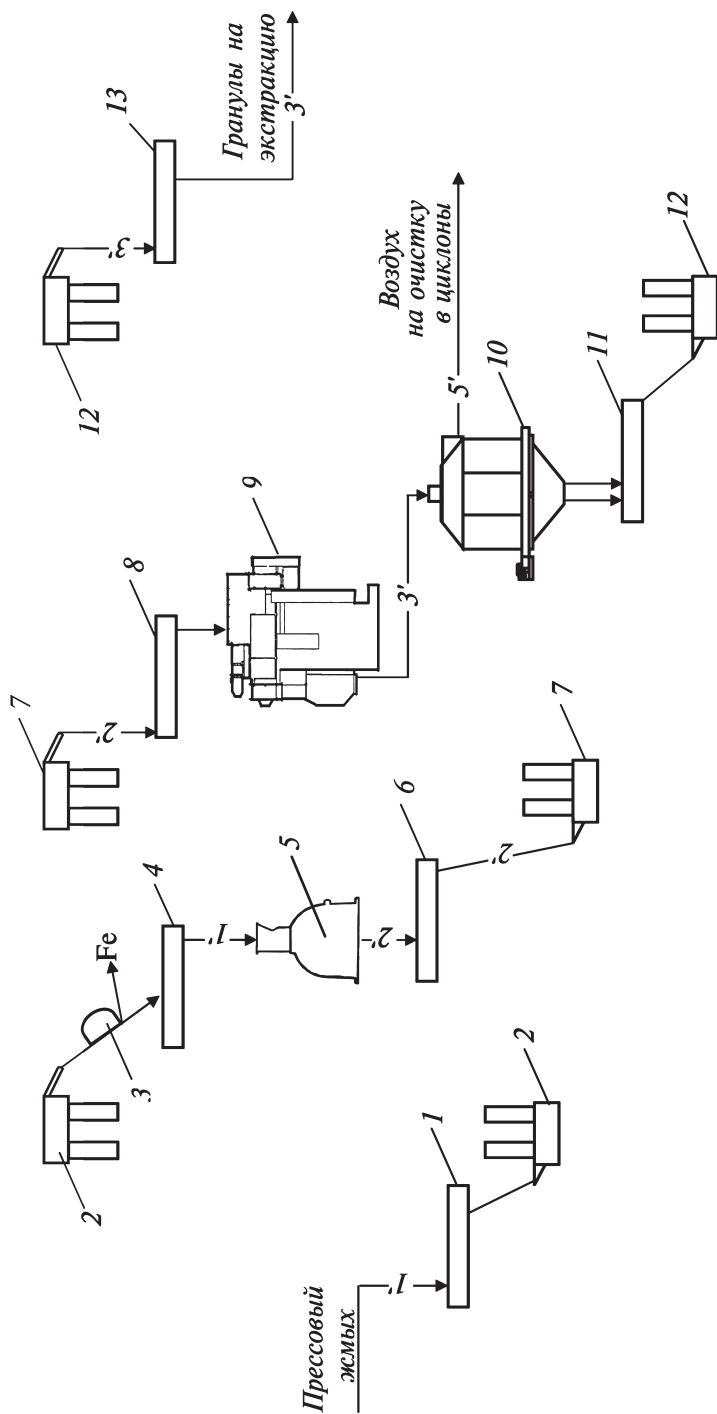


Рис. 6.9. Технологическая схема подготовки прессового жмыха к экстракции в виде гранул:

1, 4 — шнеки жмыха; 2 — нория жмыха; 3 — блок постоянных магнитов; 5 — молотковые дробилки; 6, 8 — шнеки крупки; 7 — нория крупки; 9 — пресс-грануляторы ГТ-500; 10 — охлаждательная колонка; 11, 13 — ределеры гранул; 12 — нория гранул; 1' — прессовый жмых; 2' — крупка; 3' — гранулы; 5' — воздух на очистку в циклоны

Технологическая схема подготовки семян сои к экстракции в виде сырого лепестка. Схема прямой экстракции сырого лепестка (мятки) в настоящее время используется в основном при переработке низко-масличного сырья: сои и кориандровых отходов.

Соя относится к одному из самых ценных видов сельскохозяйственного сырья. В соевых семенах содержится высококачественное пищевое масло, ценнейший растительный белок, фосфолипиды, витамины и другие компоненты.

Соевое масло богато ценными полиненасыщенными жирными кислотами: олеиновой, линолевой и линоленовой; их суммарное содержание достигает 80–85 %. Биологическая эффективность соевого масла выше, чем любого другого растительного масла.

Важнейшим продуктом, получаемым из семян сои, является фосфатидный концентрат. Количество фосфолипидов, переходящих в соевое масло в процессе его получения, составляет 1,0–6,0 % к массе масла, что в значительной степени превышает их содержание в маслах из семян других масличных культур. Кратковременная обработка целых семян, дробленки или лепестка острым паром повышает переход фосфолипидов в масло в 1,4–1,7 раза при значительном увеличении содержания наиболее ценной фракции фосфолипидов — фосфатидил-холинов.

Отличительной особенностью семян сои является исключительно высокое содержание белка (36–50 %). По аминокислотному составу белок сои является полноценным в пищевом отношении, так как содержит все незаменимые аминокислоты: лизин, лейцин, метионин, валин, триптофан и др., которые не синтезируются организмом человека и животных. Содержание лизина в сое в 10 раз выше, чем в пшенице, кукурузе, рисе, триптофана в 9 раз больше, чем в пшенице. В соевых семенах количество наиболее ценной водорастворимой фракции белков составляет 80–90 %.

Все это диктует необходимость вырабатывать из соевого шрота продукты пищевого назначения, в частности пищевую муку, изоляты и концентраты. Их использование в качестве добавок к другим пищевым продуктам пополняет состав пищи физиологически ценными незаменимыми аминокислотами, а также повышает усвояемость других аминокислот в случае несбалансированного по протеину питания.

В настоящее время на ряде заводов производят пищевой шрот, предназначенный для приготовления соевой муки, соевых изолятов и концентратов.

Анализ липидного и белкового состава семян сои показывает, что наиболее целесообразной схемой для ее переработки является прямая экстракция сырого лепестка или гранул. Минимальные тепловые воз-

действия на семена сои в процессе их переработки обеспечивают сохранение высокого качества масла, фосфатидного концентрата и шрота за счет незначительной денатурации белковых веществ.

Исходя из того, что в оболочке семян сои содержится гораздо меньше ценных веществ, чем в ядре, рекомендуется ее отделять и использовать для производства кормов. Это значительно улучшает качество масел и фосфатидных концентратов по цветности, содержанию свободных жирных кислот, продуктов окисления, а также качество шротов.

Для производства пищевого шрота, как правило, используется крупная фракция семян размером более 5–6 мм в диаметре. Семена мелкой фракции, в том числе морозобойные и недозрелые, перерабатываются с получением кормового шрота.

Фракционирование семян сои по размерам целесообразнее всего проводить перед хранением. Это объясняется тем, что мелкие семена быстрее подвергаются порче, поэтому их выделяют из основной массы, отдельно закладывают на хранение и перерабатывают в первую очередь.

Для улучшения отделения семенной оболочки сою непосредственно перед переработкой рекомендуется подвергать увлажнению с последующей сушкой. Это приводит к возникновению больших внутренних напряжений в семени, в результате чего связанность оболочки с ядром нарушается.

При получении кормового шрота из недозрелых, морозобойных семян, оболочка которых плотно срастается с ядром и не отделяется при обрушивании, в схемах не предусматривается ее отделение. При переработке же мелких (диаметром менее 5 мм), но нормальных по качеству здоровых семян с получением из них кормового шрота целесообразно предусмотреть операции по отделению оболочки.

На **рисунке 6.10** приведена **структурная схема подготовки семян сои к прямой экстракции в виде сырого лепестка с выработкой пищевого шрота**.

Семена сои, пройдя электромагнитную защиту, подаются в производственный бункер для промежуточного хранения. Далее они подвергаются очистке от ферромагнитных примесей, проходят взвешивание и поступают на очистку от крупных минеральных примесей. Отделенный сор выводится из производства, а семена транспортируются в пропарочно-увлажнительный шнек, где осуществляется кратковременная влаготепловая обработка с доведением их влажности до 14 % и температуры до 60–70 °С.

Затем семена поступают на сушилку, где высушиваются горячим воздухом. В нижней секции сушилки семена охлаждаются холодным воздухом. Оработанный воздух из сушилки поступает на очистку.

Далее семена подвергают очистке от поверхностных загрязнений. В процессе очистки, благодаря трению семян о наждачную повер-

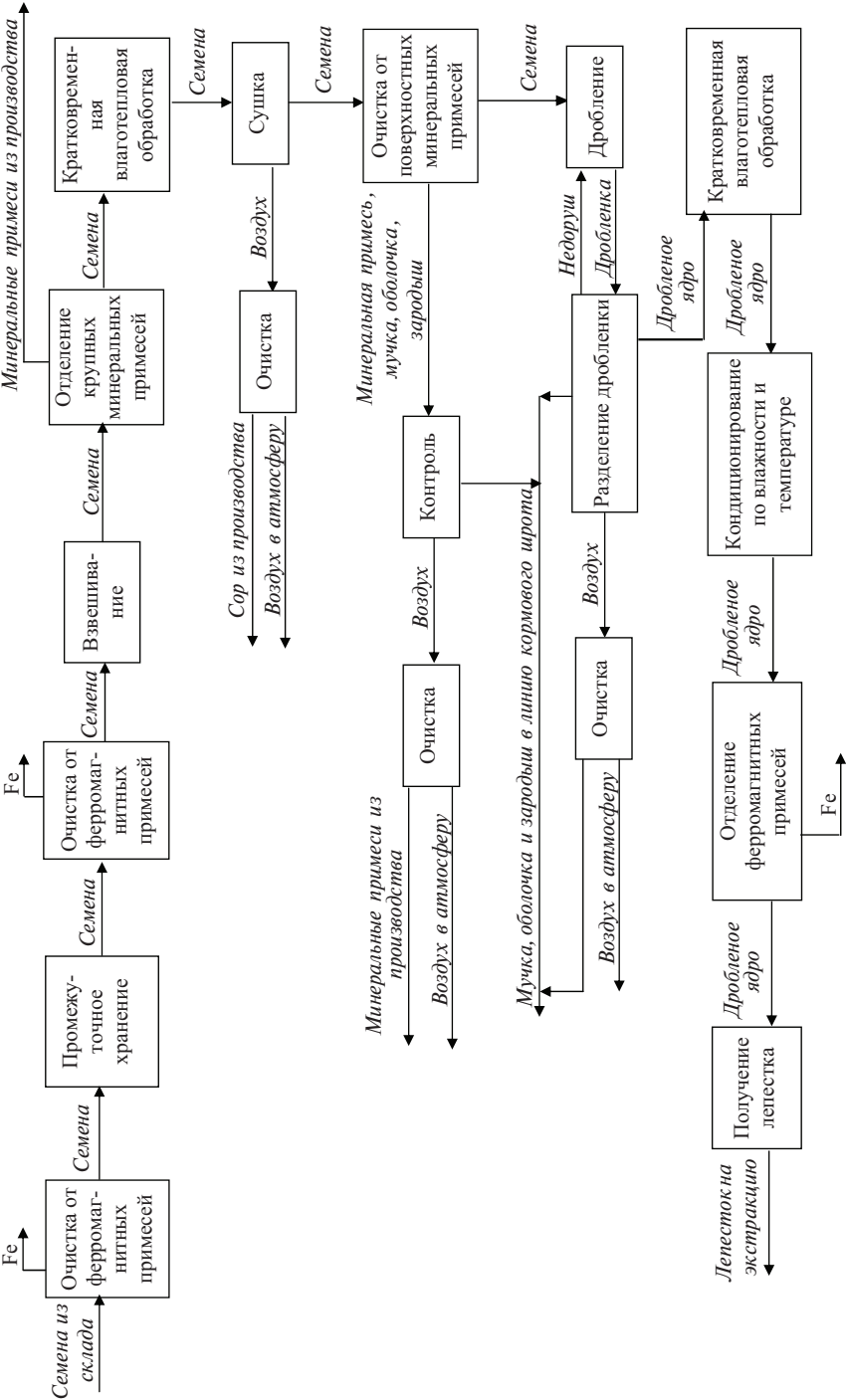


Рис. 6.10. Структурная схема подготовки семян сои к прямой экстракции в виде сырого лепестка с выработкой пищевого шрота

хность машины, возможно некоторое отделение оболочки, мучки и зародыша, которые вместе с минеральной примесью поступают для разделения на контрольный сепаратор.

Выделенные на сепараторе семена направляются в общий поток очищенных семян; мучка, оболочка и зародыш — в линию кормового шрота, а воздух — на очистку.

Очищенные семена подаются на дробление на рифленные вальцовые станки типа РВ-400. Полученная дробленка идет на сепараторы или семеновойки, где происходит выделение недоруша, оболочки, ядра, мучки и зародыша.

Недоруш поступает на повторное дробление, оболочка, мучка и зародыш транспортируются в линию кормового шрота. Ядро подается на дальнейшую обработку.

Отработанный воздух после сепараторов идет на очистку, где улавливаются частицы оболочки и масличная пыль, которые транспортируются в линию кормового шрота.

Дробленое ядро подается в шнек-инактиватор, где с помощью пара прогревается до 80–90 °С и увлажняется до 15 %, после чего идет на кондиционирование по температуре и влажности. Для кондиционирования используют чанные жаровни.

На выходе из нижнего чана жаровни-кондиционера температуру дробленки поддерживают в пределах 60–70 °С, а влажность — 8,0–9,5 %.

Подготовленное таким образом ядро, пройдя электромагнитную защиту, транспортируется на плющильные вальцовые станки для приготовления лепестка. Готовый лепесток подается в экстракционный цех.

При подготовке семян сои к экстракции в виде сырого лепестка с выработкой кормового шрота (рис. 6.11) семена сои, пройдя электромагнитную защиту, ленточным транспортером подаются в производственный бункер для промежуточного хранения. Из производственного бункера они транспортируются на взвешивание и далее на дробление на рифленные вальцовые станки.

Полученная дробленка вместе с оболочкой, зародышем и мучкой, поступающими с линии пищевого шрота, подается в шнек-инактиватор, где подвергаются обработке острым паром.

Далее они поступают на кондиционирование в чанные жаровни, где доводятся до тех же параметров по температуре и влажности, как и при подготовке к выработке пищевого шрота. Отсюда дробленка идет для получения лепестка на плющильные вальцовые станки. Готовый лепесток транспортируется в экстракционный цех.

Особенности технологии подготовки кориандровых отходов к прямой экстракции. Кориандровые отходы представляют собой обезжиренные

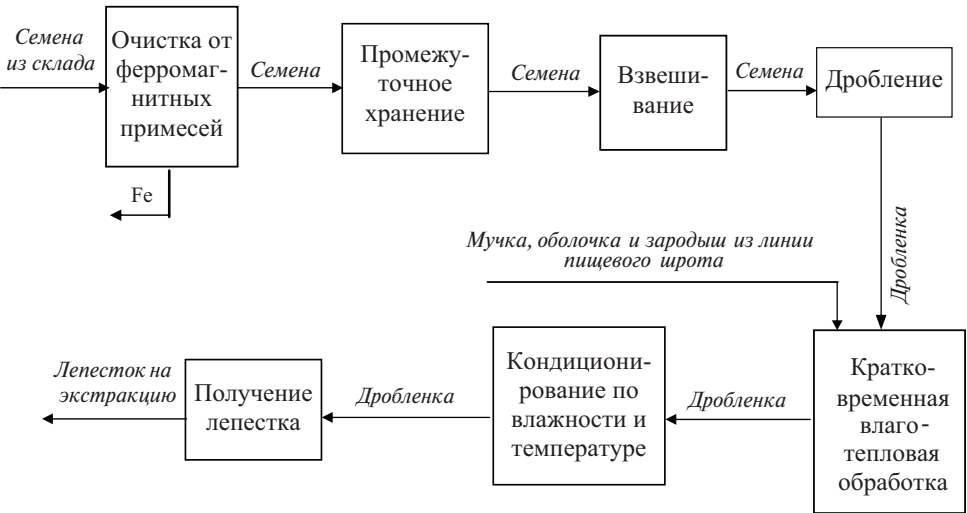


Рис. 6.11. Схема подготовки семян сои к прямой экстракции в виде сырого лепестка с выработкой кормового шрота

плоды кориандра. В связи с повышенным содержанием в них клетчатки они измельчаются очень трудно, поэтому дробление таких отходов проводят на вальцовых станках. Мятку подают в жаровню для кондиционирования, а затем для получения лепесткового помола вторично на вальцовые станки.

Представляет интерес опыт работы ОАО Усть-Лабинского эфиромаслоэкстракционного комбината «Флорентина» по переработке кориандровых отходов, где практикуется отделение оболочки от ядра на семеновейках и проведение их отдельного измельчения на вальцовых станках, что позволяет повысить степень разрушения клеточной структуры ядра. В дальнейшем измельченное ядро и лузга смешиваются и подаются в экстракционный цех.

Ниже приводятся режимы отдельных технологических операций и показатели качества получаемых промежуточных продуктов при переработке кориандровых отходов:

Дробление		
Проход дробленки через сито с отверстиями 1,0 мм, %, не более		5,0
Кондиционирование		
Температура дробленки на выходе из кондиционера, °С		98–100
Влажность дробленки на выходе из кондиционера, %		9,5–10,5
Получение лепестка		
Проход через сито с отверстиями 1 мм, %, не более		15,0
Остаток на сите с отверстиями 3 мм, %, не более		2,0

6.6. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЭКСТРАКЦИИ

Процесс непрерывной экстракции масла растворителем в промышленных условиях осуществляется в основном двумя способами:

- **способом погружения материала** в противоточно движущийся растворитель;
- **способом многократного орошения растворителем материала**, перемещающегося с помощью какого-либо транспортного механизма, при этом наиболее обезжиренный материал орошается чистым растворителем, а свежий материал — наиболее концентрированной мисцеллой.

При экстракции **способом погружения** извлечение масла из масличного материала в процессе непрерывного последовательного прохождения его через поток мисцеллы убывающей концентрации и затем чистого растворителя протекает бесступенчато в условиях абсолютно-го противотока, то есть в условиях, когда растворитель и экстрагируемый материал непрерывно движутся один относительно другого. При этом на всем пути движения экстрагируемого материала происходит плавное и постоянное падение концентрации мисцеллы, циркулирующей в аппарате. При заданном времени экстракции и масличности шрота в аппаратах, работающих по способу погружения, важными являются такие факторы, как протяженность экстракционной трассы, на которой экстрагируемый материал соприкасается с растворителем, и количественное соотношение экстрагируемого материала и растворителя. Для большинства экстракторов этого типа предельным является соотношение материала и растворителя, равное 2 : 1.

Экстракторы, работающие по способу погружения, имеют определенные достоинства и недостатки.

К достоинствам этих экстракторов относятся:

- простота конструктивного оформления и малые производственные площади, занимаемые ими;
- высокий коэффициент полезного использования геометрического объема аппарата (до 98 %), снижающий возможность образования в аппарате взрывоопасных смесей воздуха и растворителя.

Из недостатков следует отметить следующие:

- низкие концентрации конечных мисцелл (15–20 %);
- значительное нарушение структуры экстрагируемого материала, обуславливающее получение мисцелл с высоким содержанием нежировых примесей;

- большая высота экстракторов, которая необходима для обеспечения нужной протяженности экстракционной трассы;
- возможность всплывания экстрагируемого материала в аппарате (в случае, когда плотность экстрагируемого материала ниже плотности конечной мисцеллы).

К экстракторам, работающим по способу погружения материала в противоточно движущийся растворитель, относится экстрактор НД-1250.

При экстракции способом **ступенчатого орошения** процесс извлечения масла протекает в условиях относительного противотока, так как в этом способе непрерывно перемещается только растворитель, а экстрагируемый материал от начала до конца процесса экстракции остается в покое в одной и той же перемещающейся емкости (ковшах, камерах и т. п.) или на ленте. При использовании в качестве рабочего органа рамок или скребков материал может частично перемешиваться.

Количество ступеней при экстракции орошением может значительно колебаться (от 2 до 8), и выбор их числа определяется масличностью экстрагируемого материала, концентрацией конечной мисцеллы и масличностью шрота.

Эффект извлечения масла при способе экстракции орошением зависит как от четкости разделения ступеней, так и от степени (полноты) стекания мисцеллы на отдельных ступенях.

Экстракция масла способом орошения по сравнению со способом погружения имеет следующие преимущества:

- возможность получения мисцелл с повышенной концентрацией (25–30 %), что обусловлено более низким соотношением количества растворителя и экстрагируемого материала;
- полученные мисцеллы характеризуются высокой чистотой за счет их самофильтрации через слой экстрагируемого материала.

К недостаткам способа следует отнести следующие:

- невысокий коэффициент использования геометрического объема аппарата (не выше 45 %), что создает возможность для образования взрывоопасных смесей растворителя и воздуха внутри аппарата;
- более сложные коммуникации циркуляционной системы растворителя и значительное количество насосов в этой системе;
- более сложная кинематическая схема привода аппарата.

К экстракторам, работающим по способу орошения, относятся экстракторы фирм «Де Смет», «Европа Краун», «Тройка», «Н.Л.С.», «Харбург Фройденбергер», «Сивей» и др.

6.7. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Экстракторы, работающие по способу погружения экстрагируемого материала в растворитель. Экстракторы этого типа представлены в основном вертикальными шнековыми экстракторами.

Вертикальные шнековые экстракторы в нашей стране применялись в виде трех моделей: НД-1000, НД-1250 и НД-1250 модернизированный. Эти модели экстракторов имели одинаковую конструкцию рабочих органов, но разный внутренний диаметр корпуса: 1000 и 1250 мм.

Сейчас на отечественных заводах эксплуатируется только модернизированный экстрактор НД-1250.

На протяжении длительной эксплуатации (свыше 35 лет) экстрактор НД-1250 подвергался многочисленным усовершенствованиям, каждое из которых вносило определенные изменения в его конструкцию и улучшало показатели работы.

В настоящее время на отечественных маслоэкстракционных заводах эксплуатируется модернизированный экстрактор НД-1250 в двух модификациях. Автором последней модификации экстрактора является Кубанский государственный технологический университет.

Модernизированный шнековый экстрактор НД-1250 (первая модификация) (рис. 6.12) состоит из загрузочной колонны 1 с декантатором 2, горизонтального передаточного шнека 3 и экстракционной колонны 4.

Корпус каждой колонны набран из отдельных царг, которые соединены между собой фланцами. Внутри корпусов всех колонн помещаются рабочие шнековые валы 5, приводимые во вращение электродвигателями 6 через соответствующие редукторы 7. Вал загрузочной колонны дополнительно снабжен вариатором, позволяющим менять скорость его вращения.

В верхней части шнекового вала экстракционной колонны укреплен лопастной сбрасыватель шрота 8, приводимый в движение от редуктора экстракционной колонны через цепную передачу. Шнековый вал экстракционной колонны, как и другие шнеки экстрактора, вращается по часовой стрелке. Лопастной сбрасыватель шрота вращается против часовой стрелки со скоростью 27 об/мин. С его помощью шрот выводится из экстрактора через два патрубка 15.

Для предотвращения проворачивания материала к внутренним стенкам корпуса горизонтального шнека и экстракционной колонны по высоте крепятся направляющие планки 9. Чтобы обеспечить проход растворителя и мисцеллы вдоль экстракционной трассы, рабочие шнеки экстрактора изготавливают перфорированными.

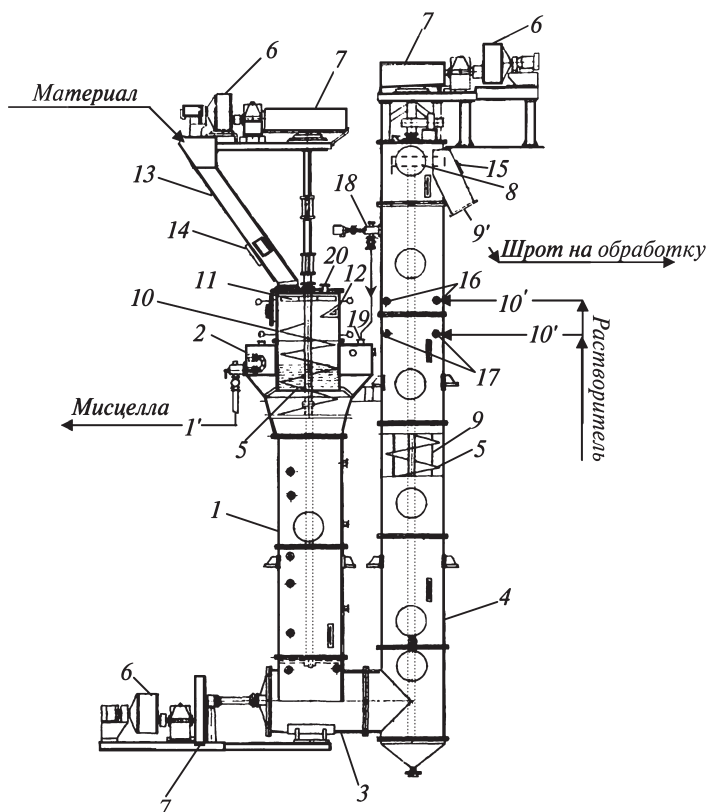


Рис. 6.12. Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250 (первая модификация):

1 — загрузочная колонна экстрактора; 2 — декантатор; 3 — горизонтальный передаточный шнек; 4 — экстракционная колонна; 5 — шнековые валы; 6 — электродвигатели; 7 — редукторы; 8 — сбрасыватель шрота; 9 — направляющие планки; 10 — загрузочная царга; 11 — мешалка; 12 — кронштейн; 13 — загрузочная труба; 14 — блок постоянных магнитов; 15 — патрубки для выхода шрота из экстрактора; 16, 17 — форсунки; 18 — автоматический бензоотводчик; 19 — патрубок для входа растворителя из бензоотводчика; 20 — патрубок для отвода паров растворителя и воды на конденсацию; 1' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

Изменение частоты вращения шнекового вала загрузочной колонны с помощью вариатора позволяет менять в некоторых пределах время пребывания материала в экстракторе. Продолжительность одного оборота шнека загрузочной колонны может изменяться с помощью вариатора в пределах 42–240 с. Продолжительность одного оборота передаточного шнека 61 с, а шнека экстракционной колонны — 72 с.

Шаг верхнего приемного витка шнека загрузочной колонны составляет 460 мм, шаг остальных витков 560 мм, а в передаточном шнеке и экстракционной колонне — 450 мм.

Декантатор 2 представляет собой цилиндр диаметром 2,2–2,5 м с конусным основанием. Внутри декантатора установлена загрузочная царга 10, нижняя часть которой перфорирована. Диаметр отверстий с внутренней стороны царги 4 мм, а с внешней — 8 мм. В верхней части загрузочной царги установлены мешалка 11, обеспечивающая выравнивание поступившего материала, и кронштейн 12, предотвращающий его проворачивание.

Чтобы исключить выход паров растворителя из экстрактора в цех, в загрузочной царге с помощью изотопных датчиков поддерживается определенный слой материала. Кроме того, в верхней части царги имеется патрубок 20 для отвода паров в конденсатор.

Экстрагируемый материал с помощью загрузочной трубы 13, пройдя электромагнитную защиту 14, поступает в загрузочную царгу экстрактора, где подхватывается вращающимся шнековым валом 5. Материал последовательно проходит загрузочную колонну 1, горизонтальный передаточный шнек 3 и экстракционную колонну 4, в противотоке обрабатываясь мисцеллами убывающих концентраций. Имеющиеся на внутренней поверхности колонн экстрактора планки 9 препятствуют проворачиванию материала и обеспечивают его поступательное движение вдоль всей экстракционной трассы.

В верхней части экстракционной колонны материал орошается чистым растворителем, проходит зону стока растворителя и с помощью сбрасывателя шрота 8 через патрубки 15 выводится из экстрактора.

Растворитель подается в экстракционную колонну через форсунки 16 или 17 и, пройдя противотоком навстречу материалу по всей экстракционной трассе, извлекает находящееся в нем масло.

В верхней части загрузочной колонны мисцелла фильтруется через слой материала, частично отстаивается в декантаторе и выходит из экстрактора с содержанием частиц шрота 0,4–0,8 % по массе.

В зависимости от структуры материала в работу включается верхний 16 или нижний 17 ряд форсунок экстракционной колонны и зона стока растворителя из материала изменяется по высоте от 3,8 до 2,8 м.

В процессе работы экстрактора уровень растворителя в экстракционной колонне может колебаться в значительных пределах. Он зависит от многих факторов: от структуры экстрагируемого материала, величины прокачки растворителя и т. д. — и может резко возрасти при обводнении растворителя и особенно подпрессовке материала (даже частичной). Чтобы избежать перелива растворителя из экстракционной колонны в тостер, экстрактор дооборудован автоматическим бензоотводчиком 18.

Схема работы бензоотводчика приведена на рисунке 6.13.

Бензоотводчик представляет собой трубу 1 диаметром 100 мм, внутри которой помещен шнек 2.

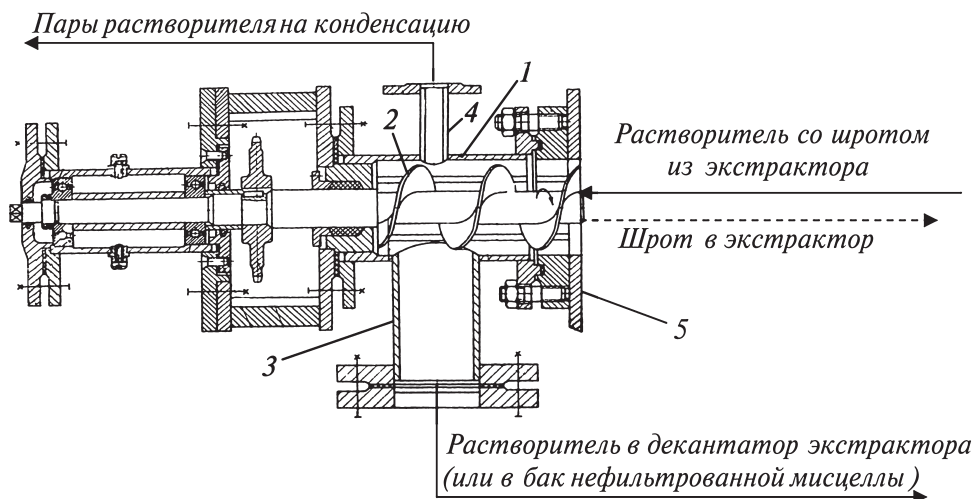


Рис. 6.13. Автоматический бензоотводчик:

- 1 — труба; 2 — шнек; 3 — патрубок для отвода растворителя из бензоотводчика;
4 — патрубок для отвода паровоздушной смеси и воды на конденсацию;
5 — корпус экстрактора

В случае переполнения экстракционной колонны растворителем шрот вместе с растворителем поступает в бензоотводчик, при этом за счет вращения шнека шрот возвращается вновь в экстракционную колонну, а растворитель через патрубок 3 отводится в декантатор загрузочной колонны экстрактора или в бак нефilterованной мисцеллы (на рис. 6.12 слив растворителя из бензоотводчика осуществляется в загрузочную колонну экстрактора через патрубок 19).

Патрубок 4 предназначен для отвода паровоздушной смеси в конденсатор. Привод шнека осуществляется от электродвигателя через редуктор и цепную передачу.

Показатели работы экстрактора НД-1250 (первая модификация) приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	500
Масличность шрота, %	1,0–1,5
Концентрация мисцеллы, %	15–20
Массовая доля нежировых примесей, %	0,4–0,8
Бензовлагодность, %	29–32

Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250 (вторая модификация) (рис. 6.14) состоит из трех колонн: экстракционной 4, загрузочной 1 и горизонтального передаточного шнека 3.

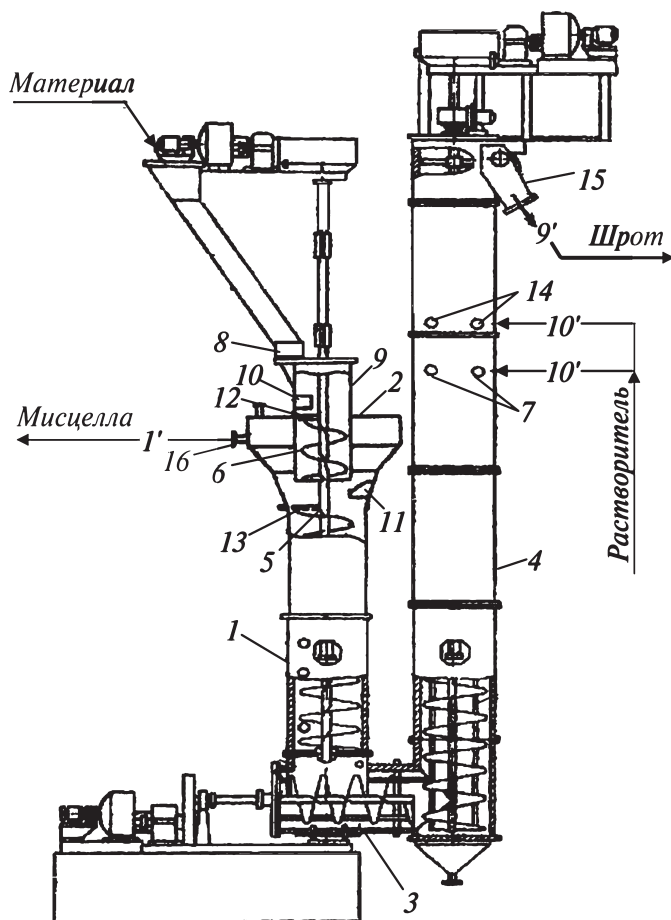


Рис. 6.14. Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250 (вторая модификация):

1 — загрузочная колонна экстрактора; 2 — декантатор; 3 — горизонтальный передаточный шнек; 4 — экстракционная колонна; 5 и 6 — верхняя и нижняя части шнекового вала загрузочной колонны; 7, 14 — форсунки для подачи растворителя; 8 — патрубок для подачи материала; 9 — центральная питающая течка; 10 — радиальная пластина; 11 — пластины, препятствующие проворачиванию материала; 12, 13 — ограничительные планки; 15 — патрубок для выхода шрота из экстрактора; 16 — патрубок для отвода мисцеллы;
1' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

Отличительной особенностью этой модификации экстрактора является измененная конструкция загрузочной колонны и, прежде всего, ее шнекового вала. В витках верхней части вала делается разрыв, обеспечивающий создание безвитковой зоны, позволяющей материалу в этой части колонны перемещаться свободно, без перемешивания.

Шнековый вал загрузочной колонны экстрактора этой модификации состоит из двух частей: 5 и 6, причем витки верхней части вала заканчиваются на уровне центральной питающей точки 9, а витки нижней части начинаются на уровне соединения загрузочной колонны с декантатором 2. В межвитковом пространстве материал перемещается свободно (под действием силы тяжести), что создает фильтрующий слой для мисцеллы, перемещающейся снизу.

Маслосодержащий материал в виде лепестка, крупки или гранул поступает через патрубок 8 в верхнюю часть центральной питающей точки 9. Наличие радиальной пластины 10 препятствует вращению материала и обеспечивает его движение по винтовой поверхности шнека 6. Ограничительная планка 12 создает определенный слой материала на его витках.

Нижняя часть центральной питающей точки 9 перфорирована, что дает возможность мисцелле из декантатора проникать в слой движущегося материала и извлекать поверхностное масло. Материал, пройдя слой мисцеллы, попадает в межвитковую зону (между шнековыми витками 5 и 6). Под действием силы тяжести он опускается вниз и подхватывается верхним витком шнека 5. Материал последовательно проходит загрузочную колонну 1, передаточный шнек 3 и экстракционную колонну 4, в противотоке обрабатываясь мисцеллами убывающих концентраций. В верхней части экстракционной колонны он орошается чистым растворителем, проходит зону стока растворителя и через патрубки 15 выводится из экстрактора.

Чистый растворитель поступает в экстракционную колонну через патрубки 7 или 14 и движется в противотоке с материалом. По мере движения по экстракционной колонне 4, передаточному шнеку 3 и загрузочной колонне 1 он обогащается маслом. В межвитковой зоне мисцелла самофильтруется через слой материала и поступает в декантатор 2, где дополнительно отстаивается, и затем выводится через патрубок 16.

Важную роль в работе экстрактора играет положение ограничительных планок 12 и 13, которые регулируют слой материала на витках верхней и нижней частей шнекового вала загрузочной колонны. Соотношение высот слоя материала, соответственно, в верхней и нижней частях вала должно составлять 2 : 1—1,5 : 1.

При соотношении менее 1,5 : 1 происходит подпрессовка материала в нижней части вала, что может привести к запрессовке экстракто-

ра, а при соотношении более 2 : 1 — снижается производительность экстрактора.

Экстрактор также оборудован автоматическим бензоотводчиком.

За счет проведенной модернизации повысилась производительность экстрактора, увеличилась концентрация мисцеллы, снизился риск запрессовки и переброса растворителя в тостер.

Показатели работы экстрактора (вторая модификация) приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	520—530
Масличность шрота, %	1,0—1,5
Концентрация мисцеллы, %	20—22
Массовая доля нежировых примесей, %	0,4—0,8
Бензовлагодеемость, %	29—32

Экстракторы, работающие по способу многоступенчатого орошения экстрагируемого материала растворителем. В этих экстракторах процесс извлечения масла осуществляется в режиме противотока с помощью рециркулирующей мисцеллы. В ходе рециркуляции на материал на каждой ступени подается мисцелла, откачиваемая из сборника, расположенного под той же или соседней ступенью экстракции. На последней ступени экстракции материал орошается чистым растворителем.

К этому типу относится большая группа экстракторов: ленточные (Де Смет, МЭЗ, Тройка), рамочные (Европа Краун), лотковые (Н.Л.С.) и карусельные («Харбург Фройденбергер», «Сивей»).

Ленточные экстракторы широко представлены на масложировых предприятиях страны. Характерными их особенностями являются:

- использование только верхней ветви ленточного транспортера;
- неподвижное пребывание экстрагируемого материала на ленте;
- отсутствие четкого разделения ступеней при рециркуляции мисцеллы;
- низкий коэффициент использования объема экстрактора (около 25 %).

Ленточный экстрактор МЭЗ в настоящее время в нашей стране эксплуатируется только на нескольких заводах.

Основным рабочим органом экстрактора (**рис. 6.15**) является горизонтальный сетчатый ленточный транспортер 4. Ширина слоя материала на ленте 2,4 м. Лента транспортера состоит из двух параллельно расположенных бесконечных цепей и прикрепленных к ним каркасных рамок с перфорированными пластинами, затянутыми специальной плетеной сеткой. Бесконечные цепи ленты подвешиваются на две пары звездочек: 2 (ведущие) и 13 (ведомые).

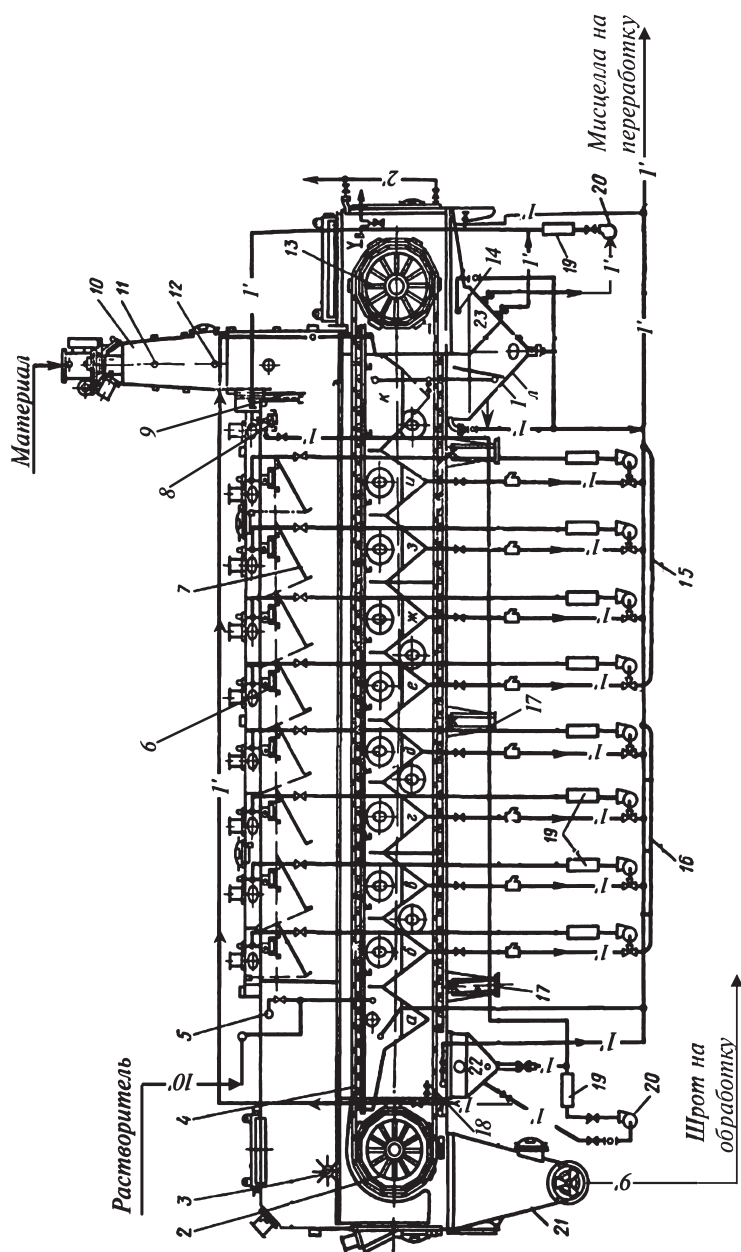


Рис. 6.15. Ленточный экстрактор МЭЗ:

1 — мисцеллосборник; 2, 13 — ведущие и ведомые звездочки, соответственно; 3 — вращающийся скребок; 4 — ленточный транспортер; 5, 6, 8 — оросители; 7 — грабельные рахлители; 9 — шиббер; 10 — загрузочный бункер; 11, 12 — ограничители уровня материала в бункере; 14, 18 — перфорированные трубки; 15, 16 — блок-насосы; 17 — опоры экстрактора; 19 — теплообменники; 20 — насосы мисцеллы; 21 — разгрузочный бункер; 22, 23 — сборники промывной мисцеллы;

а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к — мисцеллосборники;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 9' — шрот; 10' — растворитель

Привод ведущих звездочек осуществляется через вариатор, редуктор и храповой механизм от электродвигателя. Скорость ленты может изменяться с помощью вариатора от 0,5 до 5,0 м/ч, но, как правило, составляет 4,5–5,0 м/ч.

В верхней части корпуса экстрактора, установленного на опорах 17, над загрузочным бункером 10 расположен шлюзовой затвор, главное назначение которого — герметизировать экстрактор, работающий под небольшим разрежением, со стороны входа исходного материала и ограничить попадание в него воздуха.

При нормальных условиях герметизация обеспечивается также материалом в загрузочном бункере, образующим своеобразную пробку. Уровень материала в бункере поддерживается ограничителями уровня: верхним 11 и нижним 12.

В нижней части загрузочного бункера расположен вертикальный шибер 9, при помощи которого на ленте экстрактора устанавливается слой материала высотой от 0,8 до 1,5 м. Над слоем расположены в два ряда оросители 6, при помощи которых обеспечивается равномерное орошение материала по всей его ширине на ленте экстрактора. Под верхним полотном ленты расположен мисцеллосборник промывного растворителя *a*, где собирается наиболее слабая мисцелла, полученная при промывке обезжиренного материала чистым растворителем, и восемь мисцеллосборников *б—и* соответственно количеству ступеней экстракции.

Мисцелла перед выходом из экстрактора собирается в сборнике 1. Промывка ленты экстрактора проводится чистой концентрированной мисцеллой через перфорированные трубки 14 и 18.

Мисцелла после промывки собирается в сборниках 22 и 23, которые расположены под нижним полотном ленты.

Экстрагируемый материал в виде жмыховой крупки, гранул или лепестка через шлюзовой затвор подается в бункер 10, откуда постепенно увлекается ленточным транспортером. Во время движения ленты материал подвергается орошению сначала крепкой мисцеллой, а затем мисцеллой убывающей концентрации. Верхний слой материала прочесывается грабельными рыхлителями 7, которые выполняют двойную функцию: восстанавливают хорошую проницаемость материала, мелкие частицы которого способны слеживаться, и создают валики из материала, разделяющие зоны орошения и препятствующие смешиванию мисцелл разной концентрации на поверхности экстрагируемого материала.

Перед разгрузочным бункером 21 материал орошается чистым растворителем, который подается через перфорированную трубку оросителя 5. Затем материал проходит зону стока растворителя, составляющую около 2 м по длине ленты.

Обезжиренный материал вращающимся скребком 3 сбрасывается в разгрузочный бункер 21, откуда выводится шнеком с регулируемой скоростью вращения. Разгрузочный бункер одновременно является буфером, демпфирующим колебания потока материала, отводимого из экстрактора в тостер.

Чистый растворитель подается в конце цикла экстракции, проходит через слой материала, извлекает остатки масла, и полученная первая слабая мисцелла постепенно накапливается в коническом мисцеллосборнике *а*.

В перегородках, разделяющих мисцеллосборники, имеются переливные отверстия, которые располагаются так, что избыток мисцеллы последовательно переливается каскадом от сборника *а* до сборника *к*.

Ввиду того, что растворитель на промывку материала поступает непрерывно, избыток его из сборника *а* перетекает в сборник *б*, откуда определенное количество мисцеллы откачивается первым насосом блока 16 на материал, перемещающийся в это время над сборником *б*. Из сборника *б* избыток мисцеллы перетекает в сборник *в* и далее в сборники *г*, *д* и т. д.

Рециркуляция мисцеллы на участке мисцеллосборников *б*, *в*, *г*, *д* (V–VIII ступени экстракции) осуществляется четырехсекционным блок-насосом 16, а на участке сборников *е*, *ж*, *з*, *и* (I–IV ступени экстракции) — блок-насосом 15.

Подогрев мисцеллы и растворителя предусмотрен в теплообменниках 19.

Мисцелла после промывки ленты из сборников 22 и 23 подается на качающийся ороситель 8 и затем поступает для смачивания свежего материала на первую ступень экстракции. Здесь загрязненная промывная мисцелла самофильтруется через слой материала, дополнительно насыщается маслом и собирается в сборнике *к*, откуда перетекает в мисцеллосборник 1. В сборник *к* также перетекает концентрированная мисцелла из сборника *и*. Отвод конечной мисцеллы из экстрактора осуществляется из мисцеллосборника 1. Экстрактор работает под слабым разрежением.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	380
Масличность шрота, %	0,9–1,1
Концентрация мисцеллы, %	25–30
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	0,03

Ленточные экстракторы фирмы «Де Смет» успешно работают в нашей стране на ряде предприятий. Их особенностью является использование высокого слоя экстрагируемого материала. Они представлены несколькими модификациями (ДС, ЛМ и др.), имеющими принципиально одинаковое устройство и незначительные отличия.

Экстрактор Де Смет по конструкции аналогичен МЭЗ. Ниже приведено описание технологической схемы работы экстрактора LM.

Экстрактор LM (рис. 6.16) представляет собой прямоугольную конструкцию, внутри которой расположен транспортер 1. В отличие от экстракторов Де Смет и МЭЗ, транспортер экстрактора LM является самоочищающимся. Конструктивно он выполнен из ряда рам, каждая из которых оборудована поверхностью из пластин клиновидного профиля из нержавеющей стали. Форма пластин обеспечивает минимальное прохождение мелких частиц шрота, которые при этом никогда не забивают щели между пластинами. Транспортер приводится в движение от двух звездочек 2 и 3, его скорость может меняться.

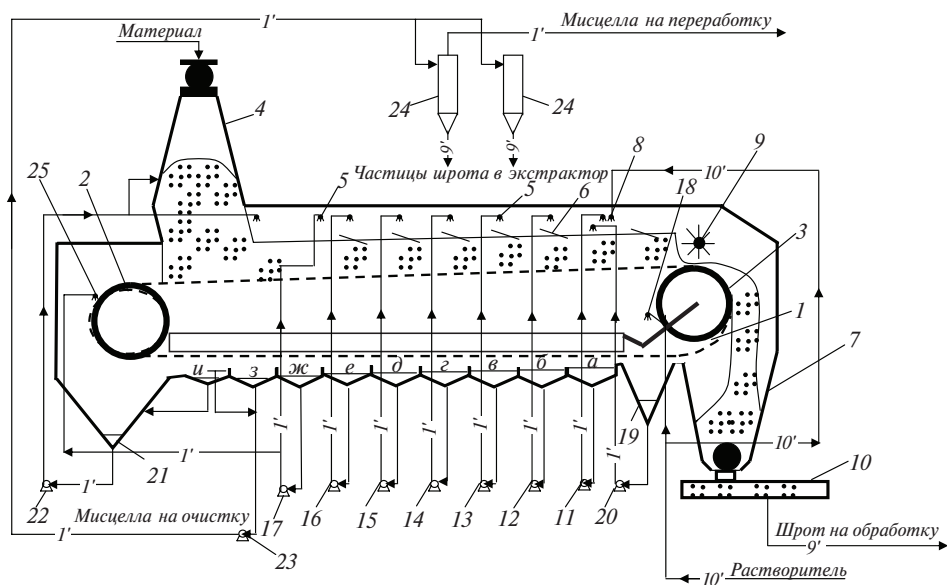


Рис. 6.16. Ленточный экстрактор LM:

- 1 — ленточный транспортер; 2, 3 — звездочки; 4 — загрузочный бункер; 5, 8, 18, 25 — оросители; 6 — шарнирные рыхлители; 7 — разгрузочный бункер; 9 — барабанный ворошильник; 10 — шнек шрота; 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 23 — насосы для мисцеллы; 19, 21 — мисцеллосборники; 24 — гидроциклоны;
 а, б, в, г, д, е, ж, з, и — мисцеллосборники;
 1' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

Загрузочный бункер экстрактора 4 оснащен регулятором уровня, контролирующим уровень материала в бункере посредством автоматического изменения скорости ленточного транспортера.

Экстрактор LM (как и экстрактор МЭЗ) оборудован пластиной (шибером) (на рисунке пластина не показана), контролирующей высоту

слоя материала на транспортере. Регулированием положения пластины, которое осуществляется с внешней стороны аппарата, можно увеличить производительность экстрактора.

Над слоем материала расположены щелевые форсунки — оросители 5 по одной или две над каждой ступенью экстракции.

Подача мисцеллы и растворителя в оросители регулируется с помощью кранов для каждой отдельной ступени.

Для сбора мисцеллы и промывного растворителя служат мисцеллосборники: *а, б, в, г, д, е, ж, з, и*. В отличие от экстракторов Де Смет и МЭЗ, в экстракторе LM они расположены под нижней ветвью транспортера, что снижает степень его забивания материалом и облегчает очистку.

Во время движения ленты материал подвергается орошению сначала концентрированной мисцеллой, а затем — мисцеллами убывающей концентрации. Начальные ступени экстракции осуществляются в затопленных мисцеллой слоях, что обеспечивает максимальную продолжительность контакта растворителя (мисцеллы) и материала. На следующих ступенях происходит просачивание мисцеллы через слой материала.

В отличие от экстракторов Де Смет и МЭЗ, в экстракторе LM слой материала на транспортере перемещается не в горизонтальной плоскости, а под углом в 3° . Это повышает эффективность его промывки растворителем и мисцеллой, а также исключает застаивание растворителя и мисцеллы в материале. Верхний слой материала прочесывается шарнирными рыхлителями *б*, которые выполняют двойную функцию: восстанавливают хорошую проницаемость материала, мелкие частицы которого способны слеживаться, и создают валики, разделяющие зоны орошения, а также препятствующие смешиванию мисцелл разных концентраций на поверхности экстрагируемого материала.

Перед разгрузочным бункером материал орошается чистым растворителем, который подается через ороситель 8, проходит зону стока растворителя (около 2 м) и барабанным ворошителем 9 сбрасывается в разгрузочный бункер 7, откуда он удаляется шнеком 10 с регулируемой скоростью вращения.

Чистый растворитель подается в экстрактор из сепаратора для отделения растворителя и воды. Пройдя два подогревателя, он поступает в напорный бак, который постоянно питает насос высокого давления для промывки ленты. Избыток растворителя подается в конце цикла экстракции на практически обезжиренный материал, из которого извлекает остатки масла. Полученная первая слабokonцентрированная мисцелла собирается в мисцеллосборнике *а*, расположенном под лентой транспортера, откуда насосом 11 направляется с помощью ороси-

теля на материал, расположенный на этой же или соседней ступени экстракции (на рисунке мисцелла подается на орошение материала на своей же ступени экстракции). Аналогично протекает процесс и на других ступенях экстракции.

По мере движения материала через ступени орошения мисцелла, движущаяся противотоком, насыщается маслом.

Мисцеллосборники, расположенные снизу, оборудованы порогамми, обеспечивающими процесс автоматического перетока мисцеллы со ступеней с меньшей концентрацией в ступени с большей концентрацией.

Полученная наиболее концентрированная мисцелла собирается в мисцеллосборнике *и*. С целью избежания попадания мелких частиц шрота в мисцеллу, выходящую из экстрактора, из нижней части мисцеллосборника *и* она перетекает в мисцеллосборник *21*, откуда с помощью насоса *22* подается на свежий материал (на замачивание в загрузочный бункер и на первую ступень экстракции). Пройдя через слой материала, мисцелла освобождается от частиц шрота и собирается в мисцеллосборнике *з*, откуда насосом *23* откачивается на очистку в гидроциклоны *24*.

Экстрактор ЛМ снабжен двумя устройствами для промывки ленточного транспортера.

Первое устройство установлено после разгрузочного бункера. Перед промывкой транспортера осуществляется его очистка с помощью механического скребка, находящегося внутри разгрузочного бункера, который удаляет крупные комки материала (в случае их налипания на поверхность транспортера). Промывка ленточного транспортера в этом месте проводится чистым растворителем, подаваемым под большим давлением через ороситель *18*. Это обеспечивает тщательную очистку ленточного транспортера от остатков шрота. Промывной растворитель собирается в мисцеллосборнике *19*, откуда с помощью насоса *20* направляется на наиболее обезжиренный материал.

Второе промывное устройство находится непосредственно перед загрузкой материала, где ленточный транспортер промывается концентрированной мисцеллой через ороситель *25*. Мисцелла смазывает транспортер маслом, снижая вероятность его загрязнения. Промывная мисцелла собирается в мисцеллосборнике *21*, откуда насосом *22* подается на замачивание свежего материала.

Экстрактор соединен с конденсатором для поддержания в нем небольшого разрежения, чтобы предотвратить выброс паров растворителя в цех. Экстрактор защищен от избыточного давления посредством предохранительного клапана, который автоматически открывается и при случайном возникновении избыточного давления выводит пары из аппарата.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	400–1700
Масличность шрота, %	0,5–1,5
Концентрация мисцеллы, %	20–25
Массовая доля нежировых примесей, %	0,02

Экстрактор фирмы «Тройка» (рис. 6.17) по конструкции близок к экстракторам ДС и МЭЗ.

Основным рабочим органом экстрактора является конвейерная лента *1*, предназначенная для транспортирования материала из зоны загрузочного бункера к разгрузочному. Конвейерная лента состоит из каркасных рам с перфорированными пластинами, на которой формируется равномерный слой материала.

Загрузочный бункер *2* выполняет роль буфера, препятствующего выходу паров растворителя из экстрактора через систему подачи.

Бункер снабжен двумя регуляторами уровня: верхним *19* и нижним *20*. В случае низкого уровня материала в бункере нижний регулятор уровня подает сигнал тревоги, и лента экстрактора останавливается, в случае высокого уровня верхний регулятор подает сигнал тревоги для прекращения подачи материала.

В экстракторе поток растворителя направлен навстречу потоку материала. Чистый растворитель подается на наиболее обезжиренный материал, а концентрированная мисцелла — на вновь поступающий. Отвод мисцеллы из экстрактора в гидроциклон *4* осуществляется из мисцеллосборников *м* и *л*. Очищенная мисцелла собирается в мисцеллосборнике чистой мисцеллы *5*, откуда насосом *17* откачивается на дистилляцию.

Экстрагируемый материал через роторный воздушный затвор *6*, который регулирует количество материала, поступающего в бункер и ограничивает попадание воздуха в экстрактор, поступает в загрузочный бункер *2*, а из него — на конвейерную ленту *1*. Пройдя все ступени экстракции, на которых материал вначале орошается концентрированной мисцеллой, а затем — мисцеллами убывающих концентраций и в конце — чистым растворителем, сбрасывается с помощью рыхлителя *21* в приемник шрота *3*.

Конвейерная лента экстрактора после сброса материала очищается щеткой, которая счищает материал, оставшийся на ленте, и сбрасывает его в приемник шрота. Затем она подвергается двукратной промывке: вначале чистым растворителем, а затем концентрированной мисцеллой.

Растворитель после промывки ленты собирается в сборнике *11*, откуда поступает в общую линию растворителя, подаваемого на обезжи-

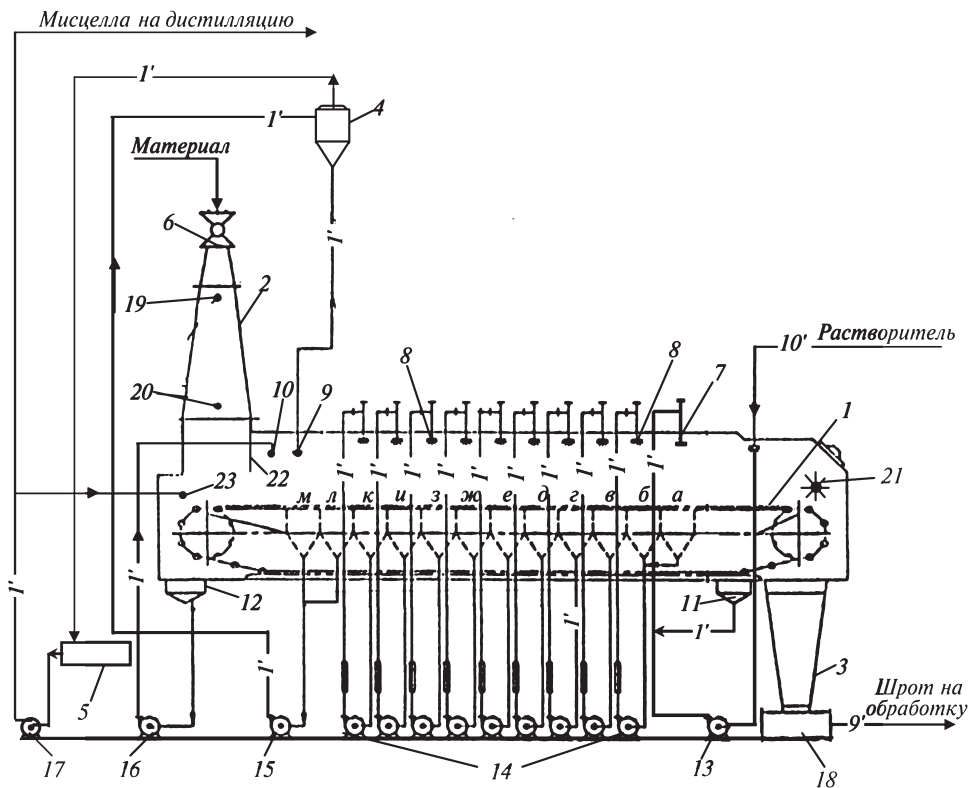


Рис. 6.17. Экстрактор фирмы «Тройка»:

1 — конвейерная лента; 2 — загрузочный бункер; 3 — приемник шрота; 4 — гидроциклон для очистки мисцеллы; 5 — мисцеллосборник очищенной мисцеллы; 6 — роторный воздушный затвор; 7 — ороситель для чистого растворителя; 8 — оросители для рециркуляционной мисцеллы; 9 — ороситель для подачи мисцеллы с частицами шрота из гидроциклона; 10 — ороситель для подачи мисцеллы после промывки ленты; 11 — сборник для растворителя после промывки ленты; 12 — сборник для мисцеллы после промывки ленты; 13 — насос для подачи чистого растворителя; 14 — рециркуляционные насосы; 15 — насос для подачи концентрированной мисцеллы в гидроциклон; 16 — насос для подачи мисцеллы после промывки ленты на свежий материал; 17 — насос для откачки растворителя на дистилляцию и подачи его части на промывку ленты; 18 — конвейер шрота; 19, 20 — регуляторы уровня шрота в загрузочном бункере; 21 — рыхлитель; 22 — шибер, регулирующий высоту слоя материала на ленте; 23 — ороситель для промывки ленты; а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л, м — мисцеллосборники; 1' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

ренный материал. Промывка ленты концентрированной мисцеллой производится с помощью оросителя 23 перед ее загрузкой свежим материалом. Промывная мисцелла собирается в сборнике 12, откуда насосом подается на орошение свежего материала.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность, т/сут семян подсолнечника	700
Масличность шрота, %	1,0
Концентрация мисцеллы, %	17–25
Бензовлагодность шрота, %	30–35

Экстрактор фирмы «Н.Л.С.» (рис. 6.18) относится к аппаратам непрерывного действия с малой высотой слоя материала, работающих по способу многоступенчатого противоточного орошения экстрагируемого материала растворителем.

Корпус экстрактора выполнен из нержавеющей стали, что предотвращает коррозию металла, особенно при работе с такими коррозионными материалами, как семена рапса.

Основным рабочим органом экстрактора являются перфорированные лотки 1, которые перемещаются по наклонным направляющим вначале по верхней ветви 2, а затем по нижней 3.

Величина наклона направляющих 1,5°. Под ветвями расположены мисцеллосборники а, б, в, г, д, е, ж.

Экстрагируемый материал транспортером подается в загрузочный бункер 4. В бункере с помощью радиоактивного гамма-детектора поддерживается определенный уровень материала, что обеспечивает хороший газовый затвор. Детектор изменяет скорость движения лотков в экстракторе в соответствии с уровнем материала в бункере.

Экстракция масла из материала осуществляется в противотоке. Экстрагируемый материал в лотках вначале перемещается по верхней ветви, затем с помощью опрокидывателя попадает в лотки нижней ветви и перемещается в противоположном направлении к разгрузочному бункеру 5. Растворитель подается на наиболее обезжиренный материал, а концентрированная мисцелла на свежий, поступающий в экстрактор.

Растворитель, пройдя через слой материала и проэкстрагировав из него остатки масла, собирается в мисцеллосборнике а. Из него полученная слабая мисцелла рециркуляционным насосом 9 подается на следующую ступень экстракции. Аналогично осуществляется процесс на всех последующих ступенях экстракции. На последней ступени орошение свежего материала осуществляется мисцеллой, подаваемой насосом 10 из конуса общего сборника мисцеллы 11.

Концентрированная мисцелла, пройдя через слой свежего материала и проэкстрагировав наиболее легко извлекаемое поверхностное

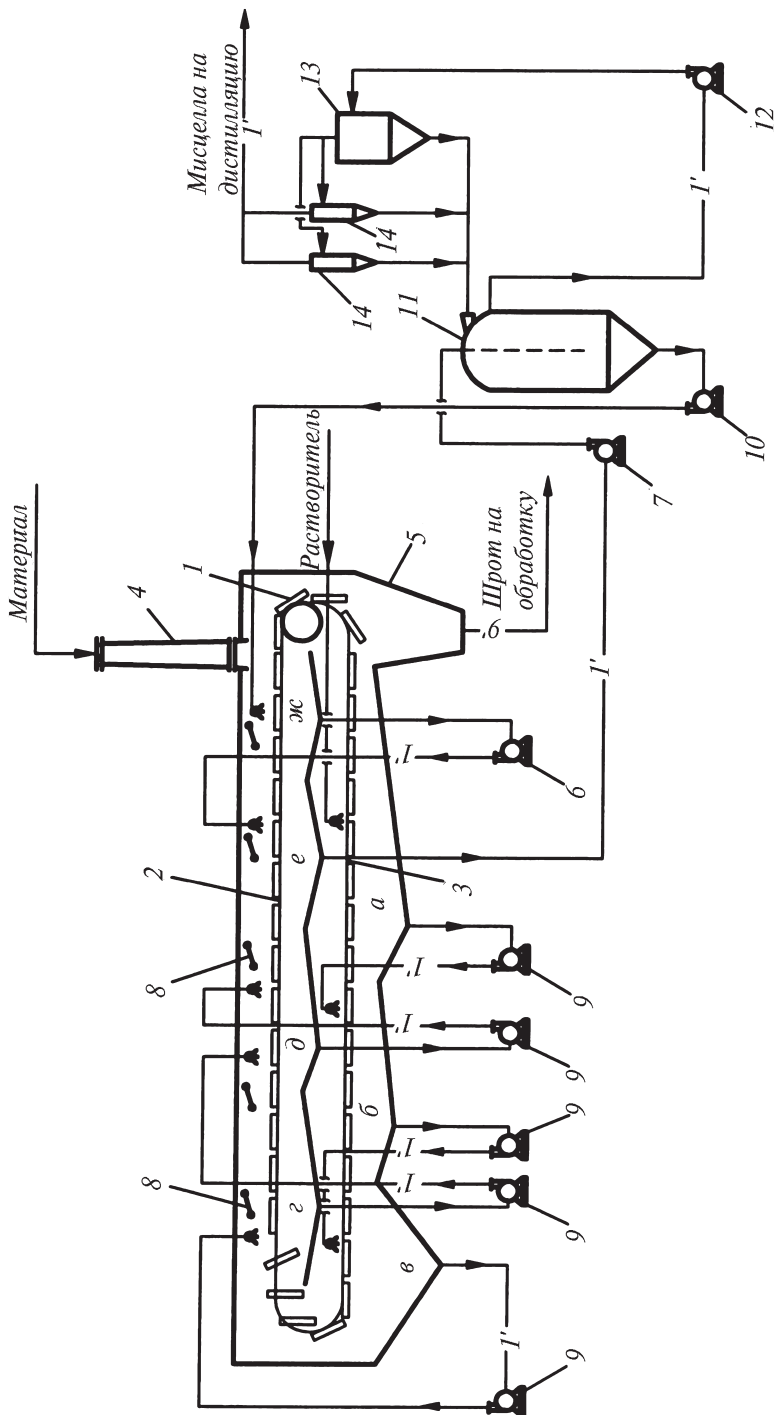


Рис. 6.18. Экстрактор фирмы «Н.И.С.»:

1 — перфорированные лотки; 2, 3 — ветви экстрактора, соответственно, верхняя и нижняя; 4 — загрузочный бункер; 5 — разгрузочный бункер; 6, 7, 9, 10, 12 — насосы для мисцеллы; 8 — скреперы; 11, 13 — мисцеллосборники; 14 — гидроциклоны; а, б, в, д, е, ж — мисцеллосборники; I' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

масло, рециркуляционным насосом 6 подается на следующую ступень экстракции. Здесь она дополнительно самофильтруется через слой материала и насосом 7 откачивается из мисцеллосборника *e*, расположенного под этой же ступенью, в общий сборник мисцеллы 11.

Отличительной особенностью данного экстрактора является наличие в нем опрокидывателя и скреперов, предназначенных для улучшения процесса экстракции масла.

Известно, что при рециркуляции мисцеллы в процессе ее самофилтрования через слой материала все мелкие частицы, содержащиеся в мисцелле, задерживаются на поверхности материала. В результате на поверхности создается плотный слой, который препятствует проникновению мисцеллы в материал и осуществлению перколяции. С помощью механизма опрокидывания материал в середине своего пути в экстракторе переворачивается и падает в размещенный под ним лоток, в результате образовавшийся слой мелких частиц разрушается, материал перемешивается, что и создает условия для осуществления надлежащей промывки его мисцеллой. Кроме того, экстрактор оборудован несколькими скреперами 8 для соскабливания верхнего слоя пласта материала с целью разрушения плотных образований частиц, благодаря которым обеспечивается подвижность материала при его контакте с растворителем и мисцеллой, а также улучшается пропитка материала этими экстрагентами.

В экстракторе этого типа экстрагируемый материал не может вместе с экстрагентом (растворителем и мисцеллой) через лотки попасть в резервуар с мисцеллой, что предотвращает загрязнение мисцеллы, а также закупорку труб, вентиля и насосов.

Лотки при движении «вибрируют», что снижает возможность забивки отверстий в днище лотков. Кроме того, в задней стенке экстрактора предусмотрена установка насадок-очистителей, разбрызгивающих мисцеллу на лоток под давлением в 100 бар.

Фирма «Н.Л.С.» выпускает экстракторы с различной производительностью, которые эксплуатируются в ряде стран (США, Филиппины, Индонезия, Англия, Турция, Сингапур, Иран, Нигерия и др.) в основном на переработке семян сои. Имеется опыт переработки семян хлопчатника, подсолнечника и рапса.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность экстрактора по семенам сои, т/сут	210–1500
Масличность шрота, %, не более	1,0
Концентрация мисцеллы, %	30–35
Бензовлагодность шрота, %	22–35

Экстрактор фирмы «Европа Краун» (рис. 6.19) представляет собой петлеобразный горизонтальный аппарат непрерывного действия с малой высотой слоя материала, работающий по способу многоступенчатого противоточного орошения экстрагируемого материала растворителем.

Основным рабочим органом экстрактора является рамочный цепной конвейер, помещенный в корпус 1, перемещающий экстрагируемый материал. Конвейер приводится в движение электродвигателем 3 с редуктором 2 через цепную передачу. Конвейер помещается в фигурном корпусе и имеет две горизонтальные (верхнюю и нижнюю) и две вертикальные (нисходящую и восходящую) ветви. Верхние и нижние секции экстрактора имеют самоочищающиеся решетки из стержня трапециевидного типа.

Экстрагируемый материал в виде жмыховой крупки, лепестка или гранул цепным скребковым транспортером подается через постоянный магнит в загрузочный бункер 4 экстрактора. В загрузочном бункере установлен датчик контроля уровня, который регулирует скорость движения конвейера экстрактора, поэтому в бункере поддерживается постоянный слой материала, образующий газовый затвор. Скорость движения конвейера автоматически регулируется в зависимости от количества жмыха, подаваемого в экстрактор. Кроме того, загрузочный бункер оборудован щупом, который подает сигнал о достижении экстрагируемым материалом безопасного нижнего уровня и о включении системы контроля ультразвуком.

В качестве дополнительной меры безопасности к верхней части бункера подключен вентилятор для создания воздушного подпора, предотвращающего поступление паров растворителя в систему подачи экстрагируемого материала.

Из загрузочного бункера 4 материал поступает на днище экстрактора, по которому он перемещается с помощью специального цепного конвейера, при этом поддерживается слой определенной высоты. В первой части верхней секции он сразу орошается мисцеллой высокой концентрации, где из поступающего свежего материала экстрагируется наиболее легко извлекаемое поверхностное масло. При транспортировании по верхней ветви экстрактора он последовательно орошается мисцеллой убывающей концентрации. Затем материал поступает в нижнюю ветвь экстрактора и промывается мисцеллой более слабой концентрации и на конечном этапе — чистым растворителем.

После окончательной промывки обезжиренный материал проходит зону стока растворителя и поступает в разгрузочный винтовой конвейер экстрактора, а затем в цепной транспортер типа «гусиная шея» 5, который, с одной стороны, соединен с разгрузочным винтовым конвейером экстрактора, а с другой — с чанным испарителем.

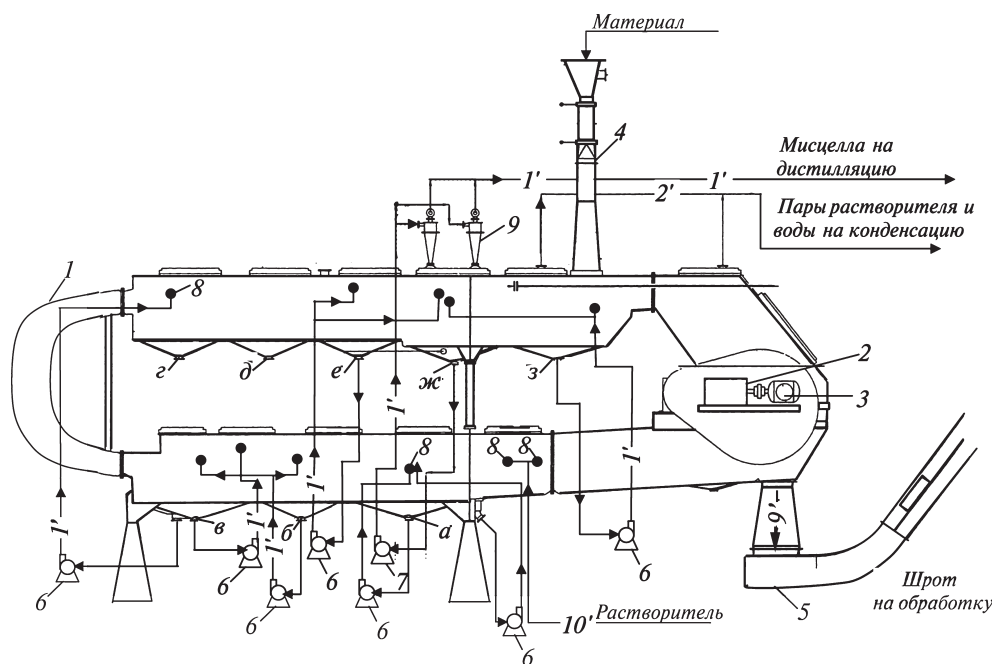


Рис. 6.19. Экстрактор фирмы «Европа Краун»:

- 1 — корпус экстрактора; 2 — редуктор; 3 — электродвигатель; 4 — загрузочный бункер;
 5 — цепной транспортер шрота;
 6, 7 — насосы для мисцеллы; 8 — распределительные устройства для орошения мисцеллы; 9 — гидроциклоны;
 а, б, в, г, д, е, ж, з — мисцеллосборники;
 1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 9' — шрот; 10' — растворитель

Чистый растворитель из бензоводоотделителя (секции растворителя) через гидроциклон-водоосадитель и подогреватель подается с помощью разбрызгивателей 8 в экстрактор на последнюю ступень орошения нижней ветви экстрактора. Проникая через слой движущегося материала, растворитель извлекает остатки масла, и полученная первая слабая мисцелла постепенно накапливается в коническом мисцеллосборнике а. Из мисцеллосборника мисцелла насосом б подается в распределительное устройство 8 (зубчатое корыто), расположенное точно над этим же мисцеллосборником. Избыток мисцеллы, возникающий за счет постоянного поступления свежего растворителя через разбрызгиватели, перетекает в следующий мисцеллосборник б, расположенный ближе к загрузке материала в экстрактор. Мисцелла из этого мисцеллосборника насосом подается на орошение материала в распределительное устройство (разбрызгиватели) своего участка и разбрызгиватели соседнего (над мисцеллосборником в). На данном

участке материал проэкстрагирован меньше, чем на последующем участке, и слабая мисцелла, проходя через него, обогащается маслом, становится более концентрированной.

Аналогичным образом осуществляется экстракция на всех последующих ступенях, где по мере приближения к участку загрузки экстрактора концентрация мисцеллы возрастает.

Мисцелла движется противотоком по отношению к экстрагируемому материалу, кроме того, она совершает замкнутый кругооборот: мисцеллосборник — насос — разбрызгиватель — мисцеллосборник.

Таким образом, растворитель, все более обогащаясь маслом, перетекает последовательно из мисцеллосборника с более низкой концентрацией в мисцеллосборник с более высокой концентрацией, а насосы, откачивая мисцеллу из отдельных секций мисцеллосборников к разбрызгивателям, создают циркуляционный поток, каждый на своем участке экстракции.

Для поддержания температурного режима процесса экстракции растворитель и мисцелла, подаваемые в распределительные устройства, дополнительно подогреваются после насосов в подогревателях, обогреваемых паром (подогреватели на рисунке не приведены).

Полученная концентрированная мисцелла, проходя через слой свежего, вновь поступившего экстрагируемого материала, дополнительно обогащается маслом и фильтруется, освобождаясь от грубых примесей, после чего поступает в мисцеллосборник 3. Из него насосом она подается на предыдущую ступень экстракции, расположенную над мисцеллосборником ж. Здесь она дополнительно самофильтруется через слой материала и насосом 7 откачивается из мисцеллосборника ж, расположенного под этой ступенью, на очистку в гидроциклоны 9.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность экстрактора по семенам подсолнечника, т/сут	до 1000
Масличность шрота, %, не более	1,0
Концентрация мисцеллы, %	18—23

Карусельный экстрактор фирмы «Харбург Фройденбергер» (рис. 6.20) работает как перколяционный аппарат непрерывного действия. Он имеет газоплотный цилиндрический корпус, разделенный горизонтальной щелевой тарелкой 1. Над тарелкой на вертикальном валу 2 вращается лопастное колесо с лопастями 3, которое перемещает экстрагируемый материал по тарелке. Верхняя часть щелевой тарелки выполнена из нержавеющей стали и состоит из профилей трапецевидного сечения. Профили расположены многоугольником относительно оси ротора и образуют на поверхности перегородки прямые щели, ширина

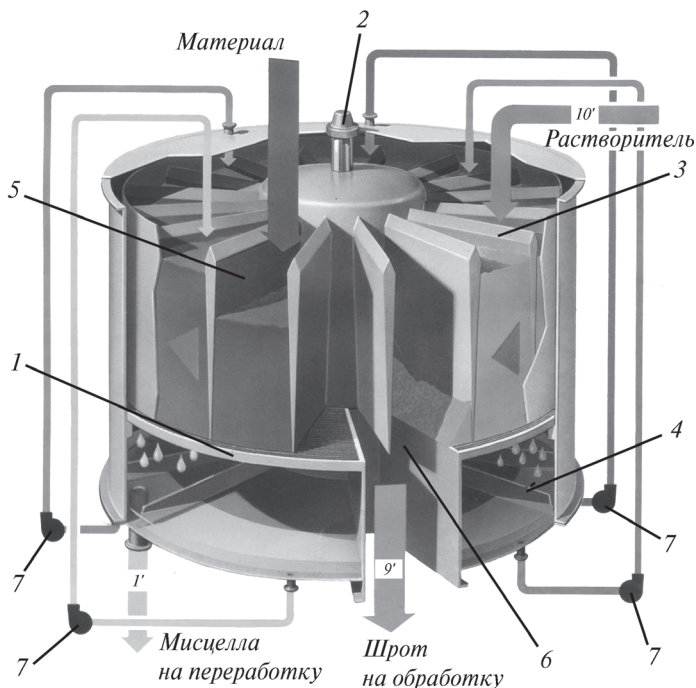


Рис. 6.20. Экстрактор фирмы «Харбург Фройденбергер»:

- 1 — горизонтальная щелевая тарелка; 2 — вертикальный вал; 3 — лопасти;
 4 — перегородки; 5 — камеры для экстрагируемого материала; 6 — секторный
 вырез в тарелке; 7 — циркуляционные насосы;
 1' — мисцелла; 9' — шрот; 10' — растворитель

которых увеличивается сверху вниз (камеры 5). Благодаря трению движущегося продукта о тарелку, расположению щелей и их расширению сверху вниз, обеспечивается самоочистка тарелки.

Пространство под тарелкой служит приемной ванной для мисцеллы, разделенной вертикальными перегородками 4 на отсеки с мисцеллой разной концентрации.

Экстрагируемый материал подается в свободную камеру экстрактора 5 скребковым транспортером и шнековым питателем через самотечную входную трубу. По мере вращения ротора материал в камерах орошается мисцеллами убывающей концентрации. Наиболее концентрированная мисцелла подается на свежий материал. Пройдя через его слой и проэкстрагировав поверхностное масло, она выводится из экстрактора.

Далее на частично обезжиренный материал подаются мисцеллы более низких концентраций и в конце процесса экстракции материал орошается чистым растворителем.

Полученные мисцеллы собираются в мисцеллосборниках, расположенных под соответствующими камерами. Из мисцеллосборников с помощью циркуляционных насосов 7 они подаются через подогреватели на предыдущую ступень экстракции, то есть на более масличный материал. Такой цикл повторяется на каждой ступени экстракции, в результате чего в последнем мисцеллосборнике собирается наиболее концентрированная мисцелла, которая и выводится из экстрактора.

Обезжиренный материал, пройдя зону стока растворителя, попадает в секторный вырез 6 в тарелке, через который выводится в непрерывно работающее выгрузное устройство.

Экстрактор работает под небольшим разрежением, создаваемым вытяжным вентилятором.

Этот тип экстракторов характеризуется высокой концентрацией и достаточной чистотой получаемых мисцелл, простотой конструкции, небольшой металлоемкостью и высокой надежностью в работе. Однако не исключена возможность слеживания материала из-за достаточно высокого его слоя, что несколько снижает эффективность действия растворителя.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность экстрактора по семенам подсолнечника, т/сут	900
Масличность шрота, %, не более	0,8
Концентрация мисцеллы, %	25–30

Карусельный экстрактор фирмы «Сивей» (КНР) (рис. 6.21) является противоточным экстрактором. В нем имеется вращающийся ротор с 16 радиально расположенными камерами 1. Каждая камера в нижней своей части снабжена перфорированными, шарнирно закрепленными неподвижными днищами 2, прижимаемыми специальными плоскими пружинами к ободу вращающегося коллектора. Днища выполнены в виде зеерной решетки, через щели которой фильтруется мисцелла, проходящая через слой материала. Очистка зееров неподвижного днища осуществляется с помощью движущегося материала и щеток, прикрепленных к стенкам вращающегося ротора. В одном месте днище имеет сегментный вырез, через который проэкстрагированный материал через бункер 3 выводится из экстрактора.

Для сбора мисцеллы служит коллектор, состоящий из шести мисцеллосборников с коническими днищами *а, б, в, г, д, е*.

Жмых в виде гранул, крупки, лепестка, хлопьев и т. д. подается в цех экстракции при помощи скребкового конвейера 4. Проходя через плоскую задвижку 5 с пневматическим приводом, он попадает в бункер 6. Плоская задвижка 5 препятствует выходу паров раствори-

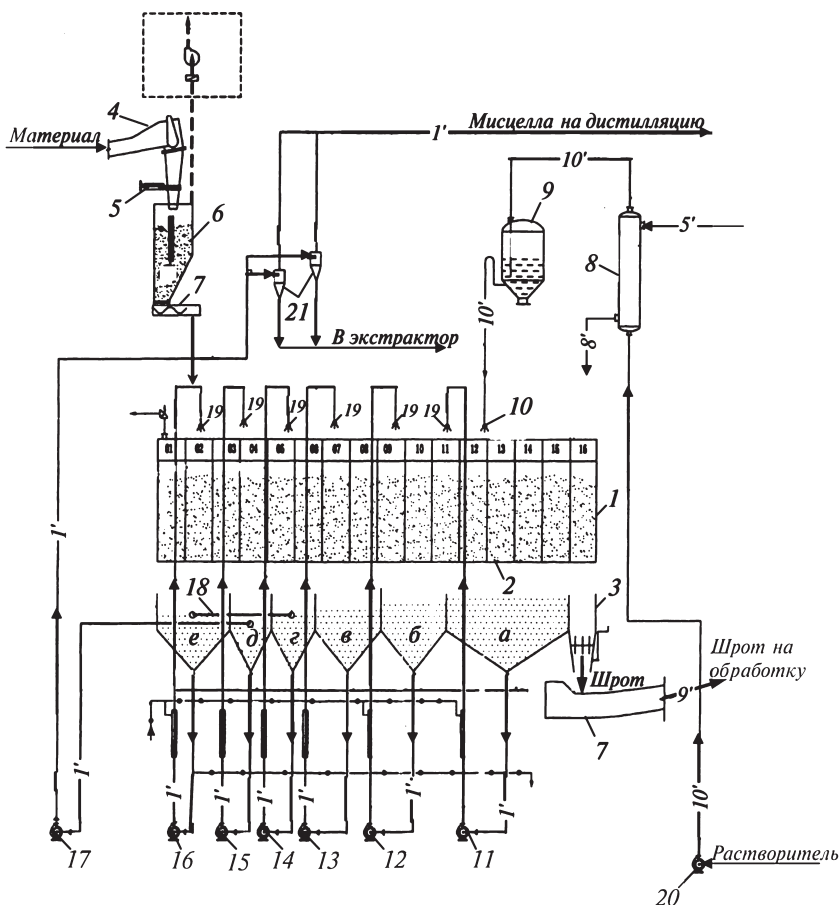


Рис. 6.21. Экстрактор фирмы «Сивей»:

1 — камеры для экстрагируемого материала; 2 — днища камер; 3 — разгрузочный бункер шрота; 4 — скребковый конвейер; 5 — плоская задвижка; 6 — загрузочный бункер; 7 — винтовой конвейер; 8 — теплообменник для подогрева растворителя; 9 — танк; 10, 19 — форсунки; 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 — насосы для мисцеллы; 18 — переливная труба; 20 — насос для растворителя; 21 — гидроциклоны; а, б, в, г, д, е — мисцеллосборники;

1' — мисцелла; 5' — глухой пар; 8' — конденсат; 9' — шрот; 10' — растворитель

теля в другой цех при аварийной остановке цеха экстракции. Только когда материал заполнит бункер б до требуемого уровня, он поступает в экстрактор при помощи закрытого винтового конвейера 7. В винтовом конвейере бункера имеется регулятор частоты его вращения, предназначенный для контроля подачи материала в экстрактор. Во избежание попадания паров растворителя в экстракционный цех уровень материала в бункере должен быть не менее 2,0–2,5 м.

Экстрагируемый материал, поступив в свободную камеру экстрактора, начинает перемещаться по неподвижному днищу. В процессе движения он орошается вначале концентрированной мисцеллой, затем мисцеллами убывающей концентрации и в конце экстракционной трассы чистым растворителем. Растворитель подается в экстрактор насосом 20 и после подогрева в теплообменнике 8 попадает в танк 9 с распылителем. Когда уровень растворителя в танке достигает определенной высоты, он разбрызгивается при помощи форсунки 10 на практически обезжиренный материал.

Полученная слабая мисцелла собирается в мисцеллосборнике *а* и оттуда насосом 11 подается на орошение материала на следующую ступень экстракции, расположенную над мисцеллосборником *б*.

На других ступенях экстракции совершается замкнутый круг экстракции. Мисцелла из мисцеллосборников, расположенных под камерами, с помощью рециркуляционных насосов 12–16 подается на орошение материала на свою же ступень экстракции. Чтобы предотвратить попадание мисцеллы более концентрированной с одной ступени экстракции в соседний мисцеллосборник с мисцеллой более низкой концентрации, экстрактор снабжен системой автоматического контроля уровня мисцеллы в мисцеллосборниках. Он составляет 450–500 мм.

Перелив мисцеллы из мисцеллосборника с более низкой концентрацией в соседний мисцеллосборник с более высокой концентрацией осуществляется через переливные отверстия в перегородках и только из мисцеллосборника *г* в мисцеллосборник *е* через переливную трубу 18.

Откачка мисцеллы из экстрактора на очистку в гидроциклоны 21 осуществляется из мисцеллосборника *д* насосом 17.

Экстрагируемый материал, пройдя все ступени экстракции, через сегментный вырез сбрасывается в бункер 3, откуда отводится на обработку в тостер.

Экстрактор имеет регулятор частоты вращения ротора, который позволяет менять время экстракции и производительность экстрактора.

Показатели работы экстрактора приведены ниже:

Производительность экстрактора по семенам подсолнечника, т/сут	до 370
Количество подаваемого в экстрактор растворителя, м ³ /ч	5,5
Масличность шрота, %, не более	1,0
Концентрация мисцеллы, %	23–27
Бензовлагодность шрота, %	25–30

ГЛАВА 7. ПЕРЕРАБОТКА МИСЦЕЛЛЫ

7.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МИСЦЕЛЛЫ

Мисцелла, выходящая из экстрактора, представляет собой раствор масла в растворителе, в котором содержатся сопутствующие вещества и нежировые примеси (твердые частицы шрота).

Основной задачей переработки мисцеллы является удаление из нее растворителя (дистилляция) с получением масла, соответствующего требованиям стандартов.

На процесс дистилляции мисцеллы и качество получаемых масел оказывают влияние присутствующие в мисцелле нежировые примеси. Их наличие приводит:

- к вспениванию мисцеллы вплоть до выброса ее из дистилляторов в конденсаторы;
- к пригоранию твердых частиц к греющим поверхностям дистилляторов, что ухудшает условия теплоотдачи;
- к ухудшению качества получаемых экстракционных масел.

В связи с этим мисцелла, выходящая из экстрактора, подвергается двухстадийной обработке:

- очистке от нежировых примесей;
- дистилляции.

7.2. ОЧИСТКА МИСЦЕЛЛЫ ОТ НЕЖИРОВЫХ ПРИМЕСЕЙ

Содержание нежировых примесей в мисцелле зависит от типа экстрактора и колеблется от 0,03 до 1,0 %.

Известны три основных способа очистки мисцеллы от нежировых примесей:

- отстаивание;
- отделение нежировых примесей в центробежном поле;
- фильтрование.

В первых двух способах твердые частицы (нежировые примеси) движутся относительно дисперсионной среды (мисцеллы). При этом их отделение происходит либо в поле действия гравитационных сил, либо центробежных.

В третьем способе дисперсионная среда движется относительно твердых частиц. При этом процесс может происходить под напором, создаваемым насосом.

Отстаивание как самостоятельный способ очистки мисцеллы от нежировых примесей в производственных условиях не применяется, так как скорость их осаждения сравнительно мала. Она зависит от размера частиц, разности плотностей частиц и мисцеллы, а также вязкости мисцеллы. Чем меньше размеры частиц и разность плотностей обеих фаз, тем продолжительнее процесс отстаивания. Практически методом отстаивания пользуются только для удаления наиболее тяжелых частиц шрота на предварительных стадиях очистки мисцеллы.

Способ отстаивания мисцеллы в восходящем потоке применяется в декантаторах модернизированных экстракторов НД-1250, в нисходящем потоке — частично в мисцеллосборниках нефилтрованной мисцеллы.

Осаждение нежировых примесей из мисцеллы в центробежном поле в настоящее время находит широкое применение.

Наиболее часто для очистки мисцеллы этим способом применяются гидроциклоны (**рис. 7.1**). Мисцелла в гидроциклон подается через патрубок 1, расположенный по касательной к корпусу аппарата, благодаря чему она приобретает вращательное движение по спирали. При этом одна ее часть перемещается вниз, а другая — вблизи от оси гидроциклона — вверх. По мере перемещения мисцеллы вниз по спирали за счет увеличения центробежной силы вблизи оси происходит разрыв жидкости и возникает воздушный столб.

Под действием двух сил (центробежной и силы сопротивления жидкостного потока, движущегося к оси) крупные и тяжелые частицы сосредотачиваются у стенок гидроциклона и опускаются под действием силы тяжести вниз. Их вывод из гидроциклона осуществляется через патрубок 5. Более легкая, очищенная мисцелла восходящим потоком движется вверх и через сливной патрубок 2 поступает в приемную камеру 3, а из нее через патрубок 4 выводится из аппарата.

Этот способ очистки нашел применение во многих экстракционных линиях, работающих по способу ступенчатого орошения матери-

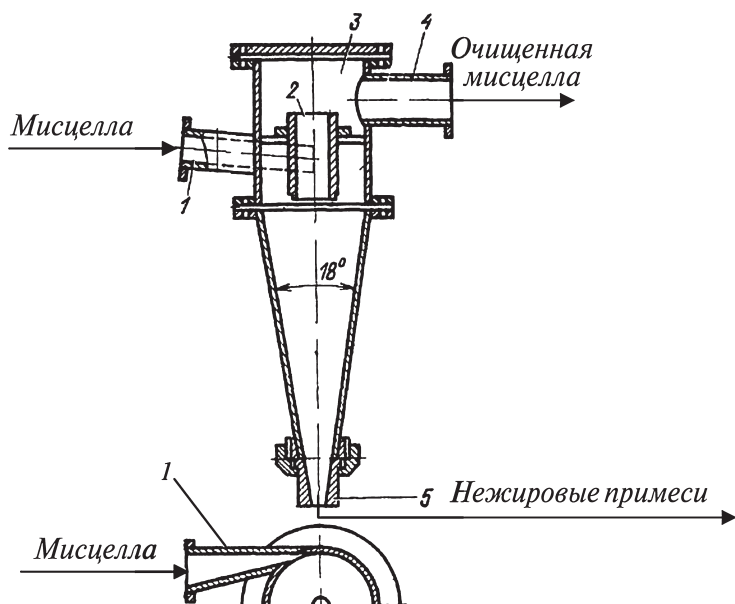


Рис. 7.1. Схема работы гидроциклона:

- 1 — патрубок для подачи мисцеллы в гидроциклон; 2 — сливной патрубок;
 3 — приемная камера; 4 — патрубок для выхода мисцеллы из гидроциклона;
 5 — патрубок для вывода нежировых примесей;

ала растворителем (линии фирм «Европа Краун», «Де Смет», «Харбург Фройденбергер», «Н.Л.С.» и др.). Причем если в линиях Европа Краун, Де Смет и Харбург Фройденбергер очистка мисцеллы осуществляется путем однократного пропуска через гидроциклон, то в линии Н.Л.С. — путем последовательного пропуска через батарею гидроциклонов.

Схема очистки мисцеллы в линии Н.Л.С. приведена на **рисунке 6.18** (см. с. 186). Мисцелла из сборника мисцеллы 11, где происходит ее частичное отстаивание, насосом 12 подается в первый гидроциклон 13. Пройдя его, частично очищенная мисцелла двумя параллельными потоками подается в два других гидроциклона 14, имеющих меньший диаметр по сравнению с первым, что обеспечивает более глубокую степень ее очистки. Полученная мисцелла направляется на дистилляцию, а задержанные в гидроциклонах твердые частицы шрота возвращаются в экстракционный шлам, собирающийся на дне мисцеллосборника, который периодически насосом 10 откачивается в экстрактор.

Фильтрование мисцеллы используется в некоторых экстракционных линиях (линия НД-1250). Оно основано на отделении нежировых примесей при помощи пористой перегородки.

Существует три вида фильтрования:

- фильтрование с образованием слоя осадка на фильтрующей перегородке;
- сгущение — фильтрование, при котором выделение твердой фазы происходит не в виде осадка, а путем получения высококонцентрированной суспензии;
- осветление — фильтрование жидкости с небольшим содержанием твердых частиц.

В маслоэкстракционном производстве для очистки мисцеллы применяется только первый вид фильтрования. При этом способе наиболее мелкие твердые частицы, находящиеся в мисцелле, в начале процесса проходят через поры фильтрующей перегородки, но затем по мере забивания пор накапливаются на ней, создают фильтрующий слой и в результате через фильтр начинает проходить только чистая мисцелла.

Таким образом, образующийся слой осадка играет роль основной фильтрующей среды. Ввиду небольших размеров пор в слое осадка и в фильтрующей перегородке, а также малой скорости движения жидкой фазы в порах, считается, что фильтрование протекает в ламинарной области. При таких условиях скорость фильтрования в каждый данный момент прямо пропорциональна разности давлений, но обратно пропорциональна вязкости мисцеллы и общему гидравлическому сопротивлению слоя осадка и фильтрующей перегородки.

Периодическая очистка фильтрующей поверхности от осадка диктуется стремлением свести к минимуму общее гидравлическое сопротивление в процессе фильтрования.

Фильтрование может осуществляться как при постоянных, так и при переменных давлении и скорости. В маслоэкстракционном производстве при очистке мисцеллы используется последний вид фильтрования. Наиболее широко для фильтрования мисцеллы используются ротационные дисковые фильтры.

Ротационный дисковый фильтр (рис. 7.2) состоит из корпуса 1, имеющего цилиндрическую форму с плоским дном и крышкой, внутри которого расположен полый вал 2 с коллектором 3 для очищенной мисцеллы, неподвижно сидящим на валу. На коллекторе 3 крепятся семь дисков 4, каждый из которых состоит из десяти фильтрующих секторов. Все сектора обтягиваются фильтровальной тканью и крепятся с помощью прижимных накладок и спиц, образуя диск.

Мисцелла насосом под давлением 0,2 МПа подается через распределитель 6 и размыватели 5 на внешнюю поверхность фильтрующих дисков. Пройдя поры фильтрующего материала, она поступает в коллектор 3, затем в полый вал 2 и из него через патрубок 8 отводится из аппарата. Твердые частицы задерживаются на поверхности дисков

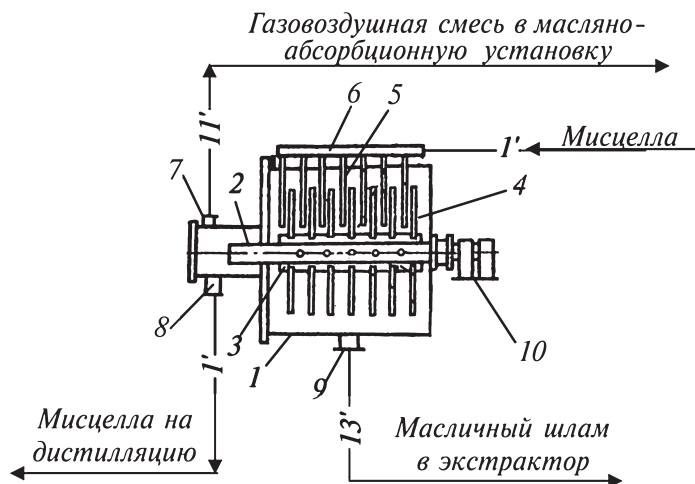


Рис. 7.2. Ротационный дисковый фильтр:

1 — корпус фильтра; 2 — полый вал; 3 — коллектор; 4 — диски; 5 — размыватели; 6 — распределитель; 7 — патрубок для отвода паров растворителя; 8 — патрубок для отвода мисцеллы из аппарата; 9 — патрубок для отвода масляного шлама; 10 — редуктор;

I' — мисцелла; II' — газовоздушная смесь; I3' — масляный шлам

(частично они смываются с дисков новыми порциями поступающей в фильтр мисцеллы), образуя слой осадка. В результате давление внутри аппарата возрастает, и при достижении величины 0,2 МПа фильтр переводят в режим очистки. Для этого прекращают подачу мисцеллы в фильтр, мисцеллу из фильтра частично сливают в емкость для нефилтрованной мисцеллы. Вал приводят во вращение от электродвигателя через редуктор 10 при максимальной скорости — 70 об/мин. Осадок с поверхности дисков при их вращении смывается мисцеллой, оставшейся в фильтре. После окончания процесса очистки фильтра мисцелла вместе с осадком через патрубок 9 сливается в экстрактор.

Периодически, один раз в 3–4 месяца, по мере износа фильтроткани производят ее замену.

Пары растворителя, образовавшиеся в фильтре, вместе с воздухом через патрубок 7 отводятся в масляно-абсорбционную установку.

7.3. ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ХРАНЕНИЕ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДОГРЕВ МИСЦЕЛЛЫ ПЕРЕД ДИСТИЛЛЯЦИЕЙ

Большинство маслоэкстракционных линий укомплектованы мисцеллоосборниками очищенной мисцеллы, некоторые линии (НД-1250)

дополнительно снабжены и мисцеллосборниками неочищенной мисцеллы (после экстрактора). Мисцеллосборники преимущественно представляют собой цилиндрические вертикальные резервуары с коническим днищем, в некоторых линиях (Тройка) — горизонтальные цилиндрические резервуары.

Предварительный подогрев мисцеллы перед дистилляцией используется крайне редко (линия НД-1250). Для подогрева мисцеллы в этой линии используется тепло конденсации паров растворителя и воды, отходящих из предварительного дистиллятора. Это позволяет снизить расход водяного пара и охлаждающей воды в экстракционном цехе.

Во многих экстракционных линиях предусмотрен нагрев мисцеллы перед подачей на вторую и третью ступени дистилляции, где в качестве теплоносителя используется греющий пар или вторичное тепло: экстракционного масла, выходящего из сушилки (линии Н.Л.С., Европа Краун) или отработанного пара эжекторов (линии Харбург Фройденбергер, Сивей).

Все подогреватели представляют собой горизонтальные или вертикальные трубчатые теплообменники.

7.4. ДИСТИЛЛЯЦИЯ МИСЦЕЛЛЫ

Дистилляция мисцеллы в маслоэкстракционном производстве представляет собой процесс отгонки растворителя из мисцеллы, направленный на получение масла с показателями, соответствующими требованиям стандартов.

Характерной особенностью мисцеллы является то, что один из ее компонентов — масло — является нелетучим. Чем выше содержание масла в мисцелле, тем в большей степени ее свойства приближаются к свойствам масла. Растворы масла в растворителе имеют температуры кипения более высокие, чем температура кипения чистого растворителя, причем, они возрастают с повышением концентрации мисцеллы.

На рис. 7.3 приведена зависимость температуры кипения мисцеллы от ее концентрации.

Из рисунка следует, что с повышением концентрации мисцеллы температура ее кипения возрастает, причем, особенно резко при концентрации выше 60 %. Для высококонцентрированных мисцелл она достигает значительных величин: 150–170 °С. Применять такие температуры при дистилляции нельзя из-за возможности протекания в маслах глубоких деструктивных процессов. Понизить температуру кипения мисцеллы можно с помощью вакуума (кривые 2, 3 и 4) и острого пара.

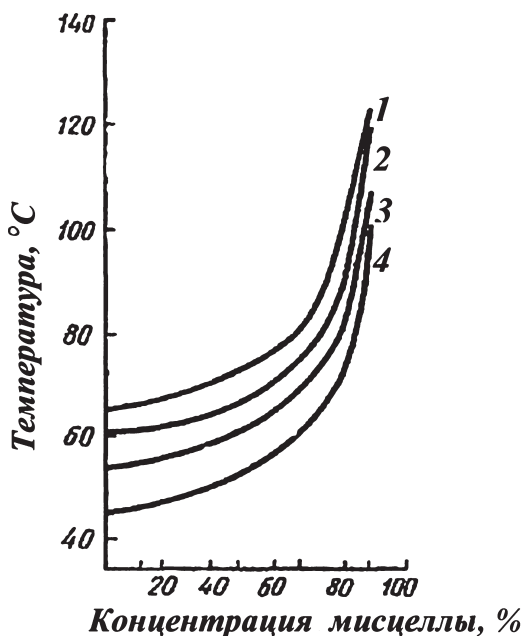


Рис. 7.3. Зависимость температуры кипения подсолнечной мисцеллы от ее концентрации при остаточном давлении:

1 — 0,10 МПа; 2 — 0,07 МПа; 3 — 0,05 МПа; 4 — 0,03 МПа

Это и обуславливает наличие двух периодов в процессе дистилляции мисцеллы:

- отгонка растворителя под действием глухого пара;
- отгонка растворителя с использованием острого пара.

Первый период дистилляции может протекать как при атмосферном давлении, так и под вакуумом, второй — только под вакуумом.

Отгонка растворителя под действием глухого пара применяется на стадии предварительной дистилляции мисцеллы и соответствует процессу выпаривания. При нагревании мисцеллы глухим паром в паровом пространстве над жидкой фазой находятся пары только одного ее компонента — растворителя. Масло имеет очень малую упругость паров при тех температурах, при которых протекает процесс дистилляции, так как оно является нелетучим. Поэтому при нагревании мисцеллы в парообразное состояние переходит только растворитель. Это происходит при таких температурах, при которых упругость его паров ниже давления окружающего пространства.

Повысить скорость процесса выпаривания растворителя из мисцеллы можно путем создания вакуума в аппарате. Вакуум обеспечивает более

быстрый унос паров растворителя с поверхности мисцеллы, что снижает их парциальное давление и увеличивает скорость выпаривания.

При отгонке растворителя из мисцеллы с использованием острого пара общее давление паров над жидкой фазой складывается из давления паров растворителя и паров воды. При этом парциальное давление паров растворителя является функцией количества подаваемого острого пара. Чем больше подается острого пара, тем меньше парциальное давление паров растворителя, тем эффективнее процесс отгонки растворителя из мисцеллы. Следовательно, регулированием количества подаваемого острого пара можно менять температуру отгонки растворителя из мисцеллы.

На практике количество острого пара, подаваемого в мисцеллу, определяется другим важным показателем — температурой смеси паров растворителя и воды, выходящих из дистиллятора. При увеличении подачи острого пара температура смеси паров повышается, то есть коэффициент полезного использования тепла (КПД) острого пара снижается. Наиболее полно тепло острого пара используется тогда, когда отходящая смесь паров растворителя и воды равна температуре конденсации высококипящего компонента смеси (воды). Однако регулировать количество подаваемого острого пара с целью получения указанной температуры нерационально, так как незначительное уменьшение температуры приводит к конденсации воды, а это недопустимо в связи с возможностью обводнения масла. Поэтому подачу острого пара необходимо регулировать таким образом, чтобы температура уходящей смеси паров была на 10–15 °С выше температуры конденсации воды (при том остаточном давлении, которое создано в аппарате).

В существующих экстракционных линиях дистилляция мисцеллы осуществляется, как правило, по трех- или четырехступенчатой схеме, при этом остаточное давление в аппарате (начиная от первой ступени) последовательно снижается. Поэтому мисцелла, выходящая из предварительной ступени дистилляции, имеющая температуру кипения, соответствующую ее концентрации и остаточному давлению в аппарате этой ступени, является перегретой для последующей ступени, работающей при более глубоком вакууме. Вследствие этого при поступлении мисцеллы на следующую ступень начинается процесс ее самоиспарения. Аналогичная картина наблюдается и при переходе мисцеллы в дистиллятор, работающий при том же остаточном давлении, но в котором растворитель отгоняется с помощью острого пара. В этом аппарате также происходит самоиспарение растворителя, так как температура кипения мисцеллы в нем ниже, чем на предыдущей ступени дистилляции (без использования острого пара).

Основные требования к процессу дистилляции мисцеллы определяются в основном качеством готового экстракционного масла. Они предусматривают наиболее полную отгонку растворителя из мисцеллы при:

- минимальных температурах;
- минимальной продолжительности;
- исключении воздействия кислорода воздуха;
- исключении местных перегревов мисцеллы и масла на греющих поверхностях дистилляционных аппаратов.

Осуществление процесса дистилляции мисцеллы при минимальных температурах и продолжительности без доступа воздуха необходимо для того, чтобы по возможности предотвратить окислительные и другие нежелательные изменения как в триацилглицеринах, так и в сопутствующих веществах, содержащихся в масле.

Требование о недопущении местных перегревов мисцеллы и масла на греющих поверхностях дистилляторов также направлено на сохранение нативных свойств экстракционных масел.

Требование минимальной продолжительности процесса дистилляции может быть обеспечено путем увеличения поверхности раздела между жидкой и парообразной фазами, то есть за счет развития зеркала испарения. Известно, что чем больше зеркало испарения, тем быстрее идет отгонка растворителя из мисцеллы. Увеличение поверхности раздела между жидкой и парообразной фазами достигается распылением мисцеллы, образованием тонкой пленки и вводом острого пара. Это и обуславливает применение **трех способов дистилляции**:

- дистилляции распылением;
- дистилляции в пленке;
- дистилляции в слое острым паром.

Распыление мисцеллы является наиболее простым и эффективным способом увеличения поверхности раздела фаз мисцеллы. Однако применение его при обработке слабоконцентрированных мисцелл считается не особенно экономичным. Наиболее широко этот способ используется при обработке высококонцентрированных мисцелл. Чем больше степень распыления и меньше капля мисцеллы, тем больше поверхность раздела между жидкой и парообразной фазами, тем эффективнее процесс испарения растворителя.

Дистилляция распылением имеет то преимущество, что аппараты, работающие с использованием этого способа, имеют высокую производительность и обеспечивают низкую продолжительность процесса.

Дистилляция в пленке широко представлена во всех экстракционных линиях, эксплуатирующихся на маслоэкстракционных заводах страны. При этом методе увеличение поверхности испарения мисцеллы дости-

гается путем ее распределения на греющих поверхностях вертикальных труб, тарелок или различных насадок (кольца Рашига, спирали и т. д.). Способ распределения на насадках имеет отрицательную сторону, заключающуюся в том, что развитие поверхности насадок за счет увеличения их количества приводит к увеличению гидростатического сопротивления и связанного с этим замедления скорости прохождения мисцеллы через дистиллятор.

Способ образования тонких пленок в аппаратах с вертикальными трубками более эффективен, так как гидростатическое сопротивление в этих аппаратах незначительно. Поэтому пленочные аппараты с использованием вертикальных труб для обработки мисцелл нашли особенно широкое распространение.

Дистилляция в пленке подразделяется на дистилляцию в поднимающейся пленке и дистилляцию в стекающей пленке.

При предварительной дистилляции, когда концентрация, а следовательно, и температура кипения мисцеллы невелики, целесообразно осуществлять дистилляцию в поднимающейся пленке. Этот метод дистилляции реализуется в экстракционных линиях Де Смет, Тройка, Европа Краун, Харбург Фройденбергер и др.

Дистилляция в стекающей пленке используется в этих же линиях на окончательных стадиях обработки мисцеллы (в дистилляторах третьей степени). Аппараты в стекающей пленке имеют высокую производительность, низкую продолжительность процесса и малое гидростатическое сопротивление.

Дистилляция в пленке, как в поднимающейся, так и в стекающей, более интенсивно протекает на обогреваемых поверхностях.

Для увеличения коэффициента теплопередачи в процессе дистилляции в некоторых экстракционных линиях применяется принудительная или естественная рециркуляция мисцеллы (линии Н.Л.С., Тройка). Применять рециркуляцию целесообразно только на предварительных стадиях дистилляции, поскольку на последних этапах обработки мисцеллы это может привести к увеличению продолжительности пребывания масла в аппарате при высоких температурах, а следовательно, к ухудшению его качества.

Дистилляция в слое применяется для мисцелл высоких концентраций (более 80–85 %), имеющих высокие температуры кипения. Она осуществляется под вакуумом при пропускании через слой мисцеллы острого пара.

Обработка высококонцентрированных мисцелл в слое является необходимым этапом процесса окончательной дистилляции, обеспечивающим получение стандартного по температуре вспышки экстракционного масла. По требованию ГОСТ Р 52465–2005 температура

вспышки экстракционного масла должна быть не ниже 225°C , что соответствует содержанию растворителя в масле не выше 0,01 %.

Рассмотренные способы дистилляции мисцеллы — распылением, в пленке и в слое — отличаются друг от друга, прежде всего, величиной поверхности раздела жидкой и паровой фаз — величиной так называемого зеркала испарения. Величина зеркала испарения на единицу объема мисцеллы увеличивается от дистилляции в слое к дистилляции распылением.

7.5. СХЕМЫ ДИСТИЛЛЯЦИИ МИСЦЕЛЛЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ЛИНИЯХ

Схема дистилляции мисцеллы в модернизированной экстракционной линии НД-1250 (рис. 7.4). Дистилляция осуществляется по трехступенчатой схеме. Мисцелла концентрацией 12–20 % при температуре 40–60 $^{\circ}\text{C}$ из мисцеллосборника насосом 19 через теплообменник 1 подается на первую ступень дистилляции в трубчатый пленочный предварительный дистиллятор 2 через патрубок, расположенный по касательной к окружности корпуса с целью сообщения поступающей мисцелле вращательного движения.

Предварительный дистиллятор состоит из двух основных частей: трубчатой 2а и сепарационной 2б. Мисцелла, проходя по внутренней поверхности трубок в виде тонкой, поднимающейся вверх пленки, интенсивно обогревается парами растворителя и воды, выходящими из тостера. Во время кипения мисцеллы образуется большое количество пузырьков растворителя, которые, поднимаясь с большой скоростью по трубкам, увлекают за собой мисцеллу. Смесь паров растворителя и мисцеллы попадает в верхнюю, сепарационную часть дистиллятора 2б, где происходит их разделение. Пары растворителя и воды идут в теплообменник 1, а упаренная до 55–60 % мисцелла с температурой 60–85 $^{\circ}\text{C}$ собирается внизу сепарационной части предварительного дистиллятора и насосом 3 подается на вторую ступень дистилляции.

Дистиллятор второй ступени 4 по конструкции аналогичен дистиллятору первой ступени. Отличительной особенностью его работы является то, что нагрев мисцеллы осуществляется глухим паром с температурой 180–200 $^{\circ}\text{C}$ и давлением до 0,3 МПа.

Дистилляторы первой и второй ступени работают, как правило, при атмосферном давлении.

Из дистиллятора второй ступени высококонцентрированная мисцелла (90–95 %) насосом 5 через одноходовой подогреватель 6 подается на третью ступень дистилляции.

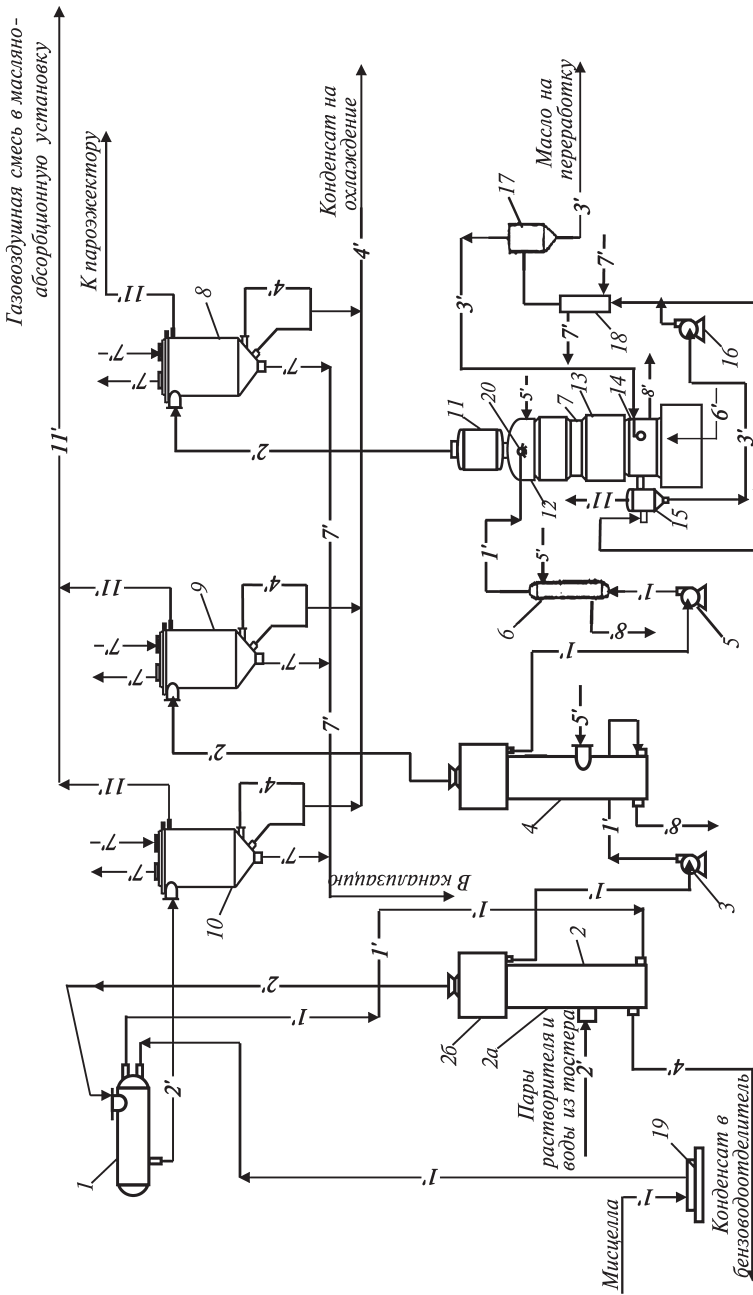


Рис. 7.4. Технологическая схема трехступенчатой дистилляции мисцеллы в экстракционной линии НД-1250:

1 — теплообменник; 2 — предварительный дистиллятор; 3, 5 — насосы для мисцеллы; 4 — дистиллятор второй ступени; 6 — подогреватель; 7 — окончательный дистиллятор; 8 — конденсатор к окончательному дистиллятору; 9 — конденсатор к дистиллятору второй ступени; 10 — конденсатор к предварительному дистиллятору; 11 — каплеуловитель; 12, 13, 14 — соответственно, распылительная, пленочная и дезодорирующая камеры окончательного дистиллятора; 15 — насос для мисцеллы; 16 — насос для масла; 17 — расширительный бачок; 18 — охлаждающий бак; 19 — холодильник масла; 19 — насос для мисцеллы;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7 — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 11' — газозоветная смесь

Окончательный дистиллятор состоит из четырех частей: каплеуловителя *11* и трех камер — распылительной *12*, пленочной *13* и дезодорационной *14*. Он работает под вакуумом, создаваемым через конденсатор *8* двухступенчатым пароежектором.

В окончательном дистилляторе представлено сочетание всех трех способов дистилляции, описанных ранее: распылением, в пленке и в слое.

В распылительной камере мисцелла распыляется с помощью форсунки *20*. Благодаря большой поверхности испарения и перегреву мисцеллы в этой камере происходит интенсивная отгонка паров растворителя. Капельки высококонцентрированной мисцеллы, падая затем на желобки, расположенные в пленочной камере *13*, распределяются по щиткам и стекают вниз в виде тонкой пленки.

При этом под воздействием острого перегретого пара,двигающего снизу, из масла дополнительно отгоняется растворитель.

Далее в дезодорационной камере *14* масло обрабатывается в слое 400–450 мм острым перегретым паром с температурой 180–200 °С и дополнительно нагревается до температуры 100–110 °С глухим паром, подаваемым в рубашку, что обеспечивает практически полное удаление из него растворителя.

Некоторые окончательные дистилляторы оборудованы паровыми трубками с площадью поверхности нагрева 2,0 м², обогревающими щитки, что повышает интенсивность отгонки растворителя из масла и увеличивает их производительность.

Полученное экстракционное масло по переливной трубе непрерывно сливается в промежуточный приемник *15*, в который встроен регулятор уровня с поплавковым клапаном, обеспечивающим постоянный уровень масла в дистилляторе. Поплавковый клапан автоматически связан с насосом для масла *16*, непрерывно откачивающим экстракционное масло в охладитель *18*. Охлажденное масло поступает в расширительный бачок *17*, верхняя часть которого соединена с дезодорационной камерой *14* дистиллятора. Если уровень масла в приемнике *17* опускается ниже верхнего положения поплавкового клапана, откачка масла прекращается. Насос *16*, продолжая работать, возвращает масло в приемник *15*, благодаря чему он работает без срывов. Наличие приемника *15* позволяет непрерывно откачивать экстракционное масло обычным центробежным насосом из дистиллятора, работающего под любым вакуумом.

Схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии МЭЗ (рис. 7.5). Дистилляционная установка работает по трехступенчатой схеме. Очищенная мисцелла концентрацией до 30–35 % из мисцеллопромывателя насосом *12* подается в сепаратор *3* с поплавковым автоматическим ограничителем уровня мисцеллы *4* и в экономайзер *1*, где подвергается

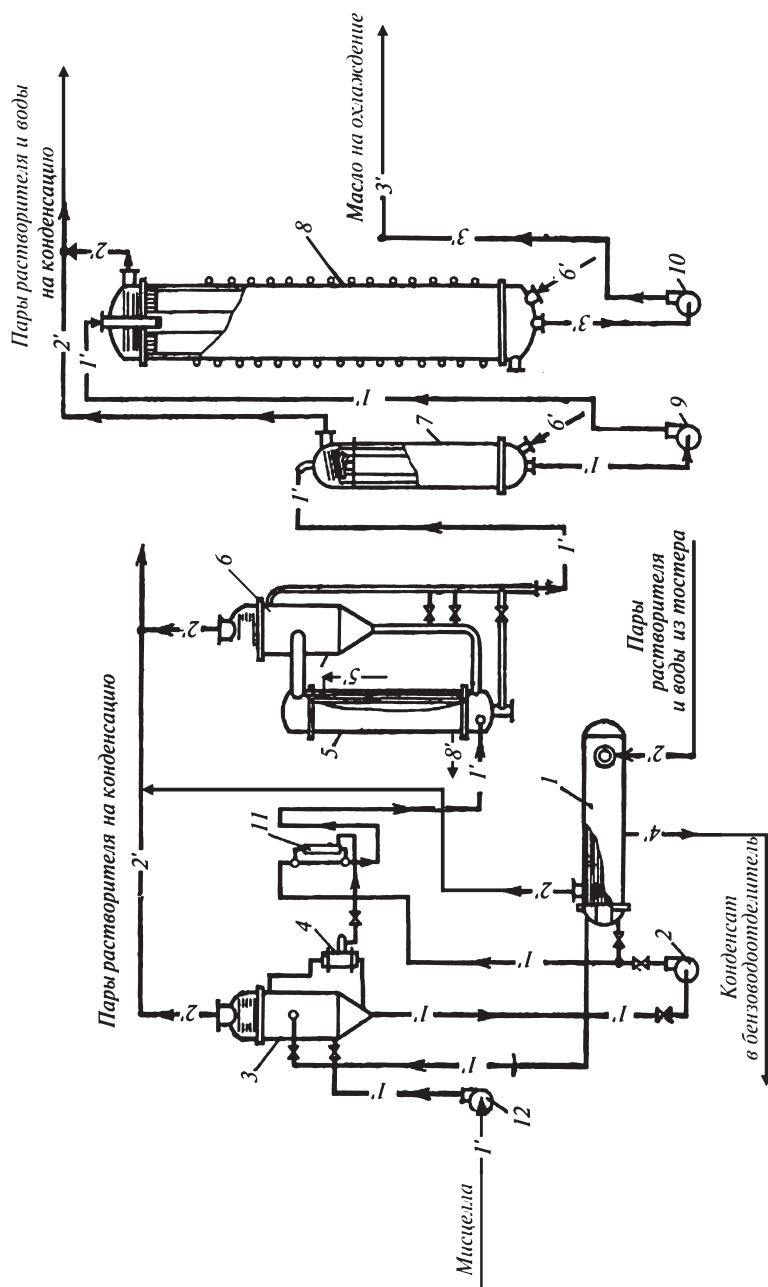


Рис. 7.5. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии МЭЗ:

1 — экономайзер; 2, 9, 12 — насосы для мисцеллы; 3 — сепаратор дистиллятора первой ступени; 4 — поплавковый автоматический ограничитель уровня мисцеллы; 5 — трубчатый испаритель (дистиллятор второй ступени); 6 — сепаратор дистиллятора второй ступени; 7 — трубчатый подогреватель; 8 — дистиллятор третьей ступени; 10 — насос для масла; 11 — пневматический автоматический кран;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 8' — конденсат

предварительной концентрации под действием тепла паров растворителя и воды (соковых паров), отходящих из тостера.

В целях интенсификации циркуляционного потока мисцеллы, необходимой для ускорения процесса испарения растворителя, в системе применен насос 2, с помощью которого осуществляется замкнутая циркуляция мисцеллы в экономайзере и его сепараторе и отбор мисцеллы на вторую ступень дистилляции. При помощи поплавкового ограничителя уровня 4 и пневматического автоматического крана 11 в сепараторе 3 поддерживается постоянный уровень мисцеллы.

На первой ступени дистилляции мисцелла подогревается до температуры 60–65 °С и упаривается до концентрации 45 %, после чего подается на вторую ступень — в нижнюю часть трубчатого испарителя 5.

В дистилляторе второй ступени также при помощи поплавкового ограничителя уровня и автоматического крана поддерживается постоянный уровень мисцеллы (около 1 м).

Циркуляционный трубопровод, соединяющий дистиллятор второй ступени 5 и сепаратор 6, при нагревании мисцеллы в трубках обеспечивает ее интенсивную циркуляцию, в результате чего отгонка растворителя на этой ступени дистилляции протекает особенно интенсивно.

Проходя вверх по обогреваемым трубкам дистиллятора 5, мисцелла закипает, и смесь паров растворителя и мисцеллы, войдя в расширитель сепаратора 6, разделяется: парообразная фаза, освободившись от механически уносимых капелек мисцеллы, уходит в конденсатор, а мисцелла, циркулирующая в замкнутом цикле, непрерывно отводится в нижнюю часть дистиллятора 5.

При достижении концентрации 95–98 % и температуры 95–110 °С мисцелла из дистиллятора второй ступени посредством вакуума подается в вертикальный трубчатый подогреватель 7 пленочного типа. В аппарате мисцелла стекает по стенкам обогреваемых трубок во встречном потоке острого перегретого пара и дополнительно концентрируется.

Из подогревателя 7 насосом 9 мисцелла перекачивается в дистиллятор третьей ступени 8, представляющий собой пластинчатый пленочный аппарат, работающий под вакуумом. Мисцелла в аппарате распыляется, создавая круговой факел в горизонтальной плоскости. Попадая в распыленном виде на вертикально расположенные нагретые пластины и обогреваемые стенки корпуса аппарата и внутреннего вертикального цилиндра, мисцелла стекает по ним вниз, обрабатываясь встречным потоком острого перегретого пара. По мере продвижения высококонцентрированной мисцеллы вдоль пластин сверху вниз из нее удаляются остатки растворителя.

Для окончательной отгонки растворителя из масла и частичной его дезодорации в нижней части дистиллятора третьей ступени подде-

рживается постоянный слой масла (≈ 250 мм), через который дополнительно барботирует острый пар. Экстракционное масло насосом 10 непрерывно откачивается на охлаждение.

Некондиционное экстракционное масло (имеющее температуру вспышки ниже 225°C) направляется в мисцеллопромыватель или непосредственно в трубчатый подогреватель 7 для повторной дистилляции в общем потоке.

Пары растворителя и воды из сепараторов 3 и 6, подогревателя 7 и окончательного дистиллятора 8 поступают на конденсацию.

Дистилляция мисцеллы в экстракционной линии Де Смет осуществляется по четырехступенчатой схеме (рис. 7.6).

На первой ступени подогрев мисцеллы и отгонка из нее растворителя осуществляется за счет соковых паров, выходящих из тостера, а в остальных — за счет греющего пара.

Мисцелла концентрацией 20–25 % из сборника для мисцеллы насосом 1 подается в трубчатое пространство дистиллятора первой ступени 2.

Дистиллятор первой ступени представляет собой пленочный аппарат с большой поверхностью испарения, в котором за счет тепла соковых паров, выходящих из чанного испарителя и паров из шламовыпаривателя, проходящих в межтрубном пространстве, испаряется основная часть растворителя.

Из дистиллятора первой ступени упаренная мисцелла самотеком направляется в дистиллятор второй ступени 3.

Дистиллятор второй ступени представляет собой пленочный аппарат с вертикальным пучком труб, обогреваемых паром, подаваемым в межтрубное пространство. Для снижения пенообразования, в случае необходимости, в верхнюю часть дистилляторов первой и второй ступеней предусмотрена возможность подачи острого пара.

Отгонка растворителя на первой и второй ступенях дистилляции осуществляется под вакуумом ($P_{\text{ост}} = 0,05$ МПа), создаваемым парожетектором 16 через конденсатор 15.

Из дистиллятора второй ступени концентрированная мисцелла с массовой долей масла 90–95 % и температурой до 100°C поступает в теплообменник 4, где она подогревается до температуры 110 – 115°C глухим паром, подаваемым в межтрубное пространство. Конструкция подогревателя предусматривает возможность ввода острого пара для интенсификации отгонки и облегчения прохождения мисцеллы по его трубкам.

После подогревателя мисцелла поступает в барботажную колонку 5 (дистиллятор третьей ступени), в которой при помощи острого пара отгоняются остатки растворителя. Дистиллятор третьей ступени представляет вертикальную емкость с расположенной сверху форсункой 6,

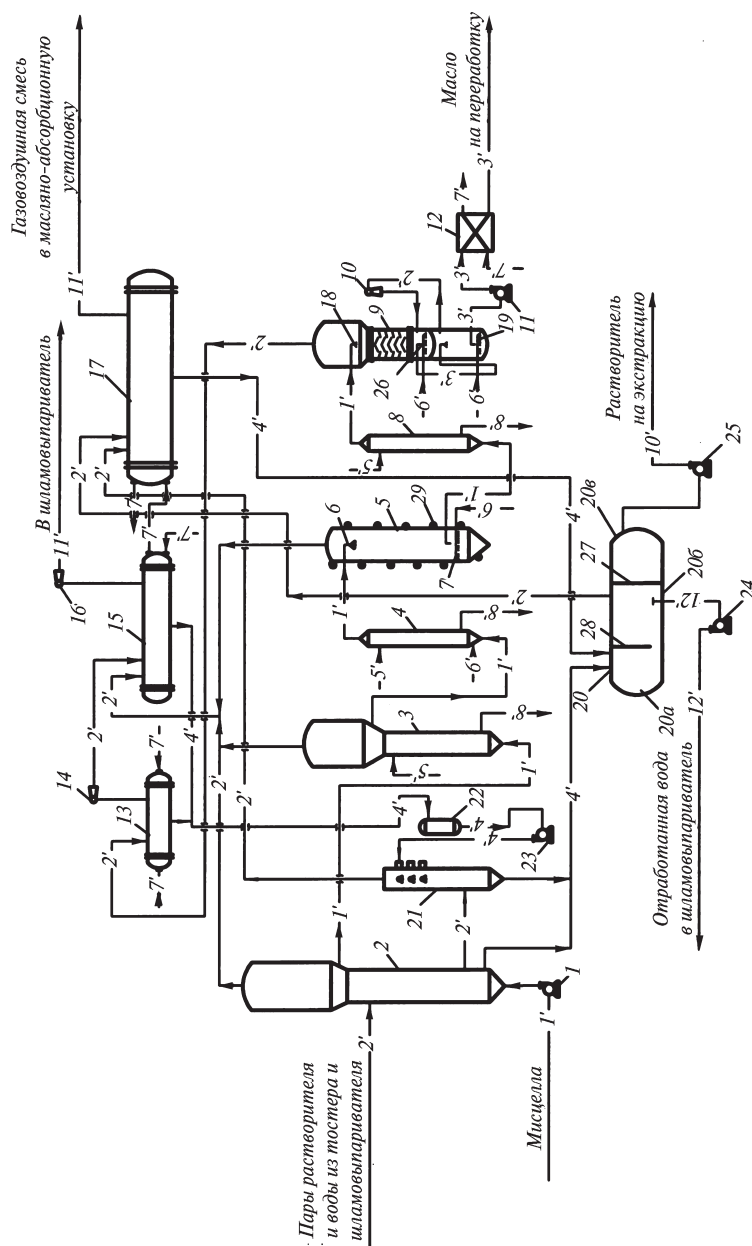


Рис. 7.6. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии Де Смет:

1 — насос для мисцеллы; 2 — дистиллятор первой ступени; 3 — дистиллятор второй ступени; 4 — теплообменник; 5 — барботажная колонка; 6 — форсунка; 7, 19, 26 — барботеры; 8 — подогреватель; 9 — окончателный дистиллятор; 10, 14, 16 — парожекторы; 11 — насос для масла; 12 — охладитель масла; 13, 15, 17 — конденсаторы; 18 — распределительное устройство для масла; 20 — бензоводоотделитель; 21 — конденсатор смешения; 22 — емкость для конденсата; 23 — насос для конденсата; 24 — насос для отработанной воды; 25 — насос для растворителя; 27, 28 — перегородки; 29 — змеевик; 1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газовоздушная смесь; 12' — отработанная вода

через которую распыляется поступающая мисцелла, и нижним барботером 7 для ввода острого пара в слой мисцеллы. Для предотвращения теплопотерь барботажная колонна снаружи снабжена змеевиком 29 для греющего пара.

Высококонцентрированная мисцелла из дистиллятора третьей ступени поступает в подогреватель 8, а затем в верхнюю секцию двухсекционного дистиллятора четвертой ступени 9, который работает при более глубоком вакууме ($P_{\text{ост}} = 0,006\text{--}0,008$ МПа).

В нижней секции дистиллятора 9 вакуум ($P_{\text{ост}} = 0,004\text{--}0,006$ МПа) создается пароежектором 10. Смесь паров растворителя и воды и отработанный пар эжектора 10 направляются в верхнюю секцию дистиллятора.

В верхней секции вакуум создается пароежектором 14 через конденсатор 13 ($P_{\text{ост}}$ в верхней секции составляет $0,06\text{--}0,08$ МПа). Здесь с помощью специального распределительного устройства 18 масло каскадно стекает навстречу восходящему потоку острого пара, подаваемого через барботер 26, и отработанного пара эжектора 10, отводящего пары из нижней секции.

Масло из верхней секции дистиллятора перетекает в нижнюю, представляющую собой полую емкость. При перемещении сверху вниз оно в противотоке обрабатывается острым паром, поступающим через барботер 19. Окончательная обработка масла острым паром перед выходом из аппарата осуществляется в слое, что обеспечивает практически полное удаление из него остатков растворителя.

Экстракционное масло с температурой $105\text{--}115$ °С откачивается насосом 11 через охладитель 12, где охлаждается оборотной водой до 40 °С, в сборник для масла.

Схема дистилляции мисцеллы на установке Де Смет Хайтек (рис. 7.7). Дистилляция осуществляется по трехступенчатой схеме. Мисцелла из мисцеллосборника 1 насосом 2 подается в трубчатую часть дистиллятора первой ступени 3, работающего при остаточном давлении $0,04$ МПа. Он представляет собой аппарат, в котором по трубкам перемещается мисцелла, а в межтрубном пространстве соковые пары из тостера-десолвентизатора и пары из выпаривателя отработанной воды 21. За счет тепла паров мисцелла быстро закипает, образуя тонкую восходящую пленку на стенках труб, и с большой скоростью выходит из них, ударяясь в пластинку отбойника 5, предназначенного для удаления пузырьков. Два вихревых дефлектора направляют мисцеллу вместе с парами в большой колпак 4, расположенный в верхней части аппарата. Пары растворителя из колпака отводятся на конденсацию, а концентрированная мисцелла насосом 6 откачивается на вторую ступень дистилляции.

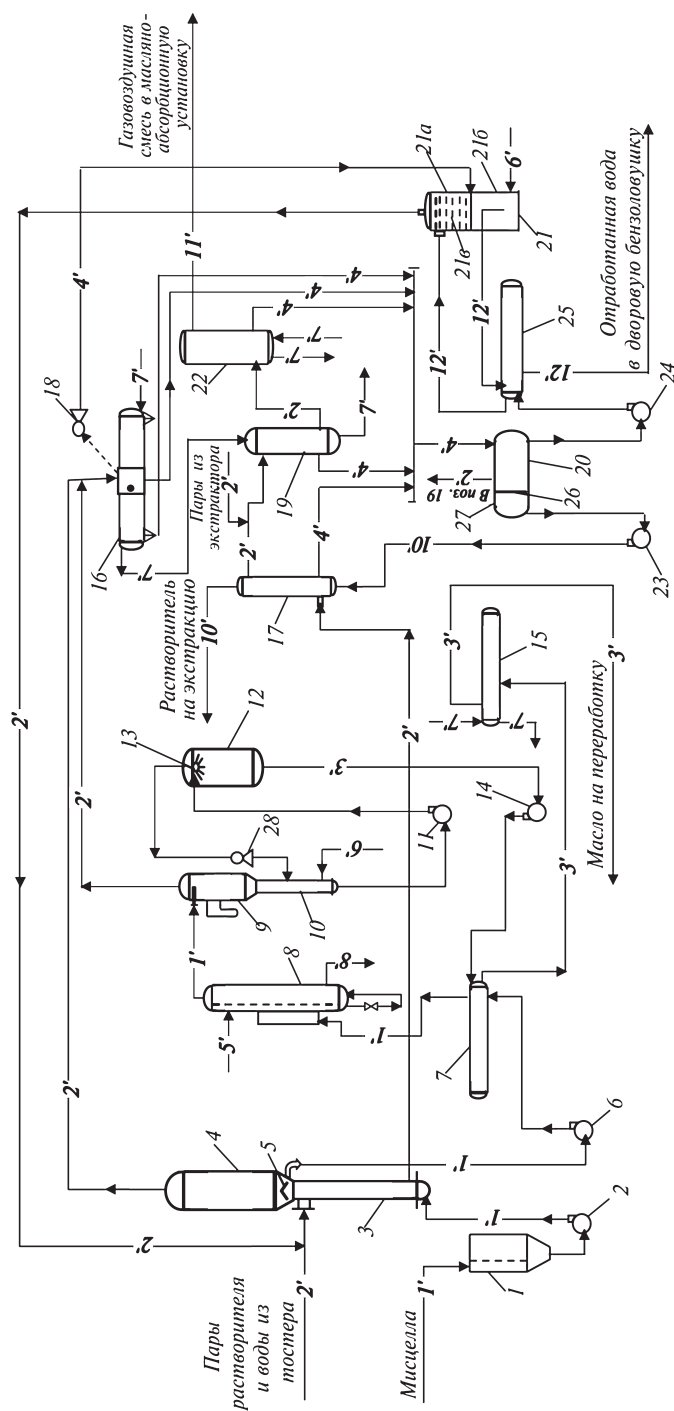


Рис. 7.7. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в дистилляционной установке Де Смет Хайтек:

1 — мисцеллосборник; 2, 6 — насосы для мисцеллы; 3 — трубчатая часть дистиллятора первой ступени; 4 — колпак дистиллятора первой ступени; 5 — отбойник; 7 — регенеративный теплообменник; 8 — дистиллятор второй ступени; 9 — колпак дистиллятора второй ступени; 10 — барботажная колонка (окончательный конденсатор); 11, 14 — насосы для масла; 12 — сушилка для масла; 13 — форсунка; 15, 17, 25 — теплообменники; 16 — вакуумный конденсатор; 18, 28 — эжекторы; 19, 22 — конденсаторы; 20 — бензоводоотделитель; 21 — выпариватель; 23 — насос для растворителя; 24 — насос для отработанной воды; 26 — перегорка; 27 — бак растворителя;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — конденсат; 4' — газозвдушая смесь; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газозвдушая смесь; 12' — отработанная вода

Для дистиллятора первой ступени характерна большая поверхность испарения. Трубы имеют большой диаметр и выполнены с сегментными перегородками для минимизации падения давления соковых паров, выходящих из тостера, при их прохождении через межтрубное пространство. На выходе из первой ступени дистилляции концентрация мисцеллы достигает 80–90 %.

Перед подачей на вторую ступень дистилляции мисцелла подогревается в регенеративном теплообменнике 7 экстракционным маслом, выходящим из сушилки 12. Температура мисцеллы возрастает до 75 °С.

Дистиллятор второй ступени 8 является специальным трехпроходным устройством, которое включает в себя двухпроходный теплообменник, совмещенный с выпаривателем с поднимающейся пленкой. Выпариватель работает под вакуумом ($P_{\text{ост}} \approx 0,04$ МПа). В качестве греющего агента в нем используется пар низкого давления.

Концентрированная мисцелла поступает в аппарат через нижнюю часть и нагнетается через два трубных прохода с высокой скоростью, что предотвращает образование пробки.

Пройдя контрольный клапан, она поступает в трубы, обогреваемые паром. Пары растворителя, поднимаясь вверх, тянут тонкую пленку мисцеллы по стенкам труб, что обеспечивает эффективность испарения и предотвращает засорение труб.

Концентрированная мисцелла вместе с парами растворителя выходит из труб с большой скоростью и поступает в колпак сепаратора 9, расположенный над барботажной колонкой 10.

Пары растворителя выходят через верхнюю часть колпака и направляются на конденсацию, а концентрированная мисцелла (концентрация 95–97 %) поступает в барботажную колонку 10 (окончательный дистиллятор).

Окончательный дистиллятор 10 является двухступенчатым аппаратом, в котором расположены дисковые и тороидальные насадки. Дистиллятор работает под вакуумом ($P_{\text{ост}} \approx 0,04$ МПа). На первой ступени масло каскадом стекает по этим насадкам, обрабатываясь в противотоке острым паром.

На второй ступени масло полностью заполняет секцию дисковых и тороидальных насадок. Острый пар проходит пузырьками через масло, при этом насадки увеличивают эффект перемешивания.

Пары растворителя и воды выходят через верхнюю часть колонки в колпак 9, где скорость их снижается. Брызги масла и пена возвращаются вновь в колонку, а пары растворителя и воды уходят на конденсацию. Концентрация мисцеллы на выходе из окончательного дистиллятора составляет 99,97 %.

Сушилка 12 предназначена для удаления из экстракционного масла остатков растворителя и влаги. Она является одноступенчатым аппаратом, работающим при остаточном давлении, равном 0,006–0,007 МПа. Масло насосом 11 подается в верхнюю часть аппарата, где распыляется с помощью форсунки 13. Двигаясь вниз через ряд решеток, масло образует тонкую пленку, что обеспечивает максимальное удаление из него остатков растворителя и влаги. Экстракционное масло насосом 14 откачивается на охлаждение: вначале оно проходит регенеративный теплообменник 7, где охлаждается мисцеллой от 100 до 70 °С, а затем теплообменник 15, где охлаждается водой до 40 °С.

Пары растворителя и воды из сушилки 12 с помощью парового эжектора 28 отводятся в окончательный дистиллятор 10. Отработанный пар эжектора в дистилляторе используется в качестве барботажного пара.

Дистилляция мицеллы в экстракционной линии Тройка осуществляется по трехступенчатой схеме.

Мисцелла из экстрактора (см. рис. 6.7) насосом 15 подается в циклон 4 для очистки. Задержанные в циклоне частицы шрота возвращаются в экстрактор, а очищенная мисцелла собирается в баке 5, откуда насосом 17 откачивается на дистилляцию.

Перед дистилляцией мисцелла подвергается обработке в двухступенчатом подогревателе, где она последовательно проходит первую и вторую ступени.

Каждая ступень подогревателя состоит из вертикальных экономайзеров 1, 3 и сепараторов 2, 4 (рис. 7.8). Нагрев мисцеллы в экономайзерах осуществляется за счет тепла соковых паров, выходящих из тостера. Причем пары растворителя и воды из тостера вначале поступают в экономайзер 3 второй ступени, а из него — в экономайзер 1 первой ступени.

На выходе из подогревателя мисцелла имеет температуру 70–75 °С. В подогревателе происходит частичная отгонка паров растворителя из мисцеллы, которые отделяются в сепараторах 2 и 4 и оттуда уходят на конденсацию, а частично упаренная мисцелла с концентрацией 50 % идет на первую ступень дистилляции. Конденсат из экономайзеров поступает в бензоводоотделитель.

Первая ступень дистилляции (как и подогреватель) состоит из экономайзера 5 и сепаратора 6. Обогрев экономайзера осуществляется глухим паром. На этой ступени поддерживается вакуум в пределах 0,45 МПа. Мисцелла в экономайзере подогревается до температуры 105 °С и в виде парожидкостной смеси выходит в сепаратор, где разделяется на жидкую и паровую фазы.

Пары растворителя уходят на конденсацию, а мисцелла с температурой 105 °С и концентрацией 90–95 % направляется на вторую ступень дистилляции.

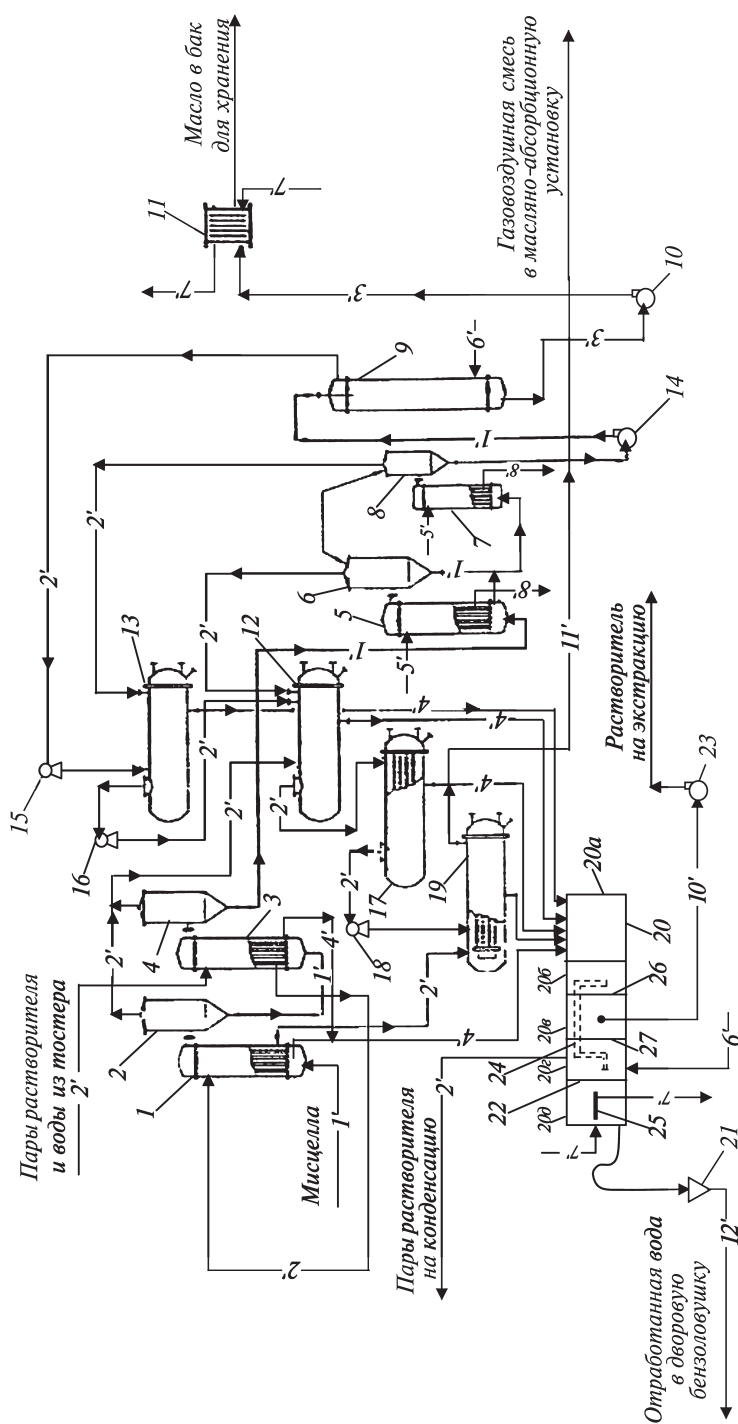


Рис. 7.8. Технологическая схема дистиляции мисцеллы в экстракционной линии Тройка:

1, 3 — экономайзеры двухступенчатого подогревателя; *2, 4* — сепараторы двухступенчатого подогревателя; *5, 7* — экономайзеры, соответственно, дистилляторов первой и второй ступеней дистилляции; *6, 8* — сепараторы, соответственно, дистилляторов первой и второй ступеней дистилляции; *9* — окончательный дистиллятор; *10* — насос для масла; *11* — теплообменник; *12, 13, 17, 19* — конденсаторы; *14* — насос для мисцеллы; *15, 16, 18* — эжекторы; *20* — бензоизолятор; *21* — воронка; *22, 26, 27* — переторжки; *23* — насос для растворителя; *24* — переливная труба; *25* — змеевик; *1'* — мисцелла; *2'* — пары растворителя и воды; *3'* — масло; *4'* — конденсат растворителя и воды; *5'* — глухой пар; *6'* — острый пар; *7'* — охлаждающая вода; *8'* — конденсат; *10'* — растворитель; *11'* — газовоздушная смесь; *12'* — отработанная вода

Дистиллятор второй ступени (экономайзер 7 и сепаратор 8) имеет аналогичное устройство. В нем поддерживается вакуум в пределах 0,60 МПа. Мисцелла подогревается до температуры 110 °С, в результате ее концентрация возрастает до 99,5 %.

Далее высококонцентрированная мисцелла насосом 14 подается в окончательный дистиллятор 9, работающий при более глубоком вакууме (0,75 МПа). Он представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, в котором расположены кольца Рашига. Распыленная мисцелла при движении вниз обрабатывается острым и глухим паром. Кольца Рашига увеличивают поверхность контакта мисцеллы и острого пара, в результате из мисцеллы окончательно удаляется растворитель. Температура экстракционного масла на выходе из окончательного дистиллятора 110 °С.

Экстракционное мало насосом 10 подается в теплообменник 11, где оно охлаждается водой до 45 °С, и далее направляется на хранение.

Дистилляции мисцеллы в экстракционной линии Н.Л.С.

Установка работает по трехступенчатой схеме (рис. 7.9).

На первой ступени отгонка растворителя из мисцеллы осуществляется под вакуумом в системе экономайзер — сепаратор под действием тепла соковых паров, выходящих из тостера.

На второй ступени обработка мисцеллы производится под вакуумом в трубчатом вертикальном испарителе, снабженном сепаратором, под действием тепла глухого зарубашечного пара.

На третьей ступени удаление остатков растворителя из высококонцентрированной мисцеллы осуществляется под действием глухого зарубашечного пара с использованием вакуума и острого пара.

Мисцелла с концентрацией 30–35 % после очистки в гидроциклонах подается в экономайзер 1, где подвергается предварительной концентрации под действием тепла соковых паров, выходящих из тостера. Проходя вверх по обогреваемым трубкам экономайзера, мисцелла закипает, и смесь паров растворителя и мисцеллы, войдя в расширитель сепаратора 2, разделяется: парообразная фаза, освободившись от механически уносимых капелек мисцеллы, уходит в вакуум-кондесатор 7, а мисцелла, циркулирующая в замкнутом цикле, непрерывно отводится в нижнюю часть экономайзера.

Из нижней части экономайзера частично упаренная мисцелла насосом 8 через подогреватель 9 подается на вторую ступень дистилляции.

Вторая ступень дистилляции имеет аналогичное устройство. Она состоит из трубчатого вертикального испарителя 3 и сепаратора 4, в которых осуществляется замкнутый цикл циркуляции мисцеллы.

Отгонка растворителя из мисцеллы на этой ступени протекает наиболее интенсивно за счет применения глухого пара, подаваемого в межтрубное пространство испарителя 3.

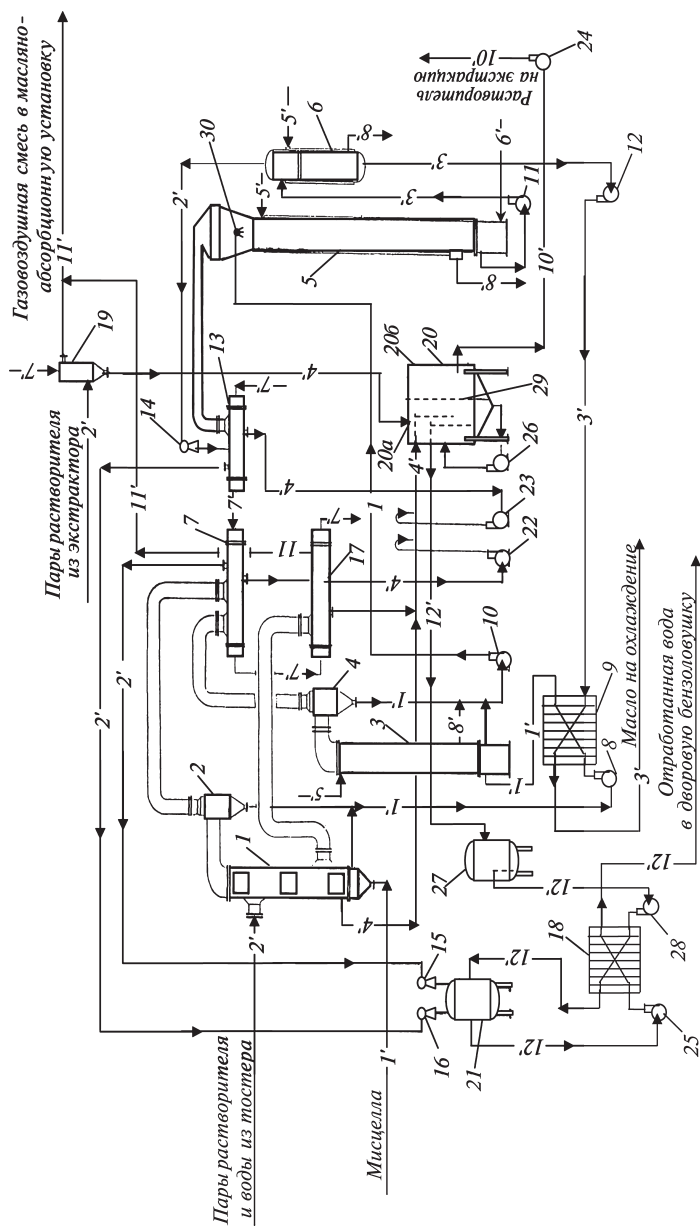


Рис. 7.9. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии H.L.S.:

1 — экономайзер дистиллятора первой ступени; 2 — сепаратор дистиллятора первой ступени; 3 — экономайзер дистиллятора второй ступени; 4 — сепаратор дистиллятора второй ступени; 5 — дистиллятор третьей ступени; 6 — сушилка масла; 7, 13, 17 — конденсаторы; 8, 10 — насосы для мисцеллы; 9 — теплообменник; 14, 15, 16 — паровые котлы; 18 — паровый котел; 19 — теплообменник; 20 — бензосепаратор; 21 — выпариватель; 22, 23 — насосы для конденсата; 24 — насос для растворителя; 25, 28 — насосы для отработанной воды; 26 — рециркуляционный насос; 27 — промежуточная емкость для отработанной воды; 29 — перегорка в бензосепараторе; 30 — форсунка для мисцеллы;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газовоздушная смесь; 12' — отработанная вода

Из дистиллятора второй ступени мисцелла насосом *10* откачивается в дистиллятор третьей ступени *5*, представляющий собой пленочный аппарат с паровой рубашкой, обогреваемой глухим паром. В дистилляторе мисцелла распыляется через форсунку *30*, создавая круговой факел в горизонтальной плоскости. Двигаясь вниз, она обрабатывается встречным потоком острого перегретого пара. Совместное воздействие глухого и острого пара, а также осуществление процесса под вакуумом обеспечивает удаление из масла остатков растворителя.

Для завершения процесса удаления из масла следов растворителя и осуществления его частичной дезодорации в нижней части дистиллятора третьей ступени поддерживается постоянный слой масла, через который барботирует острый пар. Масло из дистиллятора *5* откачивается насосом *11* в сушилку *6*, работающую под вакуумом. Из сушилки экстракционное масло с помощью насоса *12* подается на охлаждение в два теплообменника. В первом теплообменнике *9* масло охлаждается, подогревая мисцеллу, подаваемую на вторую ступень дистилляции, во втором охлаждается минеральным маслом, направляемым в десорбер (на рисунке этот теплообменник не приведен). Охлажденное экстракционное масло откачивается на дальнейшую переработку.

Схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии Европа Краун (рис. 7.10). Мисцелла, выходящая из экстрактора после очистки в гидроциклонах, поступает на дистилляцию. Дистилляция осуществляется по трехступенчатой схеме. Особенностью этой линии является использование на всех ступенях дистилляции вакуума, а на последней ступени и при сушке масла — дополнительно острого пара.

Дистиллятор первой ступени *1* представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник, обогреваемый смесью паров растворителя и воды, выходящих из чанного тостера, и отработанным паром эжекторов *17* и *18* от конденсаторов *6* и *7*. Мисцелла, проходя по трубкам дистиллятора, закипает и в виде парожидкостной смеси попадает в сепаратор, где происходит отделение от мисцеллы паров растворителя.

Упаренная мисцелла, пройдя регенеративный теплообменник *12*, где она подогревается экстракционным маслом, выходящим из сушилки *5*, поступает на вторую ступень дистилляции. Дистиллятор второй ступени *2* аналогичен по конструкции дистиллятору первой ступени, но имеет меньшие размеры. В качестве греющего агента в межтрубном пространстве используется пар.

Отгонка растворителя из мисцеллы на первой и второй ступенях дистилляции осуществляется под вакуумом, создаваемым эжектором *17* через конденсатор *6*.

Мисцелла после второй ступени дистилляции через резервуар с контролируемым уровнем *3* насосом *14* подается в дистиллятор треть-

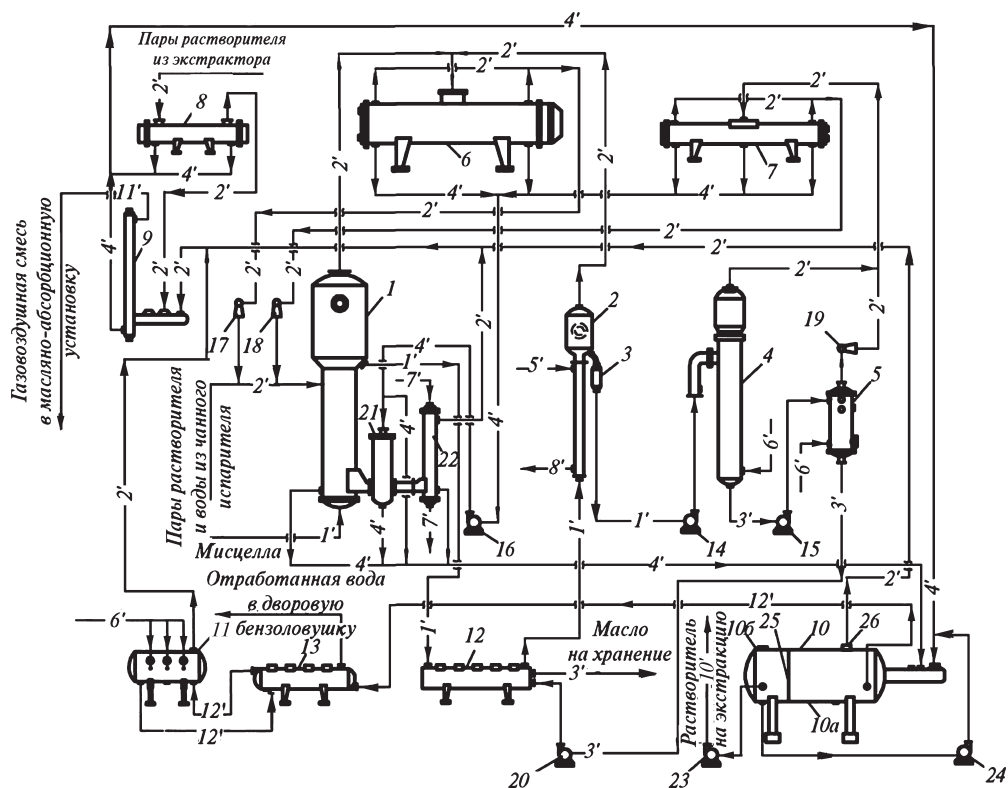


Рис. 7.10. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии Европа Краун:

1 — дистиллятор первой ступени; 2 — дистиллятор второй ступени; 3 — резервуар мисцеллы с контролируемым уровнем; 4 — дистиллятор третьей ступени; 5 — сушилка для масла; 6, 7, 8 — конденсаторы; 9 — вентиляционный конденсатор; 10 — бензоводоотделитель; 11 — выпариватель; 12 — регенеративный теплообменник; 13 — теплообменник; 14, 16 — насосы для мисцеллы; 15, 20 — насосы для масла; 17, 18, 19 — парозежекторы; 21 — пароконтактор; 22 — конденсатор; 23 — насос для растворителя; 24 — рециркуляционный насос; 25 — перегородка в бензоводоотделителе; 26 — патрубок для отвода паров растворителя и воды из бензоводоотделителя;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газозвдушная смесь; 12' — отработанная вода

ей ступени 4, который представляет собой колонку с расширительной камерой вверху. Двигаясь в колонке сверху вниз, мисцелла в противотоке обрабатывается острым паром, поступающим в нижнюю часть колонки. Дистиллятор третьей ступени работает при более глубоком вакууме, создаваемом пароежектором 18 через конденсатор 7. Здесь происходит практически полное удаление растворителя из мисцеллы.

Окончательное удаление следов растворителя из масла и его сушка осуществляются в сушилке 5, которая работает при более глубоком вакууме, чем окончательный дистиллятор. Вакуум в сушилке создается пароежектором 19.

Экстракционное масло из сушилки 5 насосом 20 через теплообменник 12, где оно охлаждается мисцеллой, поступающей на вторую ступень дистилляции, направляется на хранение в емкости.

Схема дистилляции в экстракционной линии фирмы «Харбург Фройденбергер» (рис. 7.11). Дистилляция осуществляется по трехступенчатой схеме, при этом все аппараты работают под вакуумом.

Мисцелла из мисцеллосборника насосом 28 подается на первую ступень дистилляции в главный выпарной аппарат 1. Проходя в виде тонкой пленки по внутренней поверхности вертикальных трубок, обогреваемых соковыми парами, выходящими из тостера, мисцелла закипает и в виде смеси паров растворителя и мисцеллы попадает в сепарационную часть 1, а дистиллятора 1.

В сепарационной части дистиллятора мисцелла разделяется на паровую и жидкую фазы. Пары растворителя, пройдя каплеотделитель 2, где задерживаются капельки унесенной мисцеллы, направляются на конденсацию.

Частично упаренная мисцелла насосом 33 через подогреватель 3, обогреваемый рабочим паром эжекторов 13 и 14, создающих вакуум в дистилляторах, подается на вторую ступень дистилляции.

Дистиллятор второй ступени 4 имеет аналогичное устройство. Его отличительной особенностью является то, что в межтрубное пространство подается насыщенный пар.

Высококонцентрированная мисцелла со второй ступени дистилляции насосом 31 направляется на третью ступень дистилляции — десорбер, работающий на трех различных вакуумных ступенях. Десорбер состоит из двух примыкающих друг к другу секций: первой 5 и второй 6, снабженных паровыми рубашками. Внутри секций находятся элементы, обеспечивающие улучшение контакта острого пара с высококонцентрированной мисцеллой. Вторая секция десорбера состоит из двух частей: верхней 7 и нижней 8, разделенных перегородкой 31. В каждой секции десорбера вакуум создается с помощью индивидуальных эжекторов.

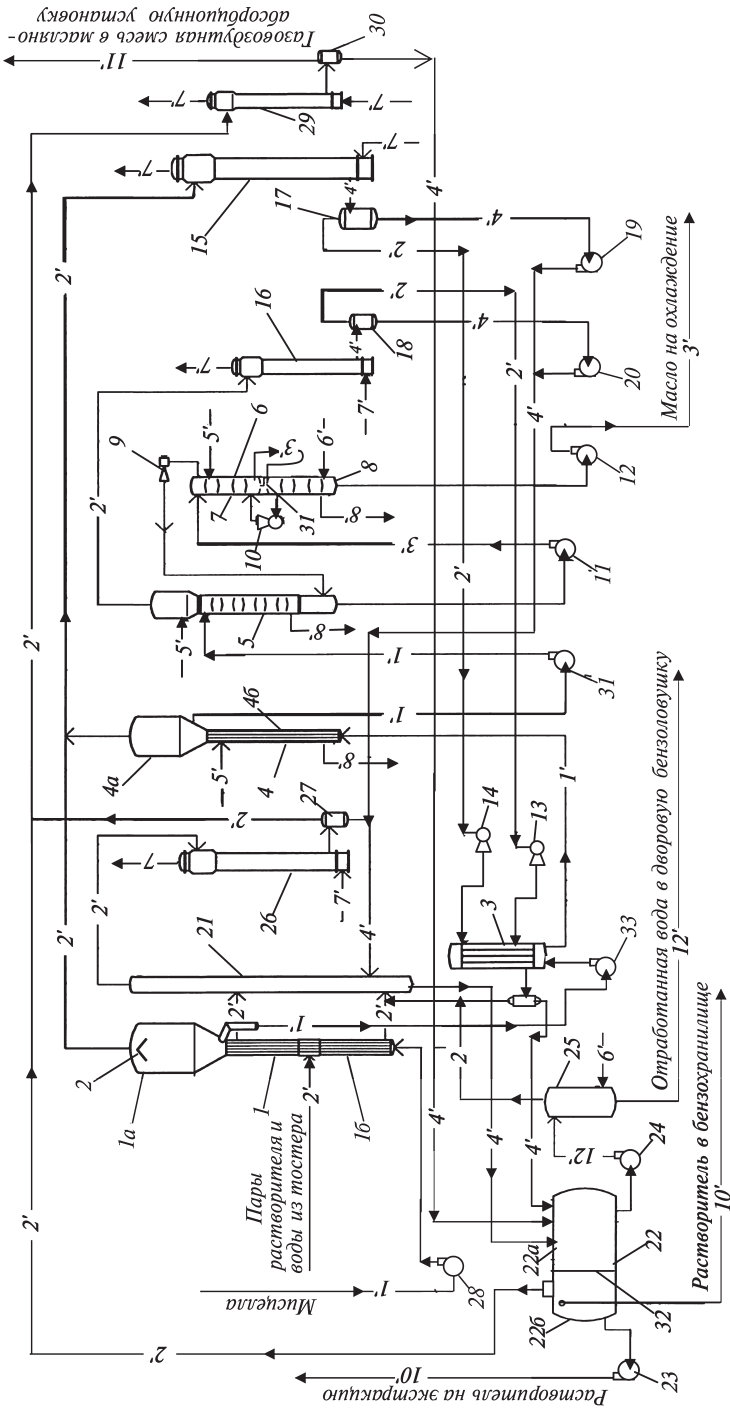


Рис. 7.11. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии фирмы «Харбург Фройденбергер»:

1 — дистиллятор первой ступени; 2 — каплеотделитель; 3 — подогреватель; 4 — дистиллятор второй ступени; 5, 6 — соответственно первая и вторая секции десорбера (третьей ступени дистилляции); 7, 8 — соответственно, верхняя и нижняя части второй секции десорбера; 9, 10, 13, 14 — эжекторы; 11, 28, 31, 33 — насосы для мисцеллы; 12 — насос для масла; 15, 16, 26, 29 — конденсаторы; 17, 18, 27, 30 — сепараторы к конденсаторам; 19, 20 — насосы для конденсата; 21 — пароконтактор; 22 — бензоводоотделитель; 23 — насос для растворителя; 24 — насос для отработанной воды; 25 — выпариватель отработанной воды; 32 — переторodka бензоводоотделителя;

1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газовоздушная смесь; 12' — отработанная вода

Во все секции десорбера подается острый пар. Причем в качестве острого пара в первой секции используют рабочий пар эжектора 9, создающего вакуум в верхней части второй секции десорбера 6.

В верхней части второй секции десорбера в качестве острого пара используется рабочий пар эжектора 10, создающего вакуум в нижней части этой же секции десорбера. В нижнюю часть второй секции десорбера подается обычный острый пар.

Острый пар, поступающий в нижнюю часть десорбера, в противотоке взаимодействуя с маслом, удаляет из него остатки растворителя, которые отводятся эжектором 10 и вместе с его отработанным паром поступают в верхнюю секцию этого десорбера. Аналогично и в верхней секции аппарата пары, двигаясь навстречу потоку масла и извлекая из него остатки растворителя, уносятся другим эжектором 9 в нижнюю часть первой секции десорбера 5.

В первой секции 5 десорбера идет аналогичный процесс. Образующиеся в ней пары растворителя и воды вместе с отработанным паром эжектора 9 уходят на конденсацию.

Такая схема дистилляции обеспечивает эффективное удаление растворителя из масла и существенную экономию пара.

Высококонцентрированная мисцелла, пройдя первую секцию десорбера, где под воздействием вакуума, глухого и острого пара из нее удаляется растворитель, насосом 11 подается в верхнюю часть второй секции десорбера, где подвергается аналогичной обработке. Затем она перетекает в нижнюю часть второй секции десорбера, где также обрабатывается в нисходящем потоке острым паром. Экстракционное масло насосом 12 откачивается из дистиллятора третьей ступени на охлаждение.

Схема дистилляции в экстракционной линии Сивей (рис. 7.12). Линия укомплектована трехступенчатой схемой дистилляции. На всех ступенях поддерживается вакуум ($P_{\text{ост}} = 0,06$ МПа). На последнем этапе процесса дистилляции, а также при сушке масла дополнительно используется острый пар.

Дистиллятор первой ступени состоит из вертикального выпарного аппарата 2 и сепаратора 3. Мисцелла из танка 1 с помощью насоса 9 подается в выпарной аппарат 2, где подогревается парами растворителя и воды, выходящими из тостера, а также рабочим паром эжектора 18 до температуры 53–55 °С. В сепараторе 3 она разделяется на пары растворителя и воды, уходящие на конденсацию, и частично упаренную мисцеллу.

Упаренная мисцелла с концентрацией 55–65 % насосом 10 подается на вторую ступень дистилляции, предварительно проходя регенеративный теплообменник 4. В теплообменнике подогрев мисцеллы

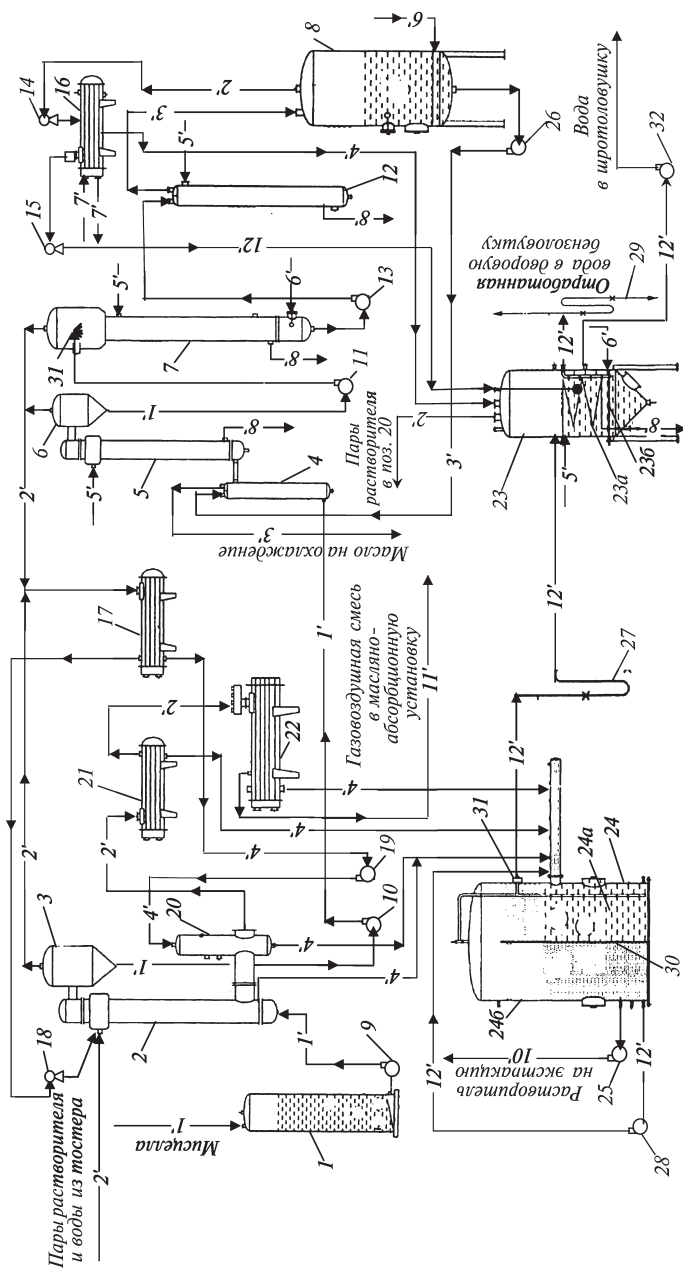


Рис. 7.12. Технологическая схема дистилляции мисцеллы в экстракционной линии Сивей;

1 — танк для мисцеллы; 2 — выпарной аппарат дистиллятора первой ступени; 3 — сепаратор дистиллятора первой ступени; 4 — регенеративный теплообменник; 5 — выпарной аппарат дистиллятора второй ступени; 6 — сепаратор дистиллятора второй ступени; 7 — абсорбер (дистиллятор третьей ступени); 8 — сушильная башня; 9, 10, 11 — насосы для мисцеллы; 12 — теплообменник; 13, 26 — насосы для масла; 14, 15, 18 — эжектора; 16, 17, 21, 22 — конденсаторы; 19 — насос для конденсата; 20 — паровой смеситель; 23 — шламовывариватель; 24 — бензоводоотделитель; 25 — насос для растворителя; 27, 29 — сифонные колена; 28 — насос для откачки воды из бензоводоотделителя; 30 — перегородка в бензоводоотделителе; 31 — патрубок для отвода отработанной воды из водоотделителя; 32 — насос для подачи отработанной воды из шламовываривателя в шротоловушку; 1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — масло; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 10' — растворитель; 11' — газозоодушная смесь; 12' — отработанная вода

осуществляется экстракционным маслом, выходящим из сушильной башни 8.

Дистиллятор второй ступени по устройству аналогичен дистиллятору первой ступени, но имеет меньшие размеры.

Подогрев мисцеллы в выпарном аппарате 5 этой ступени осуществляется глухим паром. Температура мисцеллы на выходе из сепаратора 6 составляет 110–115 °С, концентрация — 96–97 %.

Третья ступень дистилляции представлена абсорбером (стриппером) 7. Мисцелла насосом 11 подается в верхнюю часть аппарата, где она распыляется с помощью форсунки 31 и стекает вниз по вертикальным желобам. Навстречу мисцелле движется острый пар, подаваемый в аппарат снизу. Остаточное содержание растворителя на выходе из абсорбера не превышает 0,05 %.

С целью окончательного удаления растворителя масло подвергается сушке в сушильной башне 8. Предварительно масло насосом 13 прокачивается через теплообменник 12, где подогревается глухим паром до температуры 130 °С. Вакуум в башне ($P_{\text{ост}} = 0,0096$ МПа) создается с помощью двух эжекторов 14 и 15. В сушильную башню дополнительно подается острый пар.

Совместное воздействие вакуума и острого пара позволяет обеспечить практически полное удаление растворителя из масла.

Экстракционное масло с содержанием растворителя не более 0,01 % подвергается двухстадийному охлаждению: для этого насосом 26 оно подается в теплообменник 4, где охлаждается мисцеллой до температуры 70 °С, а затем во второй теплообменник (на рисунке не приведен), где охлаждается холодной водой.

ГЛАВА 8. ОБРАБОТКА ШРОТА

После извлечения масла из масличного материала в обезжиренном продукте (шроте) остается значительное количество растворителя.

В зависимости от внутренней и внешней структуры шрота, свойств используемого растворителя, конструкции экстрактора и других факторов шрот может содержать от 25 до 40 % растворителя и воды (суммарное содержание в шроте растворителя и воды называется бензo-влажeмкостью шрота).

Основными задачами обработки шрота являются:

- максимально полное удаление растворителя;
- очистка паров растворителя и воды, удаляемых из шрота, перед их подачей на конденсацию;
- обезвреживание шротов некоторых масличных культур.

8.1. ОТГОНКА РАСТВОРИТЕЛЯ ИЗ ШРОТА

Основным способом удаления растворителя из шрота является отгонка. Режимы и условия проведения этого процесса во многом определяют кормовые и пищевые достоинства шротов, их сохраняемость, пожаро- и взрывобезопасность при транспортировании, потери растворителя в производстве и т. д.

Механизм и кинетика отгонки растворителя из шрота аналогичны сушке с тем лишь отличием, что если процесс сушки заканчивают при достижении определенной влажности продукта, то целью отгонки является максимально полное удаление растворителя из шрота.

Процесс отгонки растворителя состоит из процессов перемещения растворителя внутри шрота, парообразования и перемещения паров с поверхности шрота в окружающую среду.

Скорость и полнота отгонки растворителя из шрота зависят от многих факторов:

- степени связанности растворителя со шротом;
- структуры и размера частиц;
- бензовлагодности шрота;
- масличности шрота;
- условий проведения процесса отгонки.

Одним из основных факторов, влияющих на процесс отгонки растворителя из шрота, является **степень связанности растворителя со шротом**.

По аналогии с классификацией форм связи влаги с коллоидным капиллярно-пористым телом (схема П. А. Ребиндера) растворитель в шроте связан посредством трех форм связи:

- химической;
- физико-химической;
- механической.

Кроме того, часть растворителя в шроте находится в виде мисцеллы.

Наиболее прочно удерживается шротом химически связанный растворитель. Как правило, в шроте только небольшое количество растворителя связано посредством химической формы связи. Это объясняется тем, что в химическое взаимодействие с функциональными группами компонентов шрота могут вступать только реакционно-способные вещества, например, непредельные и ароматические углеводороды. В связи с тем, что в нефрасе, нашедшем в настоящее время преимущественное применение в России, содержится незначительное количество таких веществ (не выше 0,2 % ароматических и около 0,06 % непредельных углеводородов), образование значительного количества указанных связей маловероятно.

Основное количество растворителя в шроте связано посредством физико-химической (адсорбционная и осмотическая связь) и физико-механической (связь растворителя в макро- и микрокапиллярах и связь смачивания) форм связей. Из них механически связанный растворитель удерживается шротом менее прочно и, следовательно, более легко удаляется в процессе отгонки.

Образование различных форм связей растворителя со шротом во многом зависит от режимов подготовки материала к экстракции и прежде всего от формирования его пористости. Чем выше пористость экстрагируемого материала, тем большая доля растворителя связывается со шротом посредством механической формы связи. В пористом материале большая часть растворителя находится в макро- и микрокапиллярах и лишь небольшая часть связана посредством адсорбционной и осмотической форм связей.

Важную роль играет **структура и размер частиц**, поступающих на экстракцию. Наличие крупных частиц затрудняет процесс экстракции масла и в последующем отгонку растворителя, так как удаление растворителя из крупных частиц шрота идет с меньшей скоростью и менее эффективно. Присутствие мелких частиц в шроте также нежелательно из-за ухудшения дренажных свойств шрота и, как следствие, увеличения его бензовлажностью. Следовательно, размер частиц, поступающих на экстракцию, должен быть оптимальным, что гарантирует быструю и максимально полную отгонку растворителя из шрота.

Существенное влияние на процесс отгонки растворителя оказывает **величина бензовлажностью шрота**. Чем больше растворителя в шроте, тем больше объем образующихся паров растворителя. При ограниченных габаритах аппаратов для отгонки растворителя из шрота внутри них возрастает давление, оказывающее сопротивление выходу паров. Кроме того, это приводит к перегрузке конденсационных и масляно-абсорбционных установок.

На эффективность процесса отгонки растворителя из шрота оказывает влияние **количество содержащегося в нем масла (масличность)**. Чем выше масличность шрота, тем большее количество растворителя в шроте находится в виде мисцеллы, удаление растворителя из которой представляет значительные трудности, так как ее концентрация в процессе отгонки непрерывно возрастает.

Полнота отгонки растворителя из шрота зависит **от режимов проведения процесса**. На отгонку поступают частицы шрота, практически полностью насыщенные растворителем. Процесс отгонки растворителя состоит из двух периодов: периода постоянной и периода падающей скорости процесса.

В первом периоде происходит удаление наименее прочно связанного растворителя (механически связанного). Во втором периоде удаляется более прочно связанный растворитель (посредством физико-химической формы связи).

Для удаления растворителя, связанного посредством физико-химической формы связи, необходимо повышать температуру процесса. Однако высокие температуры (выше 105 °С) могут привести к ухудшению качества шрота за счет повышения степени денатурации белковых веществ.

Для снижения температуры процесса отгонки растворителя из шрота используется острый пар, вакуум и перемешивание.

Острый пар в шрот может подаваться как на начальных, так и завершающих этапах обработки шрота.

Более значительна роль острого пара на начальных этапах обработки: он обеспечивает более быстрый прогрев материала (по сравнению

с нагревом глухим паром через паровые рубашки аппаратов), а также снижает парциальное давление паров растворителя над его поверхностью. Все это снижает продолжительность первого периода отгонки растворителя из шрота и дает возможность за счет увеличения продолжительности второго периода обеспечить более полное удаление растворителя из шрота.

Достаточно велика роль острого пара и на завершающих этапах обработки шрота, где он создает определенную направленность транспортирования паров растворителя из аппарата.

Создание слабого вакуума дополнительно снижает парциальное давление паров растворителя над поверхностью материала, что также приводит к интенсификации процесса их удаления.

Увеличение интенсивности перемешивания шрота ускоряет нагрев его частиц, что повышает скорость испарения из них растворителя. Особенно большое значение это имеет в начальный период отгонки, когда содержание растворителя в шроте велико.

Для удаления растворителя из шрота используются следующие способы:

- отгонка в перемешиваемом слое материала;
- отгонка из перемешиваемого материала в частично взвешенном состоянии;
- отгонка из материала во взвешенном состоянии.

Отгонка в перемешиваемом слое материала реализуется в чанных испарителях — тостерах. Основным источником тепла в тостерах является тепло водяного пара, подаваемого под давлением в рубашки обечаек и днищ, а также внутрь аппаратов. Значительная доля тепла, получаемого материалом, приходится на тепло, выделяемое при конденсации острого пара.

При отгонке растворителя из материала в частично взвешенном состоянии тепло передается теми же путями, что и при отгонке в перемешиваемом слое, хотя менее интенсивно в результате меньшей подачи острого пара и более низкого избыточного давления глухого. Этот способ отгонки был ранее реализован в шнековых испарителях. В настоящее время эти аппараты практически не используются как в нашей стране, так и за рубежом.

При третьем способе отгонки — **во взвешенном состоянии** — шрот обрабатывается в потоке паров растворителя, отгоняемых из шрота, которые подвергаются перегреву и циркулируют в замкнутой системе. При этом способе процесс отгонки идет очень быстро, что снижает до минимума протекание окислительных и гидролитических процессов, денатурацию белковых веществ и т. д.

Однако обработка шрота перегретыми парами растворителя не обеспечивает полного удаления из него растворителя, и содержание растворителя в шроте превышает допустимые пределы. Поэтому для получения шрота, отвечающего требованиям стандарта по содержанию растворителя, его необходимо подвергать дополнительной обработке в тостерах. В настоящее время этот способ отгонки реализуется в установках фирмы «Харбург Фройденбергер».

Первыми аппаратами для отгонки растворителя из шрота в нашей стране были шнековые испарители. Затем были внедрены тостеры и установки, работающие по способу отгонки растворителя из шрота во взвешенном состоянии.

В настоящее время практически во всех современных экстракционных линиях применяются тостеры.

Широкое применение тостеров обусловлено рядом их преимуществ:

- при отгонке растворителя в них не происходит сильного пересушивания и измельчения материала, что предотвращает образование большого количества шротовой пыли. Это, в свою очередь, снижает возможность возникновения статического электричества при транспортировании шрота, уменьшает его потери, а также улучшает санитарные условия в складских помещениях и на заводской территории;
- происходит очень эффективная и наиболее полная отгонка растворителя из шрота. Остаточное содержание растворителя в шроте на выходе из тостеров не превышает 0,1 %;
- достигается равномерное влаготепловое воздействие на шрот и практически исключаются местные перегревы материала;
- при обработке шрота в самопропаривающихся слоях тостеров создаются условия для обезвреживания токсических и антипитательных веществ. Особое значение это имеет при переработке семян сои, клещевины, хлопчатника. Содержащиеся в них токсические и антипитательные вещества являются термолабильными и разрушаются под действием влаги и тепла раньше, чем наступают глубокие изменения в белках шрота. Поэтому при умеренных режимах тостирования происходит их инактивация, что повышает усвояемость шротов;
- томление шрота в самопропаривающихся слоях обеспечивает повышение его вкусовых достоинств.

Тостеры, входящие в состав экстракционных линий различных фирм, имеют принципиально близкое устройство, но отличаются некоторыми конструктивными особенностями и количеством осущест-

вляемых в них операций. В одних конструкциях тостеров (десятичанный тостер, тостер фирмы «Тройка») осуществляется только отгонка растворителя из шрота и его тостирование, в других (фирм «Европа Краун», «Де Смет», «Харбург Фройденбергер», «Н.Л.С.» и др.) шрот дополнительно подвергается сушке и охлаждению.

Десятичанный тостер (рис. 8.1) представляет собой колонный аппарат, состоящий из десяти чанов 1. Каждые два чана спарены общей обечайкой 2 для подачи глухого пара. Рабочее давление греющего пара 1,0 МПа, температура 180–200 °С. Дополнительно каждый чан обогревается паровой рубашкой, расположенной в днище 3. Общая площадь поверхности нагрева тостера 74 м². Через все чаны проходит полый вал 4 с мешалками 5 для перемешивания шрота и перемещения его из чана в чан. Вал приводится во вращение от электродвигателя 16 с редуктором 13 и делает 28 об/мин. К полуму валу подводится острый пар, который далее подается к ножам по трубкам 15.

Каждый чан снабжен мешалкой с двумя ножами, прикрепленными к валу, люком-лазом 6 для осмотра и очистки внутреннего пространства чанов, патрубками 7 для установки форсунок, через которые в случае необходимости можно подавать воду для увлажнения шрота, патрубками для установки термометров. Передача шрота из чана в чан производится с помощью автоматических клапанов, связанных с регуляторами уровня материала в чане. При наполнении чана шротом до определенного уровня срабатывает рычажная система, обеспечивающая открытие отверстия в днище чана.

В верхней части тостера имеется расширитель 9, куда поступают пары растворителя и воды. В нем установлена мешалка 17 со скребками 18 для очистки стенок от частиц шрота. Отвод паров из аппарата осуществляется через патрубок 10.

В днищах каждого чана, кроме нижнего, имеются колосники для прохода паров из нижерасположенных чанов.

Для дополнительного отвода паров из каждого чана имеется аспирационная труба 11, которая в верхней части соединена с расширителем 9. Шрот, оседающий в аспирационной трубе, подается с помощью шнека 12 в нижний чан тостера.

Для подачи шрота в аппарат служит патрубок 8, для выхода — разгрузочный шнек 14.

Шрот из экстрактора через шлюзовой затвор и питатель подается в верхний чан аппарата. В случае необходимости он увлажняется водой в шнеке-питателе или в верхнем чане тостера и затем последовательно проходит через все чаны. Продолжительность пребывания шрота в тостере 55–65 мин при высоте слоя 400 мм. Под воздействием глухого и острого пара происходит пропаривание шрота и удаление из него

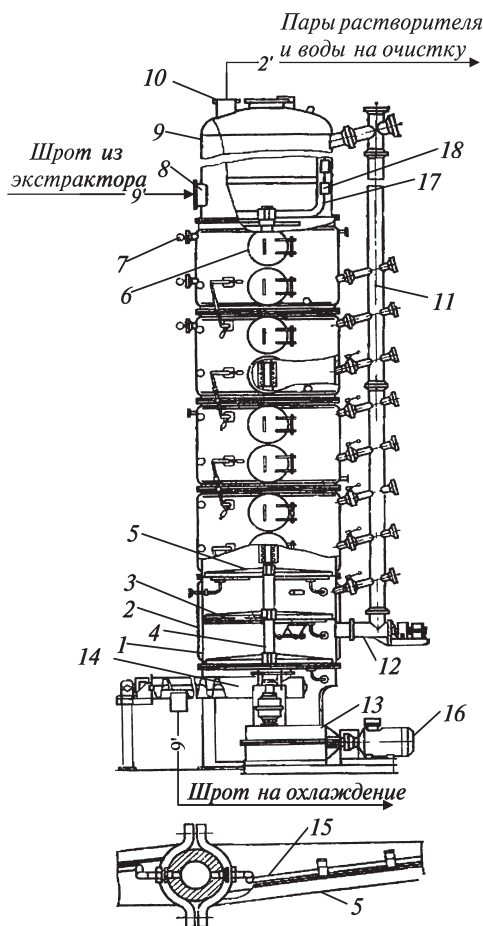


Рис. 8.1. Десятичанный тостер:

1 — чан; 2 — обечайка; 3 — двойное днище; 4 — полый вал; 5 — мешалки; 6 — люки-лазы; 7 — патрубки для установки форсунок; 8 — патрубок для подачи шрота в тостер; 10 — патрубок для отвода паров растворителя и воды из тостера; 9 — расширитель; 11 — аспирационная труба; 12 — шнек; 13 — редуктор; 14 — шнек для выгрузки шрота из экстрактора; 15 — трубка для подачи острого пара из полого вала к ножам; 16 — электродвигатель; 17 — мешалка; 18 — скребки; 2' — пары растворителя и воды; 9' — шрот

растворителя. Подача острого пара может осуществляться как в верхние, так и в нижние чаны тостера.

Пары растворителя и воды через колосники в днищах чанов и через толщу материала, а также через аспирационную трубу отводятся в расширитель, где предварительно освобождаются от частиц шрота, и далее поступают на окончательную очистку в мокрую шротоловушку.

Готовый шрот через шнек *14* и шлюзовой затвор выводится из тостера. Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность тостера, т/сут шрота	190
Площадь поверхность нагрева тостера, м ²	74
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %, не более	0,1
Массовая доля влаги в шроте, %	8,5–10,0
Температура шрота на выходе из тостера, °С	100–105

Тостер фирмы «Тройка» (рис. 8.2) состоит из семи чанов *1*. Каждый чан оборудован двойным днищем *2* для подачи глухого пара. Дополнительно глухой пар подается в паровые трубы, расположенные на внешней поверхности тостера по его образующей. В тостере предусмотрена возможность в случае необходимости подачи острого пара через форсунки в четвертый и пятый (счет чанов сверху) чаны и через полый вал и ножи-мешалки в чаны со второго по шестой. Перепуск материала из чана в чан осуществляется с помощью перепускных клапанов *3*.

Шрот из экстрактора с помощью гусиной шеи *10* через шлюзовой затвор *11* подается в верхний чан. Перемещение шрота в последующие чаны и его перемешивание осуществляется с помощью мешалок *5*, укрепленных на валу *4*, который приводится во вращение от электродвигателя *7* через редуктор *6*. За счет обогрева шрота паром происходит удаление содержащегося в нем растворителя. Пары растворителя и воды через колосниковые решетки в днищах чанов и аспирационные трубы *8* и *9* поступают в верхний чан тостера, причем из верхних чанов (второго, третьего и четвертого) пары идут в аспирационную трубу *9*, а из нижних (пятого, шестого и седьмого) в аспирационную трубу *8*. Из верхнего чана пары растворителя и воды через патрубок *12* уходят на очистку.

Шрот с температурой 100–105 °С и содержанием влаги и растворителя 0,07–0,08 % выходит из тостера и шнеком *13* направляется на охлаждение.

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена подсолнечника, т/сут	до 700
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %	0,07–0,08
Массовая доля влаги в шроте, %	8,5–10,0
Температура шрота на выходе из тостера, °С	100–105

Тостеры с использованием лицензии Шумахера (десольвентизаторы) в настоящее время широко используются на масложировых предприятиях ряда стран Европы, Азии, Америки. Ими укомплектованы экстракционные линии таких известных фирм, как «Европа Краун»,

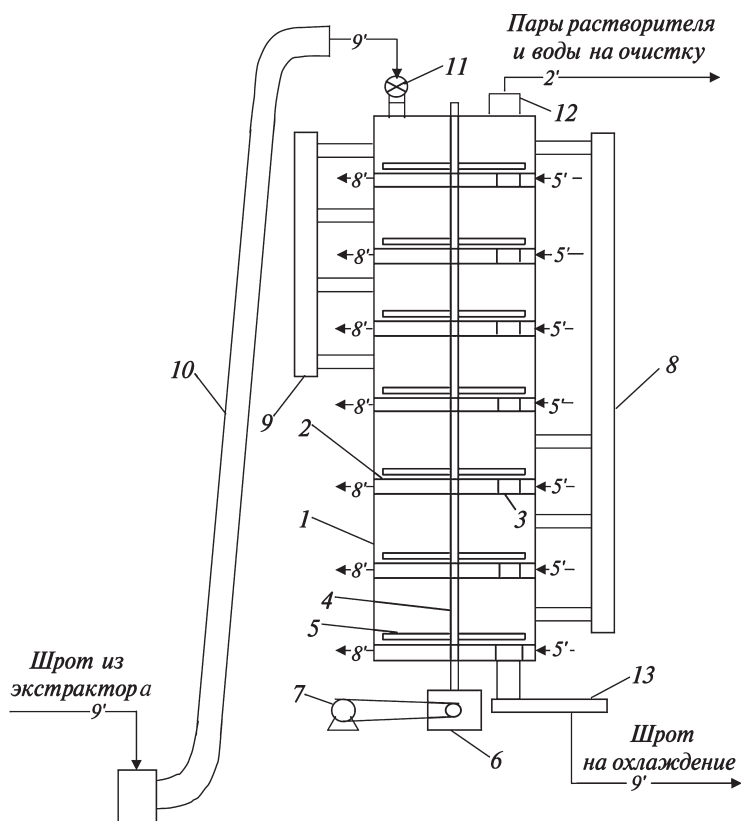


Рис. 8.2. Тостер фирмы «Тройка»:

1 — чаны; 2 — двойное днище; 3 — перепускные клапаны; 4 — вал; 5 — мешалки; 6 — редуктор; 7 — электродвигатель; 8, 9 — аспирационные трубы; 10 — гусиная шея; 11 — шлюзовый затвор; 12 — патрубок для отвода паров растворителя и воды из тостера; 13 — шнек для выгрузки шрота из тостера;
2' — пары растворителя и воды; 5' — глухой пар; 8' — конденсат; 9' — шрот

«Де Смет», «Харбург Фройденбергер», «Н.Л.С.» и др. Они отличаются друг от друга рядом небольших конструктивных особенностей. В тостерах этого типа процессы отгонки растворителя из шрота часто совмещаются с процессами его тостирования, сушки и охлаждения. Такие аппараты называются ДТДС (десольвентизатор, тостер, сушилка, охладитель).

Тостер ДТДС фирмы «Европа Краун» (рис. 8.3) представляет собой аппарат, состоящий из восьми цилиндрических чанов 1–8, расположенных друг над другом. Два верхних чана 1, 2 предназначены для предварительной отгонки растворителя из шрота, следующие три

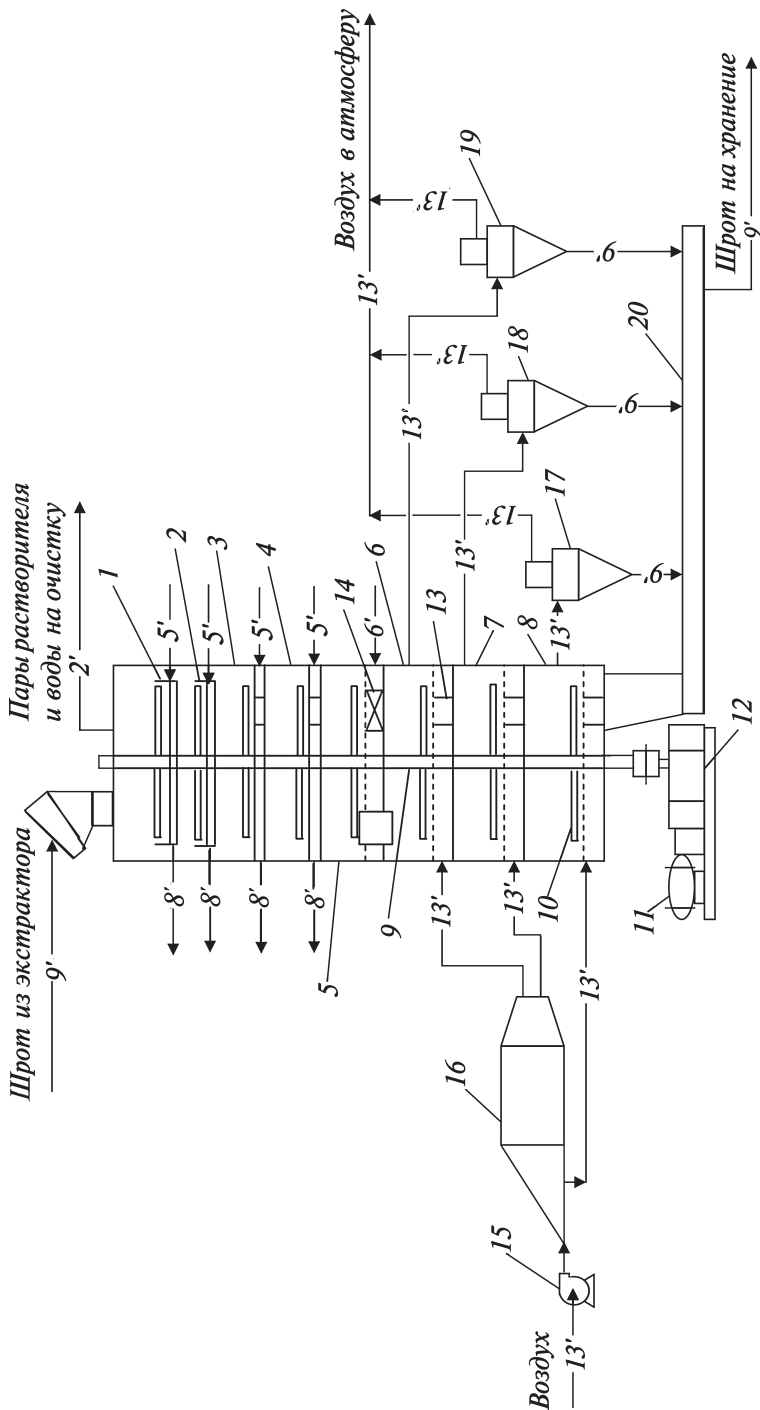


Рис. 8.3. Тостер фирмы «Европа Краун»:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — чаны; 9 — вал; 10 — мешалки; 11 — электродвигатель; 12 — редуктор; 13 — перепускные клапаны; 14 — шлюзовой затвор; 15 — вентилятор; 16 — циклон; 17, 18, 19 — циклоны; 20 — шнек шрота; 2' — пары растворителя и воды; 5' — острый пар; 6' — острый пар; 8' — конденсат; 9' — шрот; 13' — воздух

(3, 4, 5) для тостирования шрота, чаны 6 и 7 — для его сушки и чан 8 — для охлаждения.

Через все чаны тостера проходит центральный вал 9, на котором в каждом чане закреплены мешалки 10, обеспечивающие перемешивание и перемещение материала из чана в чан. Приводной механизм вала (электродвигатель 11 и редуктор 12) расположен в нижней части аппарата.

Шрот из чана в чан проходит с помощью специальных перепускных клапанов 13 с заслонками для регулирования уровня материала в чане. Заслонки, установленные в перепускных клапанах, закрываются во время пуска и открываются, когда достигается необходимый уровень материала в чане.

Шрот, поступающий в тостер, вначале проходит два корзиночных чана 1 и 2, имеющих меньший диаметр по сравнению с нижерасположенными чанами. Они обогреваются только глухим паром, подаваемым в днища. Пары растворителя и воды, идущие из нижерасположенных чанов, проходят вокруг корзиночных чанов с малой скоростью, отдавая им тепло, и выводятся в мокрую шротоловушку.

Далее шрот последовательно проходит чаны тостирования шрота. В чане 5 он обрабатывается только острым паром, подаваемым в двойное перфорированное днище. Пар, проходя через мелкие отверстия днища, равномерно распределяется в шроте, что облегчает процесс удаления из него остатков растворителя. Пары растворителя и воды через отверстия в днищах чанов поднимаются в вышерасположенные чаны 3 и 4, обогреваемые дополнительно глухим паром, подаваемым в днища.

Совместное воздействие острого и глухого пара в чанах тостирования (3, 4, 5 чаны) обеспечивает эффективное удаление растворителя из шрота. Между чанами 5 и 6 чанного испарителя установлен специальный шлюзовой затвор 14 с переменной скоростью вращения для подачи шрота в чаны сушки и охлаждения, скорость которого определяется уровнем материала в верхнем чане.

В чанах сушки (6 и 7 чаны) шрот дополнительно обрабатывается горячим воздухом. Наружный воздух подается вентилятором 15, нагревается в калорифере 16 до нужной температуры и нагнетается через отверстия в днищах чанов. Горячий воздух, проходя через слой шрота, дополнительно нагревает его, подсушивает, частично унося влагу, и отводится из чанов через циклоны 18 и 19 в атмосферу.

В чане для охлаждения 8 шрот охлаждается наружным воздухом, подаваемым вентилятором 15 через отверстия в днище чана 8, до температуры окружающей среды.

Отработанный воздух очищается от пыли в циклоне 17 и выбрасывается в атмосферу. Шротовая пыль, осевшая в циклонах 17, 18, 19, объединяется с общим потоком шрота, идущим из тостера в шнеке 20.

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена подсолнечника, т/сут	до 1000
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, % не более	0,1
Массовая доля влаги в шроте, %	8,5–9,0
Температура шрота, °С	не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 5

Чанный испаритель конструкции Де Смет Шумахер (рис. 8.4) состоит из шести цилиндрических чанов *1–6*, расположенных друг над другом. В верхних двух чанах *1* и *2* осуществляется предварительная отгонка растворителя из шрота, в последующих трех чанах — тостирование и в нижнем шестом чане — его сушка и охлаждение.

Первые четыре чана имеют двойные днища *7* для подачи глухого пара, в пятый чан подается только острый пар. Через все чаны проходит вал *8* с мешалками *9*. Привод вала осуществляется от электродвигателя *10* с редуктором *11*, которые расположены в нижней части тостера. Высота слоя материала в чанах составляет 500–750 мм.

Шрот, поступающий в испаритель, в верхних двух чанах подвергается воздействию только глухого пара, в последующих двух чанах — острого и глухого пара. Острый пар подается только в пятый чан, имеющий перфорированное днище *12*. Поступающий в двойное днище острый пар проходит через отверстия в днище и попадает в слой материала, нагретого в вышерасположенных чанах до температуры 105–110 °С. Равномерно распределяясь в массе шрота, он не только удаляет остатки растворителя, но и несколько подсушивает его. Иногда во избежание пересушки шрота в пар добавляется небольшое количество конденсата.

Пары растворителя и воды из пятого чана через колосниковые решетки, имеющиеся в днищах четвертого и третьего чанов, проходят слой шрота в этих чанах, удаляя часть растворителя. Далее они через центральные газоходы *13* и *14*, расположенные в днищах первого и второго чанов, поступают в верхний чан, где объединяются с парами, удаляемыми в двух верхних чанах и общим потоком уходят в мокрую шротоловушку.

Перепуск материала из чана в чан в зоне предварительной и окончательной отгонки растворителя из шрота осуществляется с помощью перепускных клапанов *15*. Устройство перепускных клапанов не позволяет проходить парам через разгрузочные отверстия. Заслонки, ус-

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена подсолнечника, т/сут	до 500
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %, не более	0,1
Массовая доля влаги в шроте, %	7,0–11,0
Температура шрота, °С	не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 5

Тостер фирмы «Н.Л.С.» (рис. 8.5) по своей конструкции аналогичен конструкции других тостеров, в которых происходит не только удаление растворителя из шрота, но и его сушка и охлаждение, с небольшими отличительными особенностями.

Фирмой «Н.Л.С.» выпускаются тостеры ДТДС разной производительности. На рисунке приведен один из тостеров этой фирмы.

Он состоит из восьми чанов. В верхних шести чанах идет процесс десольвентизации шрота, в седьмом — его сушка, в восьмом — охлаждение.

Тостер снабжен валом 21, на котором в каждом чане укреплены ножи-мешалки 22.

Три верхних чана (1–3) тостера имеют двойные днища, в них осуществляется удаление растворителя из шрота только под воздействием глухого пара, подаваемого в днища. Следующие пять чанов (4–8) снабжены перфорированными днищами.

Острый пар подается только в самый нижний чан 6 отделения десольвентизации шрота. За счет хорошего контакта острого пара со шротом, нагретым в вышерасположенных чанах, происходит удаление из него остатков растворителя.

Пары растворителя и воды через перфорированные днища чанов 4, 5 и 6 поступают в вышерасположенные чаны, пронизывая слой материала и унося с собой растворитель. Далее через центральные газоходы 9, 10, 11 в днищах чанов 1–3 они поступают в верхний чан, где объединяются с парами растворителя и воды, удаляемыми в этих чанах, и общим потоком уходят на обработку в мокрую шротоловушку.

Отличительной особенностью ДТДС фирмы «Н.Л.С.» является то, что передача материала из камеры десольвентизации в камеру сушки осуществляется шнековым питателем с герметичной заглушкой 12, характеризующимся большой надежностью в работе. В этом устройстве герметизация осуществляется самим материалом и не зависит от зазора между ножами и кожухом, как у шлюзового затвора, который используется для передачи материала в ДСДТ других фирм.

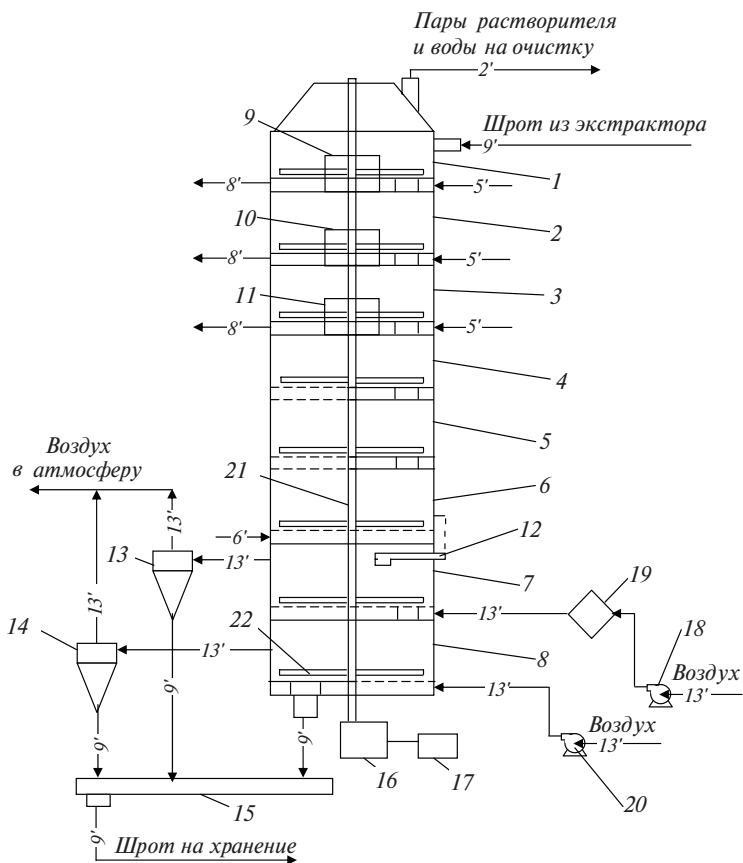


Рис. 8.5. Тостер фирмы «HLS»:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — чаны; 9, 10, 11 — газоходы; 12 — шнековый питатель с герметичной заглушкой; 13, 14 — циклоны; 15 — шнек шрота; 16 — редуктор; 17 — электродвигатель; 18, 20 — вентиляторы; 19 — калорифер; 21 — вал; 22 — ножи-мешалки;
2' — пары растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 8' — конденсат;
9' — шрот; 13' — воздух

Сушка шрота в чане 7 осуществляется горячим воздухом, подаваемым в его перфорированное днище вентилятором 18 через калорифер 19, охлаждение в чане 8 — холодным, подаваемым вентилятором 20. Очистка воздуха, выходящего из сушильного и охладительного чанов, происходит в циклонах 13 и 14.

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена сои, т/сут	210–1500
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %	0,02–0,03
Массовая доля влаги в шроте, %	10,0–12,0

В тостерах фирмы «Харбург Фройденбергер» также может быть предусмотрен полный цикл обработки шрота. Фирмой выпускаются любые комбинации тостеров, отличающихся количеством осуществляемых операций (наличием зон сушки и охлаждения или без них, или без одной из них), количеством чанов на каждой из операций, производительностью и т. д.

На **рис. 8.6** приведена схема работы одного из тостеров этой фирмы «V-D-T-T-K» (десольвентизатор, тостер, сушилка, охладитель). Он состоит из двух чанов предварительной десольвентизации 1 и 2, двух чанов основной десольвентизации 3 и 4, чана тостирования 5, чана сушки 6 и чана охлаждения шрота 7.

В первых двух чанах отгонка растворителя из шрота производится только под воздействием глухого пара, подаваемого в днища, в последующих двух чанах — под воздействием глухого, подаваемого в днища, и острого, поступающего из нижерасположенного пятого чана, в пятом чане — только под воздействием острого пара, подаваемого в перфорированное днище.

В шестом чане производится сушка горячим воздухом, поступающим в двойное перфорированное днище, в седьмом — холодным. Как горячий, так и холодный воздух, выходящий из чанов, подвергается очистке в циклонах.

Пары растворителя и воды уходят из верхнего чана на очистку, а шрот из нижнего чана шнеком транспортируется на хранение.

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена подсолнечника, т/сут	900
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %, не более	0,1
Массовая доля влаги в шроте, %	7,0—11,0

Тостер фирмы «Сивей» (рис. 8.7) по конструкции аналогичен другим тостерам типа ДСТД.

Он состоит из семи чанов. В двух верхних (корзиночных) чанах 1 и 2 удаление растворителя из шрота осуществляется только глухим паром, подаваемым в двойные днища, в двух последующих 3 и 4 — глухим и острым, поступающим из нижерасположенного чана 5, в чане 5 — только острым, подаваемым в перфорированное днище. Температура шрота в пятом чане составляет 100—105 °С, влажность в пределах 14 %.

Переход шрота из зоны отгонки растворителя в зону сушки (чан 6) осуществляется с помощью заслонки 8, которая препятствует попаданию воздуха из зоны сушки в зону десольвентизации.

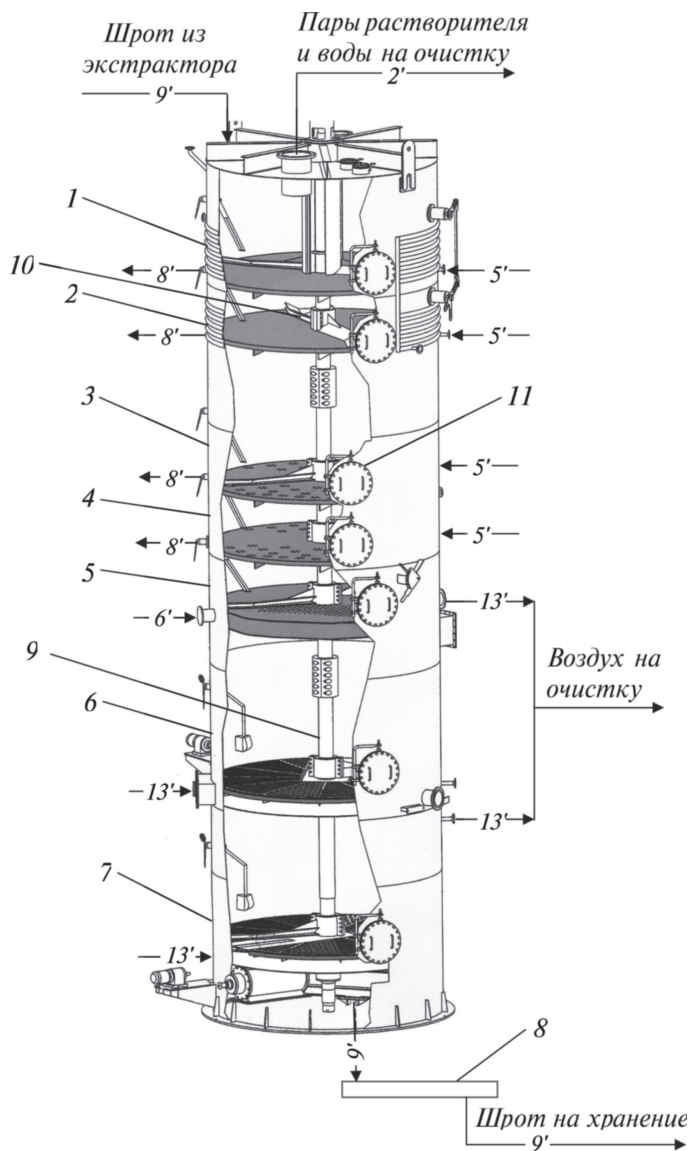


Рис. 8.6. Тостер фирмы «Харбург Фройденбергер»:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — чаны; 8 — шнек шрота; 9 — вал; 10 — ножи-мешалки; 11 — люки-лазы для осмотра внутренней поверхности чанов; 2' — пары растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 8' — конденсат; 9' — шрот; 13' — воздух

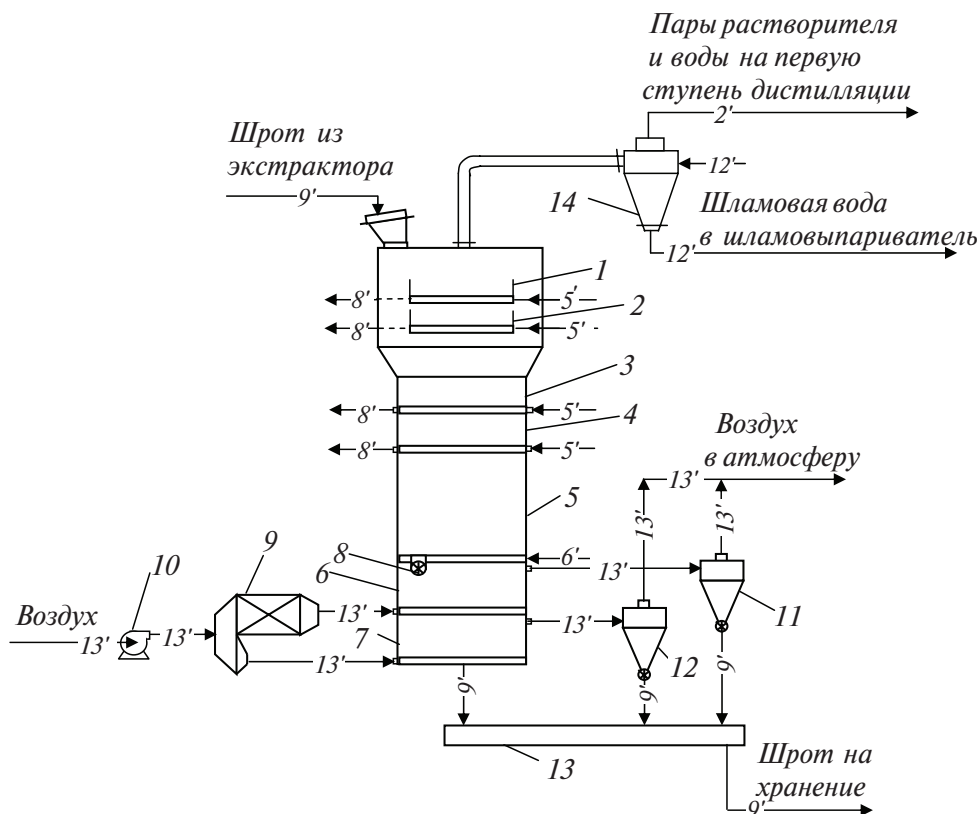


Рис. 8.7. Тостер фирмы «Сивей»:

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — чаны; 8 — заслонка; 9 — калорифер; 10 — вентилятор;
 11, 12 — циклоны; 13 — шнек шрота; 14 — мокрая шротоловушка;
 2' — пары растворителя и воды, 5' — глухой пар, 8' — конденсат, 9' — шрот,
 12' — отработанная вода, 13' — воздух

Воздух, поступающий в чан 6, предварительно нагревается в калорифере 9. Температура горячего воздуха не должна превышать 110 °С. Массовая доля влаги в шроте на выходе из зоны сушки ориентировочно составляет 11,0–11,5 %.

В зоне охлаждения (чан 7) за счет продувки шрота холодным воздухом, подаваемым вентилятором 10, массовая доля влаги в нем снижается до 9 %, а температура падает до 40 °С.

Очистка холодного и горячего воздуха, выходящего из тостера, осуществляется в циклонах 11 и 12. Шрот из тостера и циклонов шнеком 13 направляется на хранение. Пары растворителя и воды, удаленные из шрота, через патрубок уходят на очистку в мокрую шротоловушку 14.

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность, т/сут шрота	150
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %, не более	0,05
Массовая доля влаги в шроте, %	9,0–10,0
Температура шрота, °С, не более	40

Тостеры фирмы «Де Смет» (ДТДС) с применением новой технологии Dimax (R) представляют собой вертикальные аппараты, осуществляющие предварительную и основную десольвентизацию, тостирование и окончательную обработку шрота острым паром.

Часто они используются в сочетании с сушилкой и охладителем, представляя собой один комбинированный аппарат. В зависимости от вида перерабатываемого материала, его свойств и особенностей, производительности и других факторов компанией производятся тостеры, имеющие разные размеры, содержащие различное количество чанов как на отдельных стадиях обработки, так и в целом в аппарате.

На **рис. 8.8** представлен один из тостеров (ДТДС) фирмы «Де Смет», имеющий все стадии обработки шрота, включая сушку и охлаждение. Он состоит из одиннадцати чанов: четыре верхних (1–4) предназначены для предварительной десольвентизации, три следующих (5–7) — для основной десольвентизации, один (8) — для тостирования, два (9, 10) — для сушки и один (11) — для охлаждения.

В секции предварительной десольвентизации испарение растворителя из шрота осуществляется за счет нагрева его только глухим паром, подаваемым в двойные днища чанов. Отсутствие воздействия острого пара на материал в этой секции снижает возможность его конденсации в верхних чанах, что уменьшает содержание влаги в шроте и, соответственно, затраты электроэнергии на его сушку.

Острый пар подается только в секцию тостирования (в восьмой чан) через перфорированную поверхность днищ. Он проходит через слой шрота, находящийся в чане секции тостирования и далее через слой шрота в чанах секции основной десольвентизации. При этом он нагревает шрот и удаляет из него растворитель.

В секции предварительной десольвентизации пары растворителя и воды проходят вокруг корзиночных чанов 1–4, отдавая им тепло, и затем уходят на конденсацию.

В секцию сушки (чанов 9, 10) горячий воздух подается в днища обоих сушильных чанов, откуда продувается через слой материала и подсушивает его. В секции охлаждения (чан 11) через слой материала продувается холодный воздух. Воздух из сушильных и охладительных

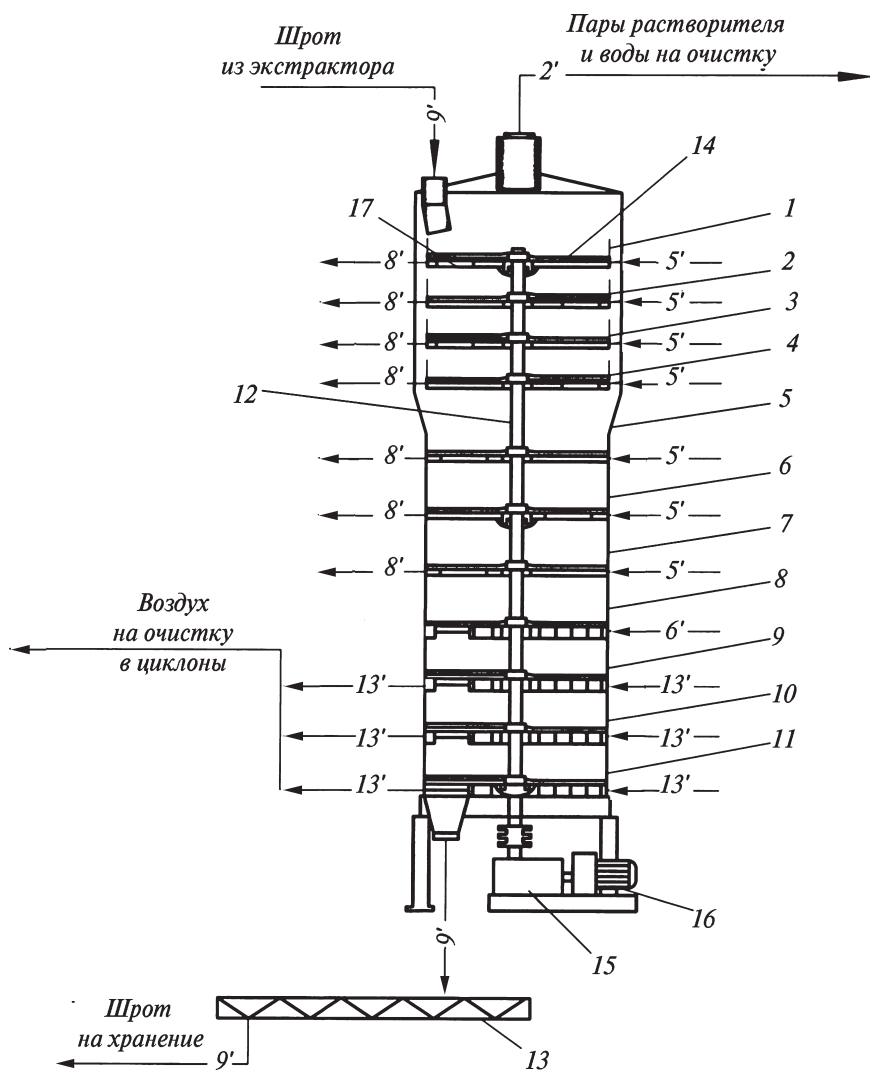


Рис. 8.8. Тостер фирмы «Де Смет» (с технологией Dimax):

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 — чаны; 12 — вал; 13 — шнек шрота; 14 — мешалки;
 15 — редуктор; 16 — электродвигатель; 17 — перепускные клапаны;
 2' — пары растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 8' — конденсат;
 9' — шрот; 13' — воздух

чанов поступает на очистку в циклоны. Особенностью этого тостера фирмы «Де Смет» является использование новой конструкции днищ.

Традиционные днища (**рис. 8.9**), применяемые в других тостерах, заменены на щелевые с использованием щелевой сетки Dimax (**рис. 8.10**).

Конструкция днищ запатентована, и компания «Де Смет» обладает эксклюзивными правами на этот патент. Щелевая сетка Dimax обеспечивает более равномерное распределение пара в слое шрота и снижает агломерацию шрота в «водяные шарики», которые увеличивают потери растворителя в производстве.



Рис. 8.9. Традиционные днища тостеров

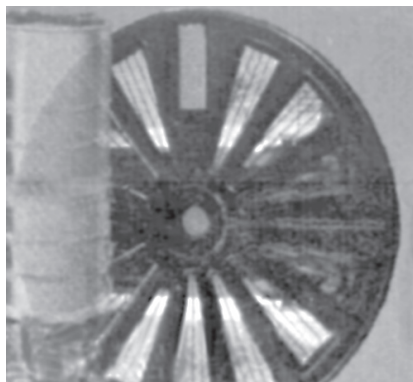


Рис. 8.10. Щелевая сетка Dimax

Показатели работы тостера приведены ниже:

Производительность в расчете на семена подсолнечника, т/сут	до 1700
Массовая доля растворителя в шроте на выходе из тостера, %, не более	0,1
Массовая доля влаги в шроте, %	11,0–11,5
Температура шрота, °C	не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 5

Схема комбинированной обработки шрота в установке фирмы «Харбург Фройденбергер» (**рис. 8.11**) предусматривает предварительную отгонку растворителя из шрота во взвешенном состоянии с помощью перегретых паров растворителя и последующую его обработку в чанном тостере, где осуществляется окончательное удаление остатков растворителя из шрота под небольшим вакуумом, его сушка и охлаждение.

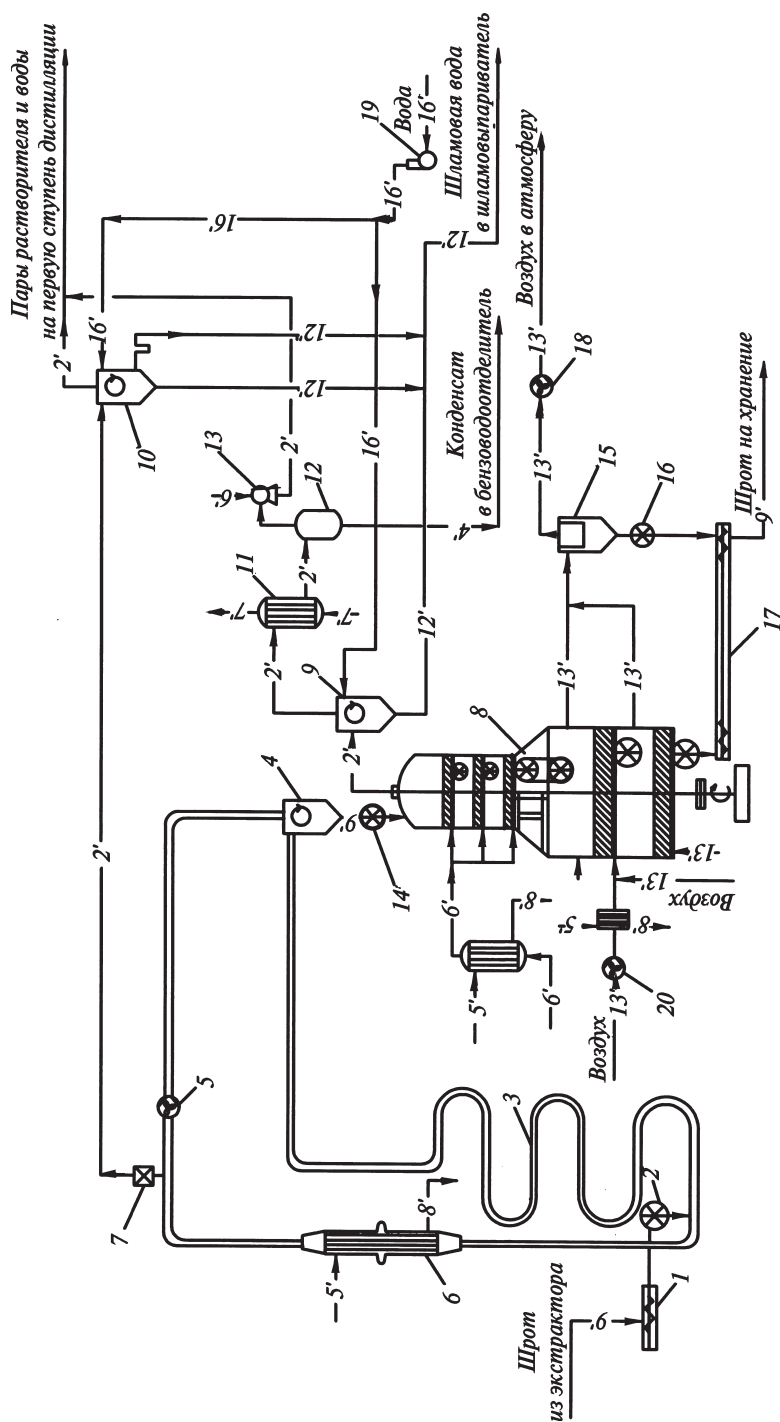


Рис. 8.11. Схема комбинированной обработки шрота в установке фирмы «Харбург Фройденбергер»:

1 — шнек шрота; 2, 14, 16 — шлюзовые затворы; 3 — пневматический провод; 4, 15 — циклоны; 5, 18, 20 — вентиляторы; 6 — пароперетраватель; 7 — клапан; 8 — тостер; 9, 10 — циклонные мокрые ловушки; 11 — конденсатор; 12 — сепаратор;

13 — парожетор; 17 — шнек шрота; 19 — насос воды;

2' — пары растворителя и воды, 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар, 6' — острый пар, 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат, 9' — шрот, 12' — отработанная вода, 13' — воздух; 16' — горячая вода

Шрот из экстрактора шнеком 1 через шлюзовой затвор 2 подается в пневматический провод 3, где подхватывается потоком сжатого воздуха и перегретых паров растворителя. В пневмопроводе происходит нагревание шрота и испарение содержащегося в нем растворителя.

С большей скоростью пары и шрот попадают в циклон 4, где происходит их разделение. Отделенные пары растворителя с помощью вентилятора 5 нагнетаются в пароперегреватель 6.

На линии установлен автоматически регулируемый клапан 7, обеспечивающий удаление из системы части растворителя, соответствующей количеству растворителя, испарившегося из шрота. После перегрева в пароперегревателе растворитель вновь подается на обработку шрота.

Пары растворителя и воды, выходящие из системы, идут на очистку в циклонную шROTOЛОВУШКУ 10, где обрабатываются горячей водой. Вода с частицами шрота направляется в шламовыпариватель, а пары уходят на обогрев мисцеллы на первую ступень дистилляции.

Шрот с небольшим остаточным содержанием растворителя из циклона 4 через шлюзовой затвор 14 направляется в тостер 8 для окончательной отгонки растворителя. Здесь с помощью острого пара, подаваемого в двойные перфорированные днища, происходит удаление остатков растворителя.

Выходящие из аппарата пары растворителя и воды проходят очистку в циклонной мокрой шROTOЛОВУШКУ 9 горячей водой, после чего поступают в конденсатор 11, где происходит их частичная конденсация. Смесь паров и конденсата направляется в сепаратор 12, в котором идет ее разделение на паровую и жидкую фазы. Пары эжектором 13 подаются на первую ступень дистилляции для подогрева мисцеллы, а конденсат идет на разделение в бензоводоотделитель.

Горячий и холодный воздух, выходящий из тостера, освобождается от частиц шрота в циклоне 15. Готовый шрот из тостера и шрот, задержанный в циклоне 15, собирается общим шнеком 17 и транспортируется на хранение.

8.2. ОЧИСТКА ПАРОБЕНЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ, ВЫХОДЯЩИХ ИЗ ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ШРОТА

При отгонке растворителя из шрота вместе с парами растворителя и воды из испарителей уносится значительное количество частиц шрота. Их присутствие в паробензиновой смеси служит причиной загрязнения поверхностей охлаждения конденсаторов, что уменьшает в них коэффициент теплопередачи, ухудшая их работу. Помимо этого присутствие частиц шрота в парах может привести к образованию

эмульсий воды и растворителя, трудно расслаивающихся в бензоводоотделителях. Попадание эмульсионного слоя в растворитель вызывает обводнение последнего, что затрудняет проведение экстракции, а сброс его с водой в канализацию увеличивает потери растворителя и повышает взрывоопасность канализационной системы.

Для очистки смеси паров растворителя и воды от частиц шрота служат мокрые шротоловушки, которые устанавливаются между испарителями и конденсаторами.

В одних конструкциях шротоловушек промывка паров производится горячей водой (90–95 °С), в других — горячим растворителем. Осаждение частиц в них происходит благодаря максимальному развитию поверхности взаимодействия паробензиновой смеси и промывной жидкости, а также за счет использования центробежных и инерционных сил.

Для очистки паров используются камерные и циклонные шротоловушки.

Современные экстракционные линии в основном укомплектованы циклонными мокрыми шротоловушками, камерные шротоловушки встречаются реже.

Камерная мокрая шротоловушка (рис. 8.12) линии НД-1250 представляет собой цилиндрический аппарат, разделенный перегородкой, с плоской крышкой и коническим днищем.

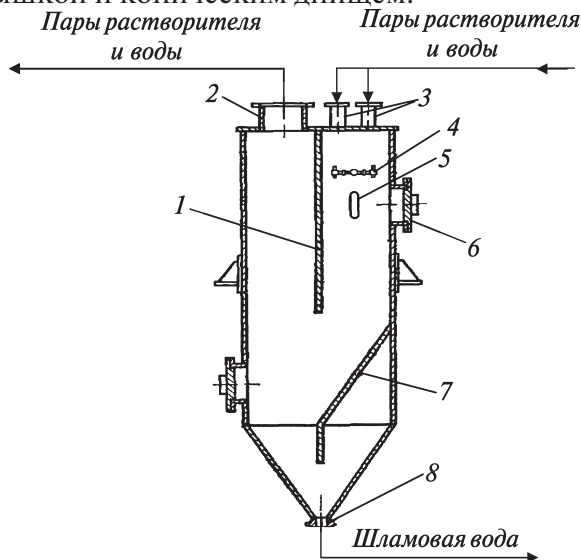


Рис. 8.12. Камерная мокрая шротоловушка:

1 — перегородка; 2 — патрубок для выхода паров растворителя и воды; 3 — патрубки для входа паров растворителя и воды; 4 — форсунки; 5 — смотровое стекло; 6 — люки; 7 — отбойная плоскость; 8 — патрубок для выхода шламовых вод

На крышке расположены два патрубка 3 для поступления паров растворителя и воды и один 2 для их выхода. Под входным патрубком находятся четыре форсунки 4 для подачи горячей промывной воды. В нижней части шротоловушки имеется отбойная плоскость 7. Для выхода шламовых вод служит патрубок 8.

На корпусе шротоловушки имеется два люка 6 для осмотра каждой ее половины, в верхней части расположено смотровое стекло 5 для наблюдения за факелом промывной воды, распыляемой из форсунок.

Пары растворителя и воды с частицами шрота поступают в шротоловушку, где орошаются распыляемой форсунками горячей (90–95 °С) водой. Применение горячей воды исключает конденсацию растворителя в шротоловушке. Частицы шрота, увлеченные водой, по отбойной плоскости 7 стекают в конус и через патрубок 8 отводятся в шламовыпариватель. Очищенные пары растворителя и воды, обогнув перегородку 1, через выходной патрубок 2 направляются в конденсатор.

Камерная мокрая шротоловушка экстракционной линии Де Смет (рис. 8.13) также представляет собой цилиндрический аппарат с коническим днищем.

Пары растворителя и воды из чанного тостера поступают в верхнюю часть шротоловушки 1, где они при входе орошаются через три форсунки 5 горячей водой, подаваемой насосом 6 из шламовыпаривателя 4. За счет взаимодействия воды и паров происходит осаждение содержащихся в них частиц шрота, которые вместе с водой уходят на обработку в шламовыпариватель 4. Очищенные пары через трубу 3 направляются на обогрев мисцеллы в дистиллятор первой ступени.

Циклонная мокрая шротоловушка входит в состав многих экстракционных линий, таких как Де Смет, Европа Краун, Харбург Фройденбергер, Н.Л.С. и другие. Принцип работы ее во всех линиях одинаков. В качестве орошающей жидкости в шротоловушках используется вода или растворитель, в большинстве линий используется вода.

Циклонная шротоловушка (рис. 8.14) представляет собой цилиндрический аппарат с коническим днищем.

Внутри него имеется центральная труба 6, служащая для отвода очищенных паров растворителя и воды. В кольцевом пространстве между наружным и внутренним цилиндрами установлены десять щелевых форсунок 4, служащих для подвода и распыления горячей воды. Наблюдение за работой форсунок ведется через смотровые окна 5, расположенные против форсунок.

Поступление паров растворителя, воды и твердых частиц осуществляется через патрубок 1, расположенный по касательной к корпусу шротоловушки. В конической части аппарата расположен патрубок 7, служащий для выхода шламовых вод, и предохранительный гидравли-

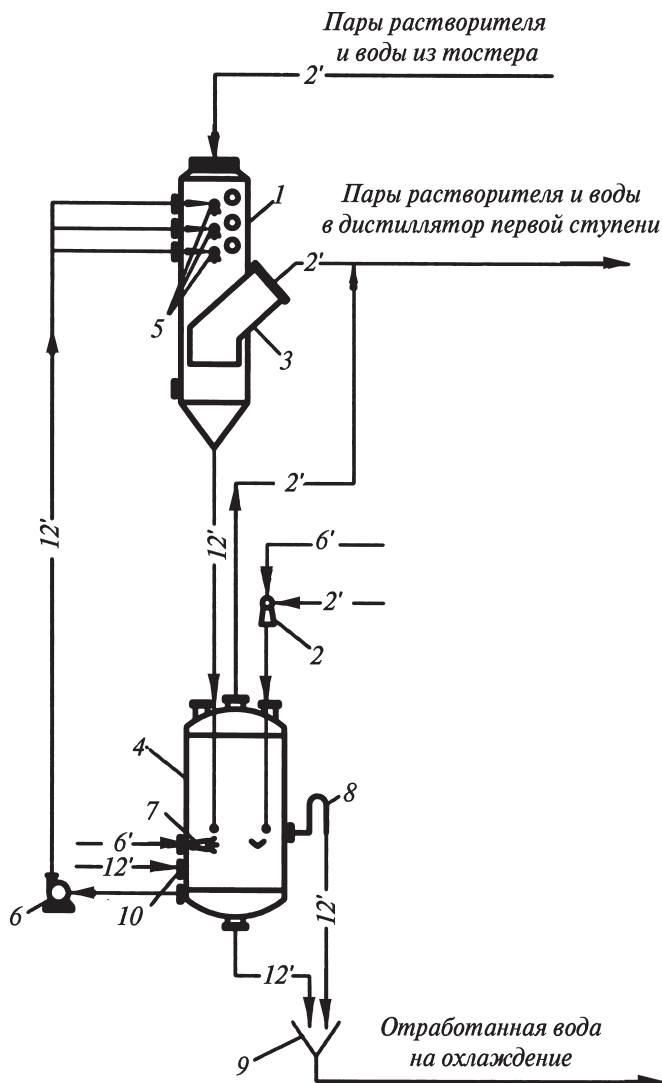


Рис. 8.13. Схема очистки паров растворителя и воды, выходящих из тостера, в экстракционной линии Де Смет:

1 — шротоловушка; 2, 7 — паросежкторы; 3 — труба для отвода очищенных паров растворителя и воды; 4 — шламовыпариватель; 5 — форсунки; 6 — насос; 8 — сифонная труба; 9 — воронка; 10 — патрубок для входа воды из бензоводоотделителя; 2' — пары растворителя и воды; 6' — глухой пар; 12' — отработанная (шламовая) вода

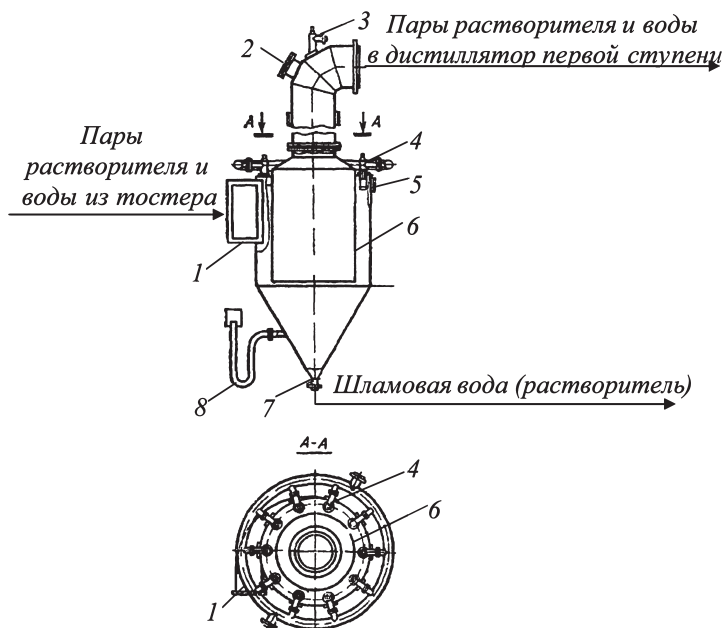


Рис. 8.14. Циклонная мокрая шротоловушка:

- 1 — патрубок для входа паров растворителя и воды; 2 — люк; 3 — форсунка;
4 — щелевые форсунки; 5 — смотровые окна; 6 — труба; 7 — патрубок для отвода
шламовой воды; 8 — гидравлический затвор

ческий затвор 8. На центральной трубе, отводящей очищенные пары растворителя и воды, в месте ее изгиба расположены форсунка 3 и люк 2, предназначенные для очистки колена от осевших частичек шрота.

Пары растворителя и воды с частицами шрота через патрубок 1 поступают по касательной в кольцевое пространство между наружным и внутренним цилиндрами, где они орошаются горячей водой из щелевых форсунок 4. Двигаясь по кольцевому пространству, пары приобретают круговое движение. Под действием центробежной силы твердые частицы шрота отбрасываются к стенкам наружного цилиндра, откуда смываются струей горячей воды. Шламовые воды собираются в конической части аппарата и через патрубок 7 направляются на обработку в шламовый паровывод.

Очищенные пары растворителя и воды через центральную трубу 6 уходят из аппарата.

В некоторых экстракционных линиях, таких как Европа Краун, в качестве орошающей жидкости в мокрых шротоловушках применяется растворитель. При орошении парового потока растворителем исключается образование эмульсии. Полученная смесь растворителя

с осажденными частицами шрота возвращается в тостер, что уменьшает количество производственных стоков, нуждающихся в очистке и тепловой обработке.

8.3. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ШРОТОВ НЕКОТОРЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Как уже отмечалось ранее, семена некоторых масличных культур содержат токсические и антипитательные вещества, ухудшающие качество получаемых шротов, а в ряде случаев не позволяющие их использовать для кормовых целей без дополнительной обработки. К таким семенам относятся соя, клещевина, лен, хлопчатник. Для обезвреживания нежелательных веществ, а также инактивации ферментов, катализирующих процессы их образования, необходимы дополнительные температурные воздействия на материал при соответствующем времени его обработки, что может осуществляться на стадиях жарения и прессования или на стадии обработки шрота.

Режимы и условия проведения этого процесса зависят от вида перерабатываемых семян.

Для инактивации ферментов линазы и глюкозидазы, содержащихся в льняных семенах и способствующих расщеплению глюкозида линамарина с образованием ядовитой синильной кислоты, достаточно только влаготепловой обработки мятки, которая проводится в строго определенных режимах.

Обезвреживание госсипола (переход его в неактивную связанную форму) в семенах хлопчатника также практически полностью заканчивается на стадии влаготепловой обработки мятки. Окончательно этот процесс завершается при отгонке растворителя из шрота в обычных температурных режимах.

Более сложно достичь инактивации ферментов и других нежелательных веществ, содержащихся в семенах сои и клещевины. Полного их обезвреживания можно добиться только комплексным влаготепловым воздействием на мятку и шрот (тостированием).

Обезвреживание шрота при переработке семян сои. В семенах сои содержится ряд нежелательных веществ, исключающих возможность применения шротов в кормовых целях без дополнительной обработки. К ним относятся ферменты (уреаза, липаза и липоксигеназа) и антипитательные вещества (трипсиновый ингибитор, соин, сапонины).

Фермент уреазы присутствует во всех сортах сои и обладает высокой активностью. Он разлагает мочевину с выделением аммиака. Поэтому нежелательно использование соевых шротов, содержащих этот фермент в активной форме, для приготовления смешанных кормов, в ко-

торых используется мочевина, во избежание аммиачного отравления. Наиболее благоприятные температурные условия для деятельности уреазы 30–60 °С. Ее инаktivация происходит при температуре 70 °С.

Максимальная активность ферментов липазы и липоксигеназы наблюдается при температуре 20–40 °С.

Антипитательные вещества сои обладают высокой физиологической активностью и вызывают торможение и угнетение процесса обмена веществ у животных. В ряде случаев они обладают токсическим действием.

Ингибитор трипсина — водорастворимый белок — проявляет свою активность только в нативном состоянии, при нагревании в результате денатурации его ингибирующие свойства теряются.

Соин (соевый гемагглютинин) относится к веществам белкового типа. Он оказывает агглютинирующее действие на красные кровяные тельца. При влаготепловой обработке происходит его разрушение.

Сапонины в сое содержатся в незначительных количествах. Они являются ингибиторами роста цыплят.

Учитывая, что соевые шроты являются очень ценным кормовым и пищевым продуктом, содержащим весь комплекс незаменимых аминокислот, необходимо их обезвреживание.

Обычного теплового воздействия на соевую мятку, включая обработку в инаktivаторе, в процессе подготовки материала к прямой экстракции или прессованию в мягких температурных режимах недостаточно для инаktivации ферментов и антипитательных веществ. Полное завершение этих процессов происходит только при так называемом тостировании. Этот процесс осуществляется в тостерах, где он совмещается с отгонкой растворителя из шрота.

Соевые шроты обрабатываются в тостерах при следующих режимах. Шрот в питающем шнеке или первом чане тостера увлажняется горячей водой или острым паром до влажности 17–18 % и нагревается до температуры 90–100 °С. При продвижении из чана в чан он обрабатывается глухим паром давлением 0,7–1,0 МПа и острым паром давлением 0,02–0,25 МПа, в результате чего на выходе из тостера шрот имеет температуру 100–105 °С и влажность 11,5–12,0 %. Уровень шрота в чанах должен быть не менее 300–350 мм.

В процессе тостирования происходит не только инаktivация нежелательных ферментов, ухудшающих сохранность шротов, и антипитательных веществ, но и удаление неприятного бобового запаха и горьковатого привкуса, повышение питательной ценности.

Одним из основных показателей тостированного соевого шрота, регламентированных стандартом, является активность уреазы. Она определяется изменением рН среды за 30 мин, которая должна увеличиться не более чем на 0,1. По активности этого фермента судят

также и о степени инаktivации всех остальных нежелательных веществ, содержащихся в соевом шроте.

Кормовая ценность тостированных шротов на 10–12 % выше по сравнению с нетостированными. Скармливание таких шротов животным более эффективно благодаря уменьшению расхода кормов на единицу привеса.

Обезвреживание шрота при переработке семян клещевины. Шроты из семян клещевины также являются ценным кормовым продуктом. Их масличность составляет 1,34–2,81 %, содержание протеина в них достигает 41–50 %.

В состав протеинов клещевины входит ряд ценных незаменимых аминокислот.

Однако кормовые достоинства шрота резко ухудшаются из-за присутствия в них ряда токсичных веществ: рицина, рицинина и аллергена СВ-1А. Их содержание в семенах клещевины достигает 2,8–3,0 %. При переработке семян эти вещества не извлекаются с маслом, а остаются в шроте.

Наибольшей токсичностью обладает рицин — водорастворимая фракция неденатурированного белка клещевины. Рицин относят к группе фитотоксинов, он очень токсичен, термолабилен и обладает свойствами агглютинации красных кровяных шариков. Рицин ядовит для человека, всех видов домашних животных и птиц. Доза в 0,16 г рицина (5–6 штук семян) является для человека смертельной.

Рицинин относится к группе алкалоидов. Он характеризуется средней токсичностью, хорошо растворим в воде, плохо растворим в эфире и бензине. Для человека рицинин малоопасен.

Третьим токсичным компонентом клещевины является аллерген СВ-1А, который представляет собой мощную, очень устойчивую белково-полисахаридную фракцию.

Аллерген семян клещевины растворим в воде, термостоек, инаktivировать его труднее, чем рицин и рицинин. Вдыхание СВ-1А вызывает аллергический насморк и бронхиальную астму.

В связи с тем, что шроты клещевины представляют собой ценный белковый корм, на маслодобывающих заводах производится их обезвреживание.

Наиболее часто для обезвреживания шрота используется влаготепловая обработка. Процесс обезвреживания осуществляется в чанных тостерах, устанавливаемых дополнительно к используемым при обычной технологии тостерам. Влаготепловая обработка должна проводиться не менее 1,5–2,0 ч; конечная температура шрота должна быть не ниже 135 °С. Обработка считается законченной, если реакция на рицин будет отрицательной.

Режимы и показатели работы тостера при обезвреживании клещевинного шрота приведены ниже:

Температура шрота по чанам, °С:	
в верхнем	85–105
в средних	110–120
при выходе из последнего	135
Влажность шрота в верхнем чане, % (при фактической бензовлагоемкости)	24–26
Влажность шрота на выходе из тостера, %	7,5–8,5
Продолжительность пребывания шрота в тостере, мин	80–85
Остаточное содержание растворителя в шроте, %, не более	0,05

ГЛАВА 9. ПОДГОТОВКА ШРОТА И ЖМЫХА К ХРАНЕНИЮ И ИХ ХРАНЕНИЕ

9.1. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ШРОТА ПО ТЕМПЕРАТУРЕ И ВЛАЖНОСТИ

В целях обеспечения нормальных и безопасных условий транспортирования и хранения шрот должен иметь оптимальные параметры по температуре и влажности: температура не выше 40 °С, влажность в зависимости от вида шрота колеблется в пределах 7–10 %.

Если загрузка шрота в склады осуществляется в летнее время, его температура не должна превышать температуру окружающего воздуха больше чем на 5 °С.

Из тостеров некоторых экстракционных линий (Де Смет, Европа Краун и др.) выходит шрот, полностью соответствующий указанным требованиям, из других (НД-1250, Тройка) — только соответствующий требованиям по содержанию влаги, но с более высокой температурой (105–115 °С). Поэтому такие шроты перед подачей на хранение и транспортирование подвергаются кондиционированию по температуре.

Для кондиционирования шрота по температуре (охлаждение) могут применяться чанные кондиционеры и шротоохладительные колонки. Частичное (дополнительное) охлаждение шрота осуществляется при его пневмотранспортировании.

При использовании чанных кондиционеров количество чанов в них устанавливается из расчета охлаждения поступающего в них шрота до температуры не выше 70 °С. В случае необходимости в чанных кондиционерах может проводиться и кондиционирование шрота по влажности. Ниже дается описание шротоохладительной колонки.

Шротоохладительная колонка (рис. 9.1) состоит из двух рабочих шахт 1, загрузочного 2 и разгрузочного 3 бункеров. В загрузочном бункере установлен ковш 8, который регулирует подачу шрота в колонку.

Шахты 1 представляют собой параллельно расположенные колонны прямоугольного сечения размером 150×1000 мм и высотой 7500 мм. Боковые стенки шахт 6 набраны из штампованных сит с отверстиями размером $18,5 \times 1$ мм.

Между шахтами находится воздушная камера 4. Две стенки воздушной камеры образованы внутренними стенками шахт, а две другие закрыты металлическими щитами 7. Отвод отработанного воздуха осуществляется через воздуховод.

По центру загрузочного бункера проходит перегородка 5 конической формы, обеспечивающая равномерное разделение потока шрота на две шахты.

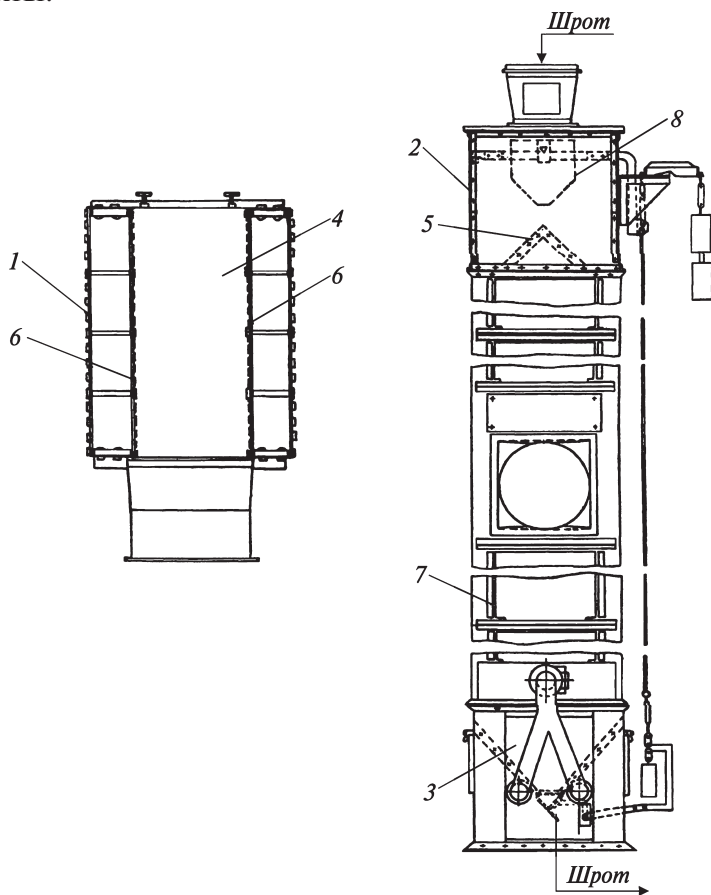


Рис. 9.1. Шротоохладительная колонка:

- 1 — рабочие шахты; 2 — загрузочный бункер; 3 — разгрузочный бункер; 4 — воздушная камера; 5 — перегородка; 6 — боковые стенки шахт; 7 — металлические щиты; 8 — ковш загрузочного бункера

Разгрузочный бункер 3 в нижней части конуса имеет заслонку, регулируюшую выпуск шрота. Заслонка заблокирована с ковшом 8 загрузочного бункера, что обеспечивает автоматическую регулировку количества поступающего на охлаждение шрота в зависимости от количества выходящего из колонки и гарантирует постоянную заполненность шахт шротом.

Шрот, поступающий в загрузочный бункер колонки, равномерно распределяется на две шахты. Проходя вниз по шахтам, он продувается воздухом, забираемым вентилятором из окружающего пространства через сетчатые стенки.

Охлажденный шрот поступает в разгрузочный конус, откуда выводится в транспортер.

Воздух, прошедший через слой шрота, попадает в воздушную камеру 4. Отсюда по воздуховоду он направляется на очистку в циклоны, после чего выбрасывается в атмосферу.

Производительность шротоохладительной колонки составляет 190 т/сут шрота.

9.2. ГРАНУЛИРОВАНИЕ ШРОТА

В последние годы на ряде маслоэкстракционных заводов шрот перед выходом из цеха подвергают гранулированию. Эта операция позволяет уменьшить содержание пылевидных фракций в составе шрота, что снижает его потери при хранении и транспортировании. Кроме того, она облегчает осуществление самих процессов транспортирования и хранения шрота и обеспечивает более эффективное использование транспортных средств и складских помещений.

Иногда перед гранулированием шрот обогащают липидами. В качестве обогатительной смеси чаще всего используют соапсточные липиды, масличный шлам после очистки масел либо фосфолипидную эмульсию. Добавление таких веществ повышает их питательную ценность благодаря обогащению триацилглицеринами, фосфолипидами, токоферолами и стеринами. Добавление липидов в шрот в значительной степени облегчает процесс его гранулирования, так как продавливание шрота без соответствующих добавок через отверстия матриц пресс-грануляторов сопряжено с большими перегрузками и с развитием вследствие этого высоких температур.

В настоящее время известен опыт по обогащению и гранулированию подсолнечного и хлопкового шротов. При гранулировании хлопковых шротов используется соапсток, подсолнечных — масличный шлам либо фосфолипидная эмульсия.

Гранулирование шрота (обогащенного и необогащенного) осуществляется на пресс-грануляционных установках Б6-ДГВ, ПГ-520 и др. (описание смотри на с. 151–154).

9.3. ХРАНЕНИЕ ШРОТА

Шрот, кондиционированный по температуре и влажности, при определенных условиях может храниться длительное время без ухудшения качества.

Основными условиями доброкачественного хранения шротов являются: равномерная и оптимальная влажность, небольшая температура, минимальное содержание растворителя.

Хранение шротов может осуществляться в различных хранилищах: механизированных складах вместимостью 2000, 3000, 4000 и 5000 т, а также силосных элеваторах.

На рисунке 9.2 приведен типовой силосный элеватор для хранения шрота. Элеваторы являются наиболее рациональным типом хранилищ, так как имеют по сравнению со складами ряд преимуществ: занимают меньшие площади, не требуют больших углублений для прокладки нижних транспортеров, в них обеспечиваются лучшие условия для сохранности шрота, так как в каждой ячейке 7 находится вполне определенное количество шрота, облегчен процесс выгрузки шрота. Если при погрузке шрота из складов в вагоны требуется специальное железнодорожное погрузочное устройство, то при разгрузке силосов используются самотечные трубы 1.

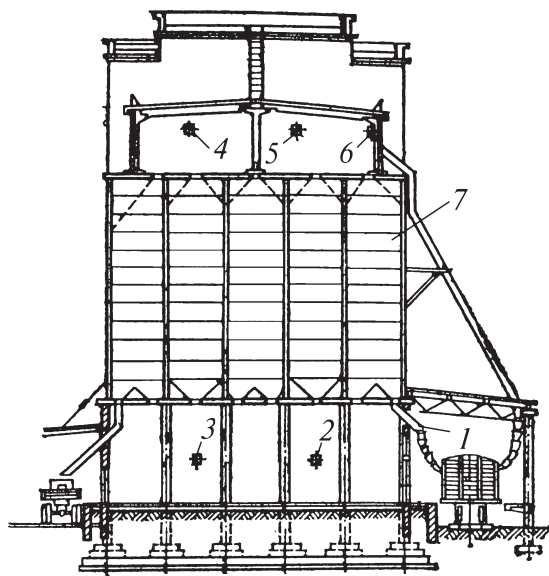


Рис. 9.2. Типовой силосный элеватор для хранения шрота:

1 — самотечные трубы; 2, 3, 4, 5 — ленточные транспортеры; 6 — надсилосные конвейеры; 7 — ячейки

Погрузка шрота непосредственно в вагоны осуществляется из крайних силосов. Подача из всех остальных силосов осуществляется с помощью транспортных элементов: ленточных транспортеров 2, 3, 4, 5, норий и надсилосных конвейеров 6 с погруженными скребками. Эта же схема перепуска шрота из силоса в силос используется и для его охлаждения при самосогревании.

Иногда элеваторы строятся двухэтажными. Это дает возможность увеличить их вместимость вдвое без увеличения высоты каждой силосной ячейки в отдельности, так как увеличение высоты насыпи шрота может привести к его слеживанию. Нижний ряд силосов заполняется путем пересыпания шрота из верхних силосов.

В элеваторах можно хранить шрот, полученный при переработке всех масличных культур, за исключением хлопковых. Хлопковый шрот из шелушенных семян ввиду плохой сыпучести и повышенной склонности к слеживанию хранят в механизированных складах с наклонными полами. Шрот, полученный при переработке нешелушенных семян хлопчатника, имеет еще более низкую сыпучесть. В силу этого хранение такого шрота, как правило, осуществляется в типовых механизированных складах с плоскими полами, предназначенных для хранения хлопковых семян.

Шроты всех масличных культур помимо хранения насыпью могут храниться и в мешкотаре. В последнем случае склады оборудуются специальными настилами, расположенными на высоте не ниже 10 см от пола для предупреждения возможности отсыревания шрота под воздействием грунтовых вод. Мешки укладываются плотно друг к другу, первый ряд мешков кладется вдоль настила, второй перпендикулярно ему и т. д.

Учитывая взрывоопасную характеристику шрота и шротовой пыли, хранилища для шрота относят к категории Б, а туннели, подвалы и полуподвальные помещения хранилищ — к категории А. Поэтому для создания взрывобезопасных условий хранения шрота они оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией.

Хранилища для шрота должны быть исправными, сухими, с гладкими неповрежденными полами и плотно закрывающимися дверями. В связи с тем, что шроты используются в основном для кормовых целей, склады оборудуются щитками или сетками под оконными рамами для предотвращения попадания разбитых стекол в шрот. Особое внимание уделяется поддержанию чистоты в хранилищах: постоянно очищаются от пыли галереи, транспортные элементы, окна, двери.

В процессе хранения шротов осуществляется регулярный контроль за их качеством, основным критерием которого является температура. В случае обнаружения признаков самосогревания шроты подвер-

гают активному или пассивному охлаждению. Пассивное охлаждение применяют в сухую холодную погоду только для шрота, хранящегося в складах. Для этого в складах открывают окна, двери и включают приточно-вытяжную вентиляцию. Активное охлаждение шрота осуществляют как в складах, так и в элеваторах путем его пропуска через транспортные приспособления.

При хранении шрота ведется постоянный контроль за содержанием паров растворителя в воздухе хранилищ. В случае их обнаружения осуществляют перекачку шрота в чистые и провентилированные ячейки. В первую очередь отгружается шрот, неустойчивый к хранению или с появившимися признаками самосогревания или слеживания.

9.4. ОБРАБОТКА ПРЕССОВОГО ЖМЫХА ПЕРЕД ХРАНЕНИЕМ И ЕГО ХРАНЕНИЕ

При прессовом способе производства растительных масел (в режимах одно-, двух или трехкратного прессования) полученный жмых обычно имеет температуру 120–130 °С, влажность в пределах 2–3 % и масличность 8–15 %.

Перед подачей на хранение он проходит соответствующую обработку, целью которой является доведение его до оптимальных параметров, обеспечивающих удобство транспортирования и хорошую сохранность.

Основными операциями при подготовке жмыха к хранению являются дробление с последующим кондиционированием по температуре и влажности.

Дробление жмыха осуществляется на дробилках. Размер крупки не должен превышать 10–15 мм.

Кондиционирование жмыха по влажности (увлажнение) осуществляется в обычных транспортных шнеках, закрытых металлическим кожухом и оснащенных вытяжной трубой. Для равномерной подачи воды в массу жмыха используются форсунки, расположенные над шнеком на высоте 150 мм.

Пары воды, образующиеся при охлаждении жмыха, отводятся при помощи принудительной аспирации металлического кожуха через вытяжную трубу.

При увлажнении жмыха подаваемая в него вода испаряется, что вызывает некоторое его охлаждение. Дальнейшее охлаждение жмыха до оптимальных температур осуществляется в охладителях или в процессе транспортирования в обдуваемых воздухом транспортных средствах.

Хранение жмыхов, как правило, осуществляется насыпью в механизированных и немеханизированных складах при высоте слоя

до 5 м. К хранилищам для жмыха предъявляются такие же требования, как и к хранилищам для шрота. В процессе хранения ведут систематический контроль за его температурой. В случае обнаружения признаков самосогревания охлаждение жмыха осуществляют путем открытия окон, дверей, включения вентиляционных установок, а также переброски его из одного отсека склада в другой.

Жмых, кондиционированный до оптимальных параметров по температуре и влажности, может храниться без ухудшения качества в течение 2—3 месяцев.

ГЛАВА 10. РЕГЕНЕРАЦИЯ И РЕКУПЕРАЦИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ В МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

10.1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТВОРИТЕЛЯ

Растворитель, используемый для извлечения масла из масличного материала, в маслоэкстракционном производстве используется многократно. Он подается на экстрагируемый материал и извлекает из него масло, при этом получают два продукта: мисцелла и шрот, содержащие значительное количество растворителя. Удаление растворителя из мисцеллы и шрота осуществляется с помощью глухого и острого пара.

Основная часть отогнанного растворителя возвращается в производство за счет конденсации его паров. Образовавшаяся в конденсаторах жидкая смесь растворителя и воды направляется в бензоводоотделитель, где происходит ее разделение на составляющие компоненты: растворитель и воду — за счет разности в их плотностях. Полученный растворитель возвращается в бак растворителя, откуда вновь подается на экстрагируемый материал. Этот растворитель называется **оборотным**.

Однако с помощью одной конденсации не удастся достичь полного возврата обратного растворителя в производственный поток. Часть паров растворителя, которые не перешли в конденсаторах в жидкое состояние, улетучились с поверхностей чистого растворителя и мисцеллы в баках растворителя, мисцеллосборниках, бензоводоотделителях и т.п. смешиваются с воздухом, образуя газовоздушные смеси. Улавливание растворителя из газовоздушных смесей осуществляется в различных рекуперационных установках. Этот процесс называется рекуперацией растворителя в маслоэкстракционном производстве.

Часть растворителя, смешиваясь в процессе использования его в экстракционном цехе с водой, белковыми веществами, жиром, фосфолипидами, углеводами, содержащимися в экстрагируемом мате-

риале, образует стойкие эмульсии. Разделение таких эмульсий путем отстаивания весьма затруднительно. Удаление из них растворителя осуществляется в шламовыпаривателях.

Таким образом, в маслоэкстракционном производстве применяются следующие основные методы регенерации растворителя:

- конденсация смеси паров растворителя и воды в конденсаторах;
- разделение жидкой смеси растворителя и воды в бензоводоотделителях;
- рекуперация растворителя из газовоздушных смесей;
- выпаривание растворителя из отработанных вод, выходящих из экстракционного цеха.

10.2. КОНДЕНСАЦИЯ СМЕСИ ПАРОВ РАСТВОРИТЕЛЯ И ВОДЫ

Конденсация представляет собой процесс превращения веществ из парообразного состояния в жидкое. Осуществляется она в аппаратах, называемых конденсаторами.

В зависимости от способа передачи тепла конденсаторы делятся на:

- поверхностные;
- конденсаторы смешения.

В поверхностных конденсаторах пары растворителя и воды (или только растворителя) проходят по трубкам, а охлаждающий агент (вода, рассол) — в межтрубном пространстве. При их контакте через поверхность трубок происходит конденсация паров. Для повышения эффективности процесса пары и охлаждающий агент движутся противотоком. В поверхностных конденсаторах образующийся конденсат не смешивается с охлаждающим агентом.

В конденсаторах смешения пары растворителя и воды непосредственно контактируют с охлаждающим агентом, и полученный конденсат представляет собой смесь сконденсированных паров и охлаждающего агента. В связи с увеличением объема конденсата для его разделения требуются дополнительные мощности разделительных аппаратов.

В настоящее время в маслоэкстракционном производстве наиболее широкое распространение получили поверхностные конденсаторы, конденсаторы смешения наиболее широко используются на первых этапах обработки газовоздушных смесей.

Поверхностные конденсаторы в зависимости от расположения пучка труб делятся на **горизонтальные и вертикальные**. Каждый тип кон-

денсаторов имеет свои преимущества. Горизонтальные конденсаторы по сравнению с вертикальными характеризуются более высоким коэффициентом теплоотдачи. Достоинством вертикальных конденсаторов является самоочистка внутритрубного пространства от ила, песка и других примесей, содержащихся в охлаждающей воде.

В современных экстракционных линиях применяются как горизонтальные, так и вертикальные поверхностные конденсаторы.

При конденсации в конденсаторах паров растворителя и воды (или только растворителя) образуется конденсат, объем которого во много раз меньше объема паров, из которых он образовался. Это обуславливает создание разрежения в конденсаторе и тем самым облегчает отвод паров из тех аппаратов (дистилляторов, тостеров и т. д.), в которых они образовались. Это способствует интенсификации процесса отгонки растворителя из продукта (мисцеллы, шрота и т. д.). Причем разрежение, создаваемое в конденсаторах, тем больше, чем ниже температура конденсата.

Однако в процессе работы конденсатора в его рабочем пространстве идет накопление воздуха и несконденсированных паров, что приводит к возрастанию их парциального давления и, как следствие, к снижению разрежения в аппарате. Для поддержания в конденсаторе надлежащего разрежения необходимо отводить из него несконденсированные пары и воздух, что осуществляется с помощью эжекторов и вакуум-насосов.

В настоящее время на маслоэкстракционных заводах преимущественно используются эжекторы.

Горизонтальные конденсаторы, предназначенные для конденсации паров растворителя и воды, широко используются во многих экстракционных линиях: Де Смет, Европа Краун, H.L.S. и других. Они имеют принципиально одинаковое устройство и небольшие конструктивные отличия. На маслоэкстракционных заводах эксплуатируются одно-, двух-, трех- и четырехходовые конденсаторы. Количество ходов в трубчатой батарее определяется количеством перегородок в пространстве под крышками.

На **рисунке 10.1** приведен двухходовой горизонтальный конденсатор. Он имеет две съемные крышки 1 и 2. В трубчатой батарее 3, которая является выдвижной, циркулирует охлаждающая вода.

Вода поступает в конденсатор через патрубок 4 и, благодаря наличию перегородки 5, входит в трубы, расположенные в нижней части конденсатора.

Пройдя по трубам, она выходит в пространство под крышкой 2 и делает обратный ход по верхнему пучку труб, после чего через патрубок 6 выводится из конденсатора.

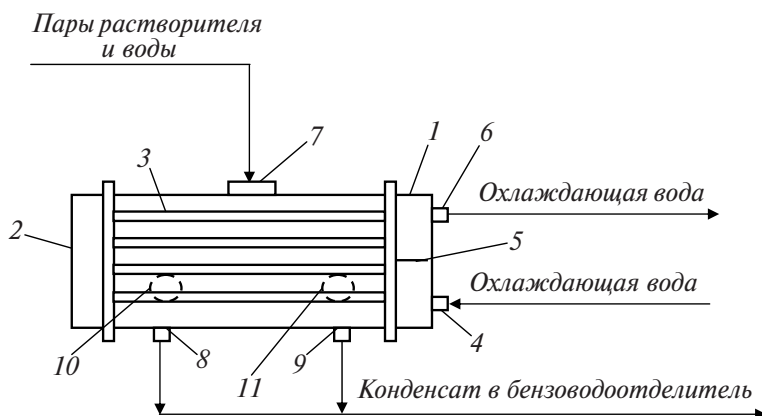


Рис. 10.1. Горизонтальный конденсатор:

1, 2 — съемные крышки; 3 — трубчатая батарея; 4 — патрубок для подачи охлаждающей воды; 5 — перегородка; 6 — патрубок для отвода охлаждающей воды; 7 — патрубок для подачи паров растворителя и воды; 8, 9 — патрубки для отвода конденсата; 10, 11 — патрубки для отвода газовоздушной смеси из аппарата

Пары растворителя и воды поступают в конденсатор через патрубок 7, проходят вниз, контактируя при этом с холодной поверхностью труб, в результате чего конденсируются. Конденсат стекает вниз и через патрубки 8 и 9 отводится в бензоводоотделитель, а несконденсированные пары (газовоздушная смесь) через патрубки 10 и 11 направляются на дальнейшую конденсацию.

Вертикальные конденсаторы входят в состав экстракционных линий НД-1250, Харбург Фройденбергер. Они имеют принципиально одинаковое устройство и некоторые конструктивные отличия.

На **рисунке 10.2** приведен вертикальный конденсатор экстракционной линии НД-1250.

Конденсатор представляет собой цилиндрический корпус 1 со съемной крышкой 3 и конусным днищем 8.

В верхней части конденсатора закреплена трубная решетка 13, в которую ввальцована 661 латунная трубка диаметром 20/25 мм и длиной 3000 мм. Нижняя часть трубок ввальцована в трубную решетку, которая не прикреплена к кожуху и закрыта конусным днищем, предназначенным для сбора ила, песка и других примесей, имеющих в охлаждающей воде. Трубчатка 11 закрывается сверху съемной крышкой 3, которая позволяет вынимать трубчатку для очистки и замены поврежденных трубок.

Охлаждающая вода поступает через патрубок 5 и, благодаря перегородке 12 в крышке 3, делает два хода, после чего отводится через

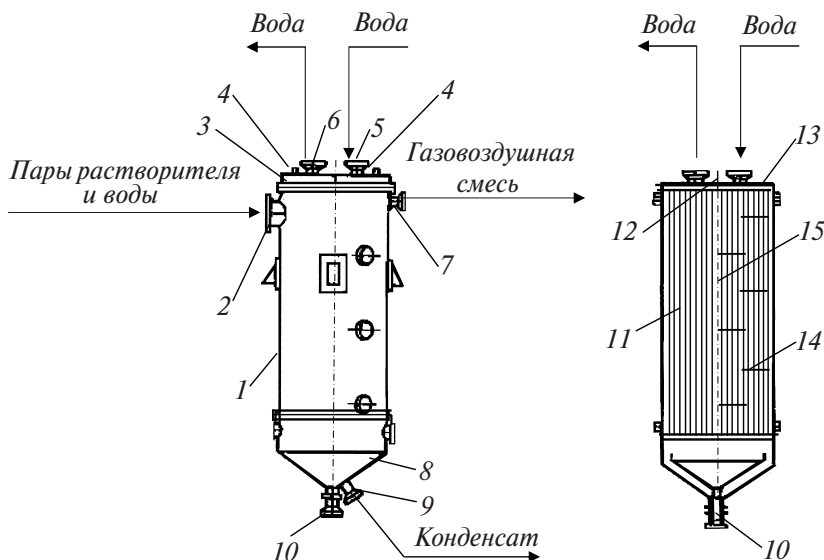


Рис. 10.2. Вертикальный конденсатор экстракционной линии НД-1250:

1 — корпус; 2 — патрубок для входа паров растворителя и воды; 3 — съемная крышка; 4 — краны для выпуска воздуха; 5 — патрубок для входа охлаждающей воды, 6 — патрубок для выхода охлаждающей воды; 7 — патрубок для отвода газовой смеси; 8 — конусное днище; 9 — патрубок для отвода конденсата, 10 — патрубок для слива воды с илом и песком; 11 — трубчатка; 12 — перегородка в крышке; 13 — трубная решетка; 14 — листы-полки; 15 — перегородка

патрубок 6. Общая площадь поверхности охлаждения конденсатора составляет 150 м^2 .

Накопившиеся в конусной части конденсатора примеси (ил, песок) выводятся через патрубок 10. Краны 4 предназначены для выпуска воздуха из водяного пространства конденсатора.

Пары растворителя и воды поступают в межтрубное пространство конденсатора через патрубок 2. По вертикали трубчатка имеет перегородку 15, изменяющую направление движения паров и удлиняющую время их пребывания в конденсаторе. Во второй части межтрубного пространства (выходной) расположено шесть листов-полок 14, обеспечивающих принудительное изменение направления движения паров с целью создания лучшего контакта паров с холодными трубками.

Конденсат собирается в конусной части корпуса конденсатора и отводится через патрубок 9 в бензоводоотделитель. Несконденсированные пары в смеси с воздухом (газовоздушная смесь) отводятся через патрубок 7 в масляно-абсорбционную установку.

10.3. СХЕМЫ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ РАСТВОРИТЕЛЯ И ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ЛИНИЯХ

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии НД-1250 осуществляется по схеме, приведенной на **рисунке 7.4, с. 206**. В линии НД-1250 для конденсации паров растворителя и воды применяются вертикальные конденсаторы.

Пары растворителя из дистиллятора 2, пройдя теплообменник 1, где они подогревают мисцеллу, поступают в конденсатор 10, а из дистиллятора 4 — в конденсатор 9. Сконденсированные пары растворителя через охладители направляются в бензоводоотделитель. Из окончательного дистиллятора 7 пары направляются в конденсатор 8, работающий под вакуумом. Сконденсированные пары через барометрическую U-образную трубку также отводятся в охладитель конденсата и далее в бензоводоотделитель.

Несконденсированные пары растворителя из конденсаторов 8, 9 и 10 направляются в масляно-абсорбционную установку.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии фирмы «Харбург Фройденбергер» также осуществляется в вертикальных конденсаторах (см. **рис. 7.11, с. 222**), имеющих конструктивные отличия от конденсаторов линии НД-1250. Они представляют собой вертикальный цилиндрический аппарат (поз. 15, 16, 26, 29) с небольшим расширением в верхней части, внутри которого расположен пучок труб. Пары растворителя и воды поступают в верхнюю расширительную часть конденсатора и перемещаются вниз в межтрубном пространстве. Навстречу им по трубкам движется охлаждающая вода, подаваемая в нижнюю часть конденсатора. При контакте паров с холодной водой через поверхность труб происходит их конденсация.

В экстракционной линии фирмы «Харбург Фройденбергер» пары растворителя и воды из дистилляторов первой и второй степени конденсируются в конденсаторе 15, а из третьей степени — в конденсаторе 16. Конденсат из конденсаторов вместе с несконденсированными парами растворителя и воды поступает в сепараторы, соответственно, 17 и 18, в которых происходит разделение жидкой и паровой фаз. Конденсат из сепараторов насосами 19 и 20 подается в пароконтактор 21 для охлаждения несконденсированных паров растворителя и воды, выходящих из тостера. Несконденсированные пары из сепараторов отводятся эжекторами 13 и 14 и вместе с отработанным паром эжекторов используются в теплообменнике 3 для подогрева мисцеллы, подаваемой на вторую ступень дистилляции.

Конденсат из пароконтактора 21 и других аппаратов поступает в бензоводоотделитель 22, где происходит его разделение на растворитель и воду.

Пары растворителя и воды из пароконтактора 21 отводятся в конденсатор 26. Смесь конденсата с несконденсированными парами направляется в сепаратор 27. Конденсат смешивается с общим потоком конденсата, движущимся в пароконтактор 21, а несконденсированные пары поступают в конденсатор 29. Конденсат из конденсатора 29 вместе с несконденсированными парами подается в сепаратор 30. Из сепаратора конденсат направляется в бензоводоотделитель 22, а несконденсированные пары (газовоздушная смесь) — в масляно-абсорбционную установку.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии Европа Краун (см. рис. 7.10, с. 220) осуществляется как в вертикальных, так и в горизонтальных конденсаторах. Кроме того, в этой линии используется конденсатор смешения, где конденсация паров осуществляется за счет непосредственного контакта паров растворителя и воды с охлаждающим агентом.

Пары растворителя и воды из дистилляторов первой и второй ступеней поступают в горизонтальный конденсатор 6, а из дистиллятора третьей ступени и сушилки для масла через пароежектор 19 направляются в горизонтальный конденсатор 7.

Несконденсированные в конденсаторах 6 и 7 пары пароежекторами, соответственно, 17 и 18 вместе с их отработанным паром смешиваются с парами растворителя и воды, выходящими из чанного испарителя, и направляются в межтрубное пространство дистиллятора первой ступени 1. В случае необходимости предусмотрена возможность подачи в эту линию острого пара. В дистилляторе, нагревая мисцеллу, пары охлаждаются и частично конденсируются. Конденсат поступает в бензоводоотделитель 10, а несконденсированные пары растворителя и воды — в пароконтактор 21. В пароконтакторе они орошаются конденсатом растворителя и воды, подаваемым насосом 16 из конденсаторов 6 и 7, частично охлаждаются и конденсируются. Несконденсированные в пароконтакторе пары растворителя и воды направляются в вертикальный одноходовой конденсатор 22, который охлаждается водой, и далее поступают в вентиляционный конденсатор 9.

Пары растворителя из экстрактора отводятся в горизонтальный конденсатор 8, где происходит их конденсация, а несконденсированные в нем пары направляются в вентиляционный конденсатор 9. В конденсатор 9 также поступают пары из шламовыпаривателя 11, емкостей обратного бензохранилища, аварийной емкости и бензоводоотделителя 10.

Вентиляционный конденсатор 9 выполняет функции контрольного конденсатора, где идет окончательная конденсация паров растворителя и воды. Газовоздушная смесь с остатками растворителя из этого конденсатора направляется в абсорбер, а образовавшийся конденсат — в бензоводоотделитель 10.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии Де Смет осуществляется в горизонтальных кожухотрубных конденсаторах и в конденсаторах смешения (см. рис. 7.6, с. 211).

Пары растворителя и воды из тостера, пройдя очистку от частиц шрота в мокрой шротоловушке, поступают в дистиллятор первой ступени 2, где, нагревая мисцеллу, они частично конденсируются. Конденсат сливается в бензоводоотделитель 20, а несконденсированные пары направляются в вертикальный конденсатор смешения 21. Здесь они орошаются конденсатом, подаваемым насосом 23 через емкость 22 из конденсаторов 13 и 15, частично охлаждаются и конденсируются. Конденсат из конденсатора направляется в бензоводоотделитель 20, а несконденсированные пары — в конденсатор 17.

Пары растворителя и воды из дистилляторов первой, второй и третьей ступеней дистилляции (позиции 2, 3, 5) поступают в горизонтальный конденсатор 15. Несконденсированные в конденсаторе пары парорезектором 16 вместе с отработанным паром парорезектора направляются в шламовыпариватель, где используются для подогрева воды. Пары, образующиеся при выпаривании растворителя из шламовой воды, подаются в межтрубное пространство дистиллятора первой ступени для нагрева мисцеллы.

Пары растворителя и воды из нижней секции дистиллятора четвертой ступени 9 отводятся с помощью парорезектора 10 и вместе с его отработанным паром поступают в верхнюю секцию этого же дистиллятора, где используются для удаления остатков растворителя из мисцеллы. Образующиеся в верхней секции дистиллятора четвертой ступени пары направляются в горизонтальный конденсатор 13, охлаждаемый водой.

Пары растворителя и воды из мисцеллосборника, бензоводоотделителя, конденсатора смешения подаются в горизонтальный конденсатор 17.

Несконденсированные в конденсаторе 17 пары (газовоздушная смесь) направляются в масляно-абсорбционную установку.

Для **конденсации паров растворителя и воды в установке Де Смет Хайтек** используются горизонтальные и вертикальные кожухотрубные теплообменники.

Пары растворителя из трубного пространства дистилляторов первой и второй ступеней (позиция 4, 8), а также окончательного дистиллято-

ра 10 направляются в вакуумный конденсатор 16, причем из дистиллятора второй ступени и окончательного дистиллятора они поступают в конденсатор через колпак 9 (см. рис. 7.7, с. 213).

Пары входят в расширительную камеру конденсатора в средней верхней части пучка труб. Они разделяются и проходят слева и справа над горизонтальной перегородкой, отделяющей 2/3 верхней части конденсатора от 1/3 нижней части. Они огибают края перегородки и возвращаются обратно к центру. В нижней части конденсатора установлен эжектор 18, создающий в аппарате вакуум. Отработанный пар эжектора используется для нагрева отработанной воды в выпаривателе 21. Вода проходит через конденсатор по трем ходам снизу вверх. Самая холодная вода контактирует с конечными парами, что увеличивает вакуум.

Пары растворителя и воды из тостера и выпаривателя отработанной воды 21, несконденсированные в дистилляторе первой ступени 4, поступают в теплообменник 17, где они, нагревая растворитель, подаваемый на экстракцию, до температуры 57–60 °С, дополнительно охлаждаются и частично конденсируются. Характерной особенностью этого теплообменника является то, что в нем трубы установлены на большом расстоянии друг от друга, что минимизирует падение давления в межтрубном пространстве. Конденсат из теплообменника 17 поступает в сепаратор (бензоводоотделитель) 20, а несконденсированные пары направляются в атмосферный конденсатор 19. В конденсатор 19 также поступают пары из экстрактора, бензоводоотделителя, мисцеллосборника и баков для хранения растворителя. В качестве охлаждающей жидкости в нем используется вода, прошедшая вакуумный конденсатор 16. Конденсат из конденсатора 19 направляется в бензоводоотделитель 20, а несконденсированные пары отводятся в конденсатор 22. Газовоздушная смесь из конденсатора 22 поступает в масляно-абсорбционную установку.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии Н.Л.С. приведена на рисунке 7.9, с. 218. Пары растворителя из сепараторов 2 и 4 первой и второй ступеней дистилляции поступают в конденсатор 7, а из дистиллятора третьей ступени 5 и сушилки 6 — в конденсатор 13, причем из сушилки пары отводятся эжектором 14 и вместе с его отработанным паром направляются в конденсатор 13. Оба конденсатора работают под вакуумом, создаваемым эжекторами 15 и 16. Несконденсированные в этих конденсаторах пары вместе с отработанным паром эжекторов 15 и 16 поступают в шламовыпариватель 21, который используется для выпаривания растворителя из шламовой воды.

Пары растворителя и воды из тостера, пройдя очистку в мокрой шротоловушке, поступают в экономайзер 1 дистиллятора первой сту-

пени, где, нагревая мисцеллу, частично конденсируются. Конденсат сливается в бензоводоотделитель 20, а, а несконденсированные пары направляются в конденсатор 17. Отсюда газовоздушная смесь с остатками растворителя отводится в масляно-абсорбционную установку.

Пары растворителя из экстрактора поступают в оросительный конденсатор 19, где они сверху орошаются холодной водой и частично конденсируются. Газовоздушная смесь направляется в масляно-абсорбционную установку, а сконденсированный растворитель вместе с водой — в бензоводоотделитель 20, а. Сюда же насосами 22 и 23 подается конденсат из конденсаторов 7 и 13.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии Сивей осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 7.12, с. 224. В этой схеме используются в основном горизонтальные кожухотрубные конденсаторы и один конденсатор смешения.

Пары растворителя и воды из дистилляторов всех трех ступеней (позиции 3, 6, 7) поступают в горизонтальный конденсатор 17. Несконденсированные пары с помощью эжектора 18 отводятся из конденсатора и вместе с отработанным паром эжектора подаются в линию соковых паров, идущих из тостера на обогрев мисцеллы в дистиллятор первой ступени 2. Образующийся в конденсаторе конденсат насосом 19 подается на орошение газовоздушной смеси в паровой смеситель 20.

Пары растворителя и воды из тостера после очистки в гидроциклоне поступают в межтрубное пространство дистиллятора первой ступени 2 для нагрева мисцеллы. Образующийся конденсат стекает в бензоводоотделитель 24, а. Несконденсированные пары растворителя и воды направляются в паровой смеситель 20, где они орошаются конденсатом, поступающим из конденсатора 17. При непосредственном контакте жидкого конденсата и паров происходит дополнительная конденсация растворителя, содержащегося в смеси. Полученный обогащенный растворителем конденсат направляется в бензоводоотделитель 24, а, а несконденсированные пары — в горизонтальный конденсатор 21. Конденсат из конденсатора 21 также поступает в бензоводоотделитель.

Несконденсированные пары растворителя и воды из конденсатора 21 подаются в контрольный конденсатор 22. Туда же поступают пары растворителя и воды из бензоводоотделителя 24, из емкостей для мисцеллы и растворителя. Образующийся конденсат направляется в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь — в масляно-абсорбционную установку.

Пары растворителя и воды из сушильной башни 8 отводятся эжекторами 14 и 15. Отработанный пар эжектора 14 вместе с парами растворителя поступает в конденсатор 16, а пар эжектора 15 в шламовыпариватель 23 для нагрева отработанной воды. Конденсат из конденсатора 16 направляется на обработку в шламовыпариватель.

Конденсация паров растворителя и воды в экстракционной линии Тройка осуществляется по схеме, приведенной на **рисунке 7.8, с. 216**. Пары растворителя и воды из сепараторов 2 и 4 двухступенчатого подогревателя, а также из сепаратора 6 дистиллятора первой ступени поступают в конденсатор 12, а из дистилляторов второй и третьей ступеней 8 и 9 — в конденсатор 13, причем, из дистиллятора третьей ступени 9 они отводятся с помощью пароежектора 15, создающего вакуум в этом дистилляторе, и направляются в конденсатор 13 вместе с его отработанным паром. Несконденсированные пары растворителя и воды из конденсатора 13 отводятся эжектором 16 и вместе с его отработанным паром подаются в конденсатор 12. После этого они проходят конденсатор 17, где идет их дополнительная конденсация, а затем с помощью эжектора 18 отводятся в конденсатор 19. В этот же конденсатор поступают отработанный пар эжектора 18, а также соковые пары из тостера, несконденсированные в экономайзере 1 подогревателя первой ступени. Несконденсированные в этом конденсаторе пары направляются в масляно-абсорбционную установку. Конденсат из всех конденсаторов поступает в бензоводоотделитель 20, а.

10.4. Рекуперация паров растворителя из газовойоздушной смеси

Рекуперация представляет собой процесс улавливания растворителя из газовойоздушной смеси, состоящей из паров растворителя (иногда паров растворителя и воды) и воздуха. Газовойоздушная смесь (ГВС), как правило, содержит небольшое количество растворителя.

Для рекуперации паров растворителя из газовойоздушной смеси используются три способа:

- конденсация путем охлаждения;
- конденсация с помощью твердых сорбентов;
- конденсация с помощью жидких сорбентов.

В современных маслоэкстракционных установках конденсация с помощью твердого сорбента практически не применяется. Чаще всего на первых этапах обработки газовойоздушной смеси используется конденсация охлаждением, на заключительных этапах для удаления остатков растворителя — конденсация с помощью жидкого сорбента.

Рекуперация паров растворителя из газовойоздушной смеси путем охлаждения. Рекуперация паров растворителя путем охлаждения газовойоздушной смеси осуществляется в поверхностных аппаратах или аппаратах смешения. В качестве охлаждающей жидкости используется либо вода, охлажденная до температуры 10–12 °С, либо рассол (чаще

всего раствор CaCl_2), охлажденный до температуры $-10\ldots-15^\circ\text{C}$. Чем ниже температура охлаждающего агента, тем полнее конденсация паров растворителя, содержащихся в газовойоздушной смеси.

Рекуперационные установки, в которых реализуется способ конденсации паров растворителя путем охлаждения, называются **дефлегматорами**.

Рекуперация паров растворителя из газовойоздушной смеси путем охлаждения применяется в экстракционной линии НД-1250. В ней используются охладители и поверхностные дефлегматоры.

В современных маслоэкстракционных установках фирм «Де Смет», «Н.Л.С.», «Харбург Фройденбергер» и др. способ конденсации охлаждением реализуется только на первом этапе обработки газовойоздушной смеси в охладителях. В них используются как поверхностные охладители (линия Харбург Фройденбергер), так и охладители смешения (линии Де Смет, Н.Л.С.).

Рекуперация паров растворителя из газовойоздушной смеси с применением жидких сорбентов. В основе абсорбционного способа извлечения паров растворителя из газовойоздушной смеси лежит их свойство растворяться в жидких минеральных маслах, химически не взаимодействуя с ними.

К сорбентам предъявляются следующие требования:

- они должны обладать высокой поглотительной способностью;
- не должны подвергаться в процессе использования различным изменениям: разложению, окислению, осмолению и др.;
- должны легко регенерироваться при десорбции;
- не должны оказывать корродирующего действия на аппаратуру;
- не должны «загрязнять» легкими погонями оборотный растворитель, используемый для извлечения масла.

Последнее требование к свойствам сорбента обуславливает необходимость применения для рекуперации паров растворителя минерального масла с высокой молекулярной массой, порядка 280–300.

В настоящее время наиболее широко в маслоэкстракционном производстве в качестве сорбентов применяются различные промышленные минеральные масла.

Рекуперация паров растворителя с использованием жидких сорбентов осуществляется в масляно-абсорбционных установках. Основными аппаратами этих установок являются абсорбер и десорбер.

В абсорберах происходит поглощение минеральным маслом содержащихся в газовойоздушной смеси паров растворителя.

Для увеличения эффективности процесса в абсорбере предусмотрен их противоток: газовойоздушная смесь поступает в аппарат снизу,

а минеральное масло — сверху. Кроме того, абсорбер иногда заполняют различными насадками, что увеличивает поверхность контакта газовой смеси с маслом.

В десорбере осуществляется процесс удаления из минерального масла поглощенного растворителя с помощью глухого и острого пара.

10.5. СХЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ РАСТВОРИТЕЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ЛИНИЯХ

В рекуперационной установке экстракционной линии НД-1250 (рис. 10.3) реализуется способ конденсации паров растворителя, содержащихся в газовой смеси, путем охлаждения. Она состоит из двух батарей охладителей. Первая батарея комплектуется из охладителя газовой смеси 1 и трех дефлегматоров поверхностного охлаждения 2, вторая батарея — также из охладителя 3 и двух дефлегматоров 4.

Газовоздушная смесь с более высоким содержанием паров растворителя из сборников к вакуум-насосам, от конденсаторов к эжекторам, от мисцелловых фильтров направляется в охладитель газовой смеси 1 и далее в три дефлегматора 2, работающих последовательно.

Линии от аппаратов с изменяющимся уровнем жидкости — бензоводоотделителей, сборников фильтрованной и нефилтрованной мисцеллы, резервуаров оборотного растворителя, а также всех конденсаторов подключаются ко второй батарее дефлегматоров. Газовоздушная смесь проходит через охладитель 3 и два последовательно работающих дефлегматора 4.

В охладителях в качестве охлаждающей жидкости используется холодная вода с температурой 10–12 °С. Газовоздушная смесь проходит по трубам, а вода — в межтрубном пространстве. Поднимаясь вверх, вода выходит из-под колпака, закрывающего трубчатый коллектор, и через патрубок выводится из охладителя.

Конденсат из охладителя направляется в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь с несконденсированными парами растворителя поступает в дефлегматоры 2.

В дефлегматорах в качестве охлаждающей жидкости используется рассол с температурой –4...–15 °С, который подается в аппарат снизу. Пройдя по трубам вверх, он выводится из аппарата. Газовоздушная смесь поступает в дефлегматор сверху. Проходя вниз в межтрубном пространстве, она контактирует с холодным рассолом, в результате содержащийся в ней растворитель конденсируется. Конденсат направляется в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь с остатками растворителя поступает в следующий дефлегматор.

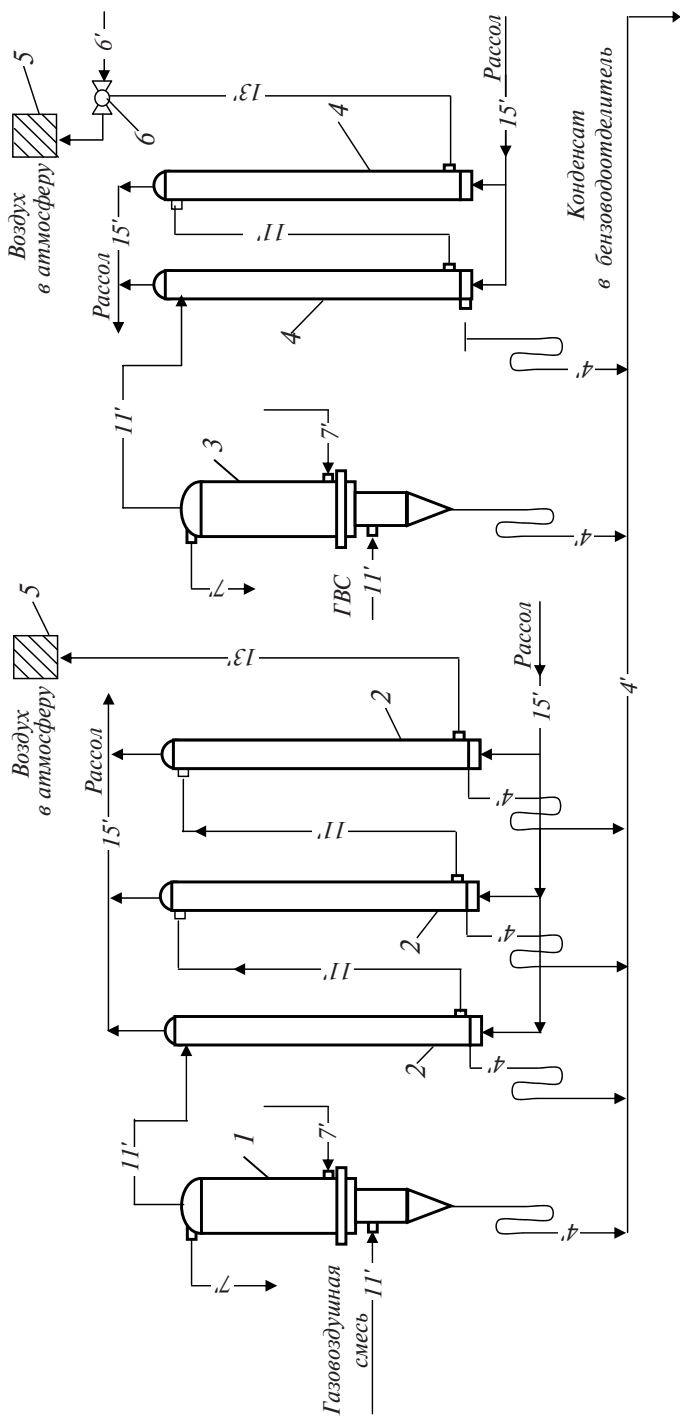


Рис. 10.3. Технологическая схема рекуперационной установки экстракционной линии НД-1250:
1, 3 — охладители газовой смеси; 2, 4 — дефлегматоры; 5 — огнепреградители; 6 — парожектор;
4' — конденсат растворителя и воды; 6' — острый пар; 7 — охлаждающая вода; 11' — газовой смесь (ГВС);
13' — воздух; 15' — рассол

Воздух из последнего дефлегматора каждой батареи выбрасывается в атмосферу через огнепреградитель 5, причем из второй батареи, состоящей из двух дефлегматоров, он отводится с помощью пароежектора 6. Благодаря этому во всей газовой системе экстракционного цеха поддерживается небольшое разрежение.

Масляно-абсорбционная установка Де Смет работает по следующей схеме (рис. 10.4).

Несконденсированные пары растворителя и воды (газовоздушная смесь) поступают в конденсатор орошения 1, где охлаждаются струями распыленной воды. Часть паров растворителя конденсируется и вместе с водой направляется в бензоводоотделитель.

Из конденсатора орошения 1 газовоздушная смесь направляется в нижнюю часть абсорбера 2, заполненного кольцами Пола. В верхнюю часть абсорбера подается охлажденное минеральное масло, которое, стекая вниз, насыщается парами растворителя, движущимися противотоком.

Очищенный от растворителя воздух пароежектором 3 выбрасывается в атмосферу. Минеральное масло, насыщенное растворителем, из абсорбера насосом 4 подается в пластинчатый теплообменник 5, обогреваемый горячим минеральным маслом, выходящим из десорбера 6, затем направляется в пластинчатый подогреватель 7, обогреваемый глухим паром, где его температура доводится до 120 °С, а затем поступает в верхнюю часть десорбера 6.

Десорбер по конструкции аналогичен дистиллятору четвертой ступени линии Де Смет. Масло, распределяясь по тарелкам, установленным в верхней части десорбера, стекает вниз навстречу потоку паров растворителя и отработанного пара эжектора 10. Если возникает необходимость, дополнительно острый пар может подаваться по отдельной линии через барботер 11. Масло из верхней части десорбера перетекает в его нижнюю часть, где с помощью пароежектора 10 поддерживается более высокий вакуум. Для облегчения удаления остатков растворителя из минерального масла в нижнюю часть десорбера также подается острый пар через барботер 12.

Пары растворителя и воды, выходящие из верхней части десорбера, направляются на конденсацию. Освобожденное от растворителя минеральное масло из десорбера насосом 8 подается в теплообменник 5, где оно используется для подогрева минерального масла, поступающего из абсорбера, и далее направляется в пластинчатый охладитель 9.

В пластинчатом охладителе масло охлаждается водой до температуры 35–45 °С. Охлажденное минеральное масло вновь направляется на абсорбцию.

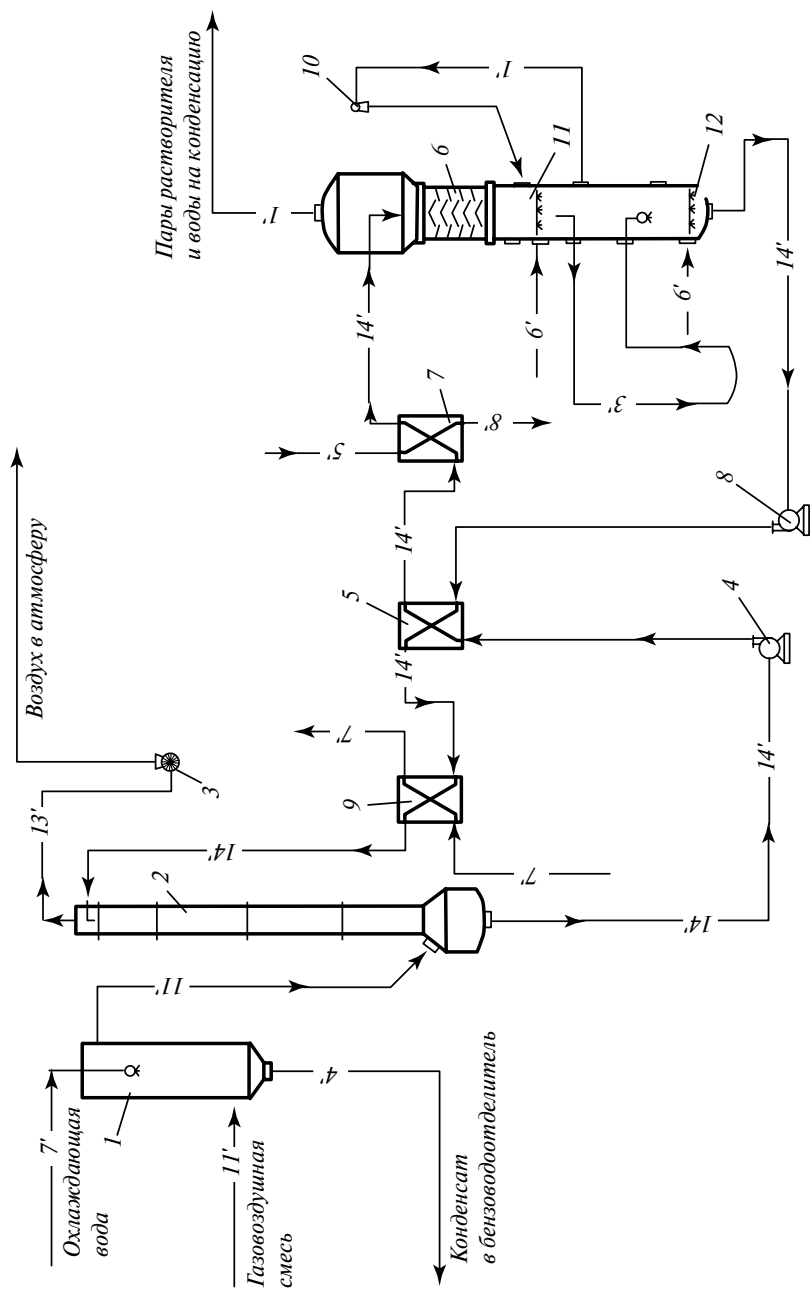


Рис. 10.4. Технологическая схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии фирмы «Де Смет»:

- 1 — конденсатор орошения; 2 — абсорбер; 3, 10 — парозежкторы; 4, 8 — насосы; 5, 7, 9 — пластинчатые теплообменники;
- 6 — десорбер; 11, 12 — барботеры;
- 1' — пары растворителя и воды; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода;
- 8' — конденсат; 11' — газозодушная смесь; 13' — воздух; 14' — минеральное масло

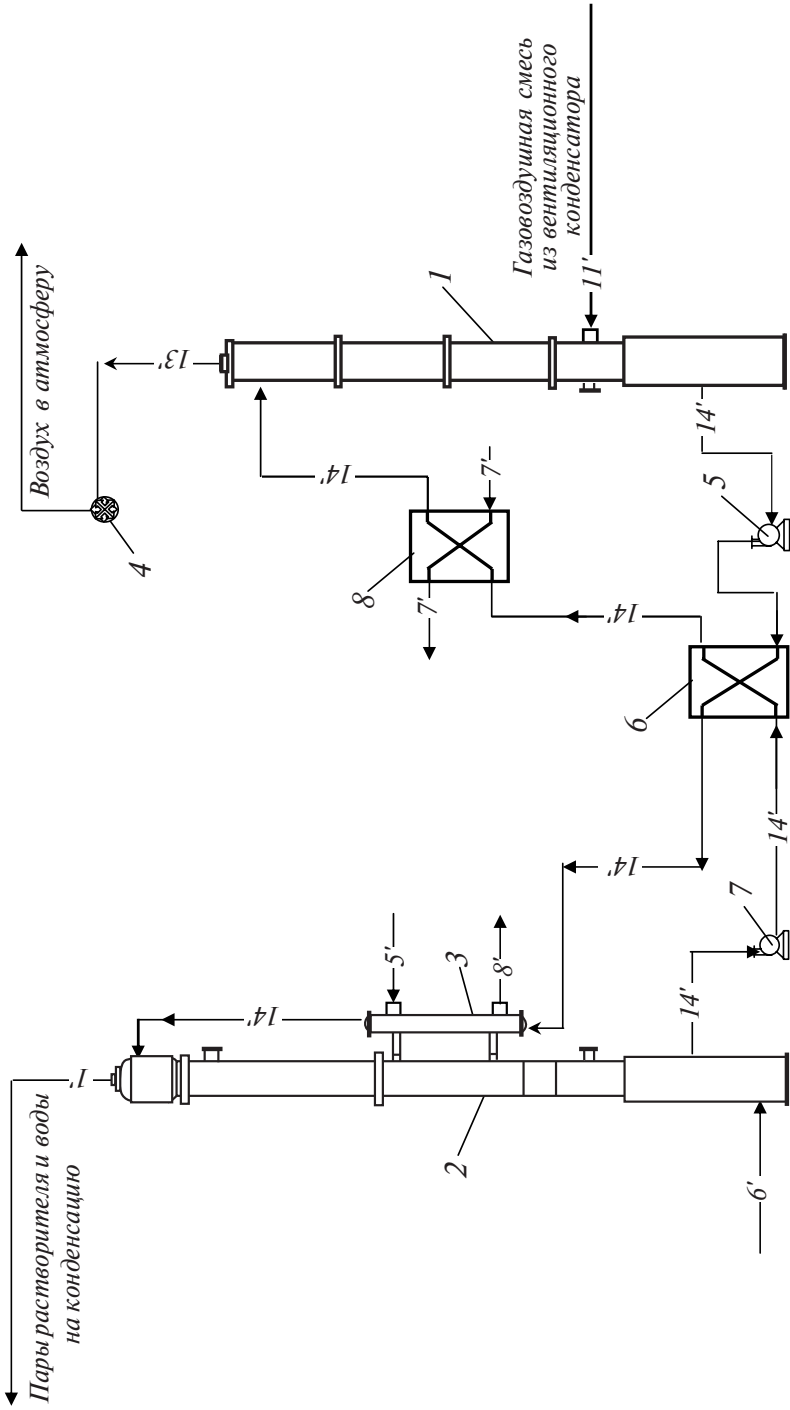


Рис. 10.5. Технологическая схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии Европа Краун:

1 — абсорбер; 2 — десорбер; 3 — трубчатый подогреватель; 4 — вентилятор; 5, 7 — насосы; 6, 8 — пластинчатые подогреватели; 1' — пары растворителя и воды; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 11' — газозвушная смесь; 13' — воздух; 14' — минеральное масло

Аналогичной схемой масляной абсорбции укомплектована **экстракционная линия Европа Краун (рис. 10.5)**. Отличительной особенностью данной схемы является несколько другое устройство абсорбера и десорбера.

Газовоздушная смесь из вентиляционного конденсатора направляется в нижнюю часть абсорбера 1, который заполнен однодюймовыми фарфоровыми насадками «Интерлокс».

В верхнюю часть абсорбера подается охлажденное минеральное масло, которое, стекая вниз, насыщается парами растворителя. Минеральное масло и газовоздушная смесь движутся противотоком по отношению друг к другу. Очищенный от растворителя воздух из абсорбера вентилятором 4 через огнепреградитель выбрасывается в атмосферу.

Минеральное масло, насыщенное парами растворителя, из абсорбера насосом 5 через расходомер подается в теплообменник 6, обогреваемый горячим минеральным маслом, выходящим из десорбера 2, затем поступает в подогреватель 3, обогреваемый глухим паром, после чего подается в верхнюю часть десорбера 2, заполненного керамическими насадками «Интерлокс».

Минеральное масло распыляется в противотоке острого пара, вводимого в нижнюю часть десорбера для удаления абсорбированного растворителя. Пары растворителя и воды из десорбера направляются на конденсацию.

Освобожденное от растворителя минеральное масло из десорбера насосом 7 подается в теплообменник 6, где оно используется для нагрева масла, поступающего из абсорбера на десорбцию, после чего направляется в охладитель для минерального масла 8. Минеральное масло в охладителе охлаждается водой до температуры не выше 40 °С и затем подается в верхнюю часть абсорбера 1.

На **рисунке 10.6** приведена **схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии фирмы «Харбург-Фройденбергер»**. Отличительной особенностью этой установки является наличие поверхностного конденсатора охлаждения, который используется для улавливания растворителя из газовоздушной смеси на первом этапе ее обработки.

Газовоздушная смесь из конденсатора к тостеру, из экстрактора и бензоводоотделителя подается в поверхностный конденсатор 1, охлаждаемый водой. Вода проходит по трубкам снизу вверх, а газовоздушная смесь перемещается в противотоке сверху вниз. При их контакте происходит частичная конденсация содержащихся в газовоздушной смеси паров растворителя и воды. Образующийся конденсат вместе с газовоздушной смесью поступает в сепаратор 2, где происходит их разделение. Конденсат направляется в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь — в нижнюю часть абсорбера 3, заполненного насадками.

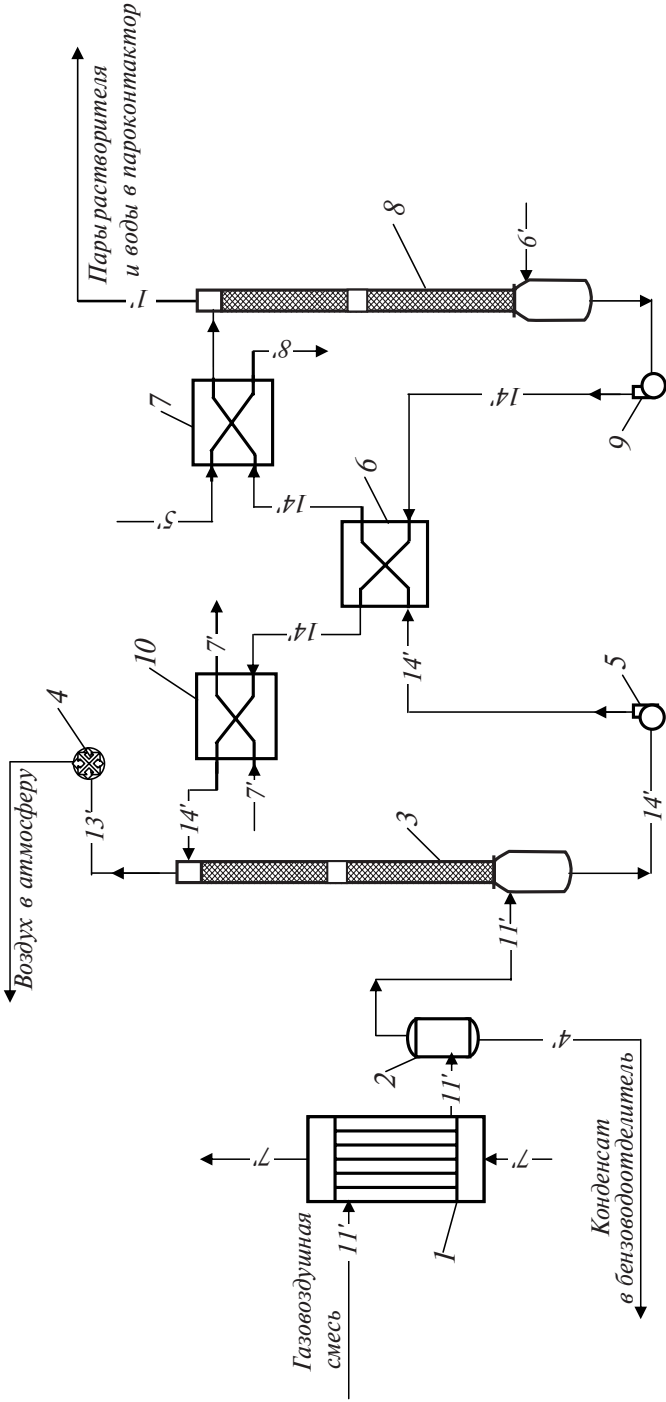


Рис. 10.6. Технологическая схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии фирмы «Харбург Фройденбергер»:

1 — поверхностный конденсатор; 2 — сепаратор; 3 — абсорбер; 4 — вентилятор; 5, 9 — насосы; 6, 7, 10 — теплообменники; 1' — пары растворителя и воды; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 11' — газозоудная смесь (ГВС); 13' — воздух; 14' — минеральное масло

В верхнюю часть абсорбера подается охлажденное минеральное масло, которое, стекая вниз, насыщается парами растворителя. Очищенный от растворителя воздух вентилятором 4 выбрасывается в атмосферу.

Минеральное масло, насыщенное парами растворителя, из абсорбера насосом 5 прокачивается через пластинчатый теплообменник 6, обогреваемый горячим минеральным маслом, выходящим из десорбера, и через кожухотрубный теплообменник 7, обогреваемый паром, и поступает в верхнюю часть десорбера 8, заполненного насадками. Перемещаясь вниз, масло контактирует в противотоке с острым паром, подаваемым в нижнюю часть десорбера для удаления абсорбированного растворителя. Пары растворителя и воды из десорбера подаются в пароконтактор.

Освобожденное от растворителя минеральное масло насосом 9 прокачивается через два пластинчатых теплообменника 6 и 10. В первом теплообменнике масло, охлаждаясь, отдает свое тепло минеральному маслу, выходящему из абсорбера, во втором — дополнительно охлаждается холодной водой. Охлажденное минеральное масло подается в верхнюю часть абсорбера.

Схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии Н.Л.С. приведена на рисунке 10.7. Отличительной особенностью этой установки является использование на первом этапе обработки газовойоздушной смеси конденсатора смешения, где охлаждение смеси осуществляется холодной водой.

Кроме того, в этой установке для окончательного улавливания растворителя из воздуха, выбрасываемого в атмосферу, воздух дополнительно после абсорбера пропускается через слой материала в загрузочном бункере экстрактора.

Газовоздушная смесь из конденсатора 17 (рис. 7.9, с. 218) к тостеру и конденсатора 19 (рис. 7.9, с. 218) к экстрактору поступает в конденсатор смешения 1 (рис. 10.7), где она орошается сверху холодной водой. Сконденсированный растворитель вместе с водой отводится в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь направляется в абсорбер 2.

Перемещаясь снизу вверх, она контактирует с охлажденным минеральным маслом, которое подается в верхнюю часть абсорбера. Масло поглощает из газовоздушной смеси остатки растворителя и практически чистый воздух с помощью вентилятора 7 из абсорбера направляется в загрузочный бункер экстрактора в слой свежего материала, подаваемого на экстракцию, для поглощения следов растворителя. Пройдя слой материала, воздух выбрасывается в атмосферу.

Минеральное масло, насыщенное парами растворителя, насосом 3 подается на десорбцию. Предварительно масло проходит два теплообменника 5 и 6. В первом оно подогревается минеральным маслом, вы-

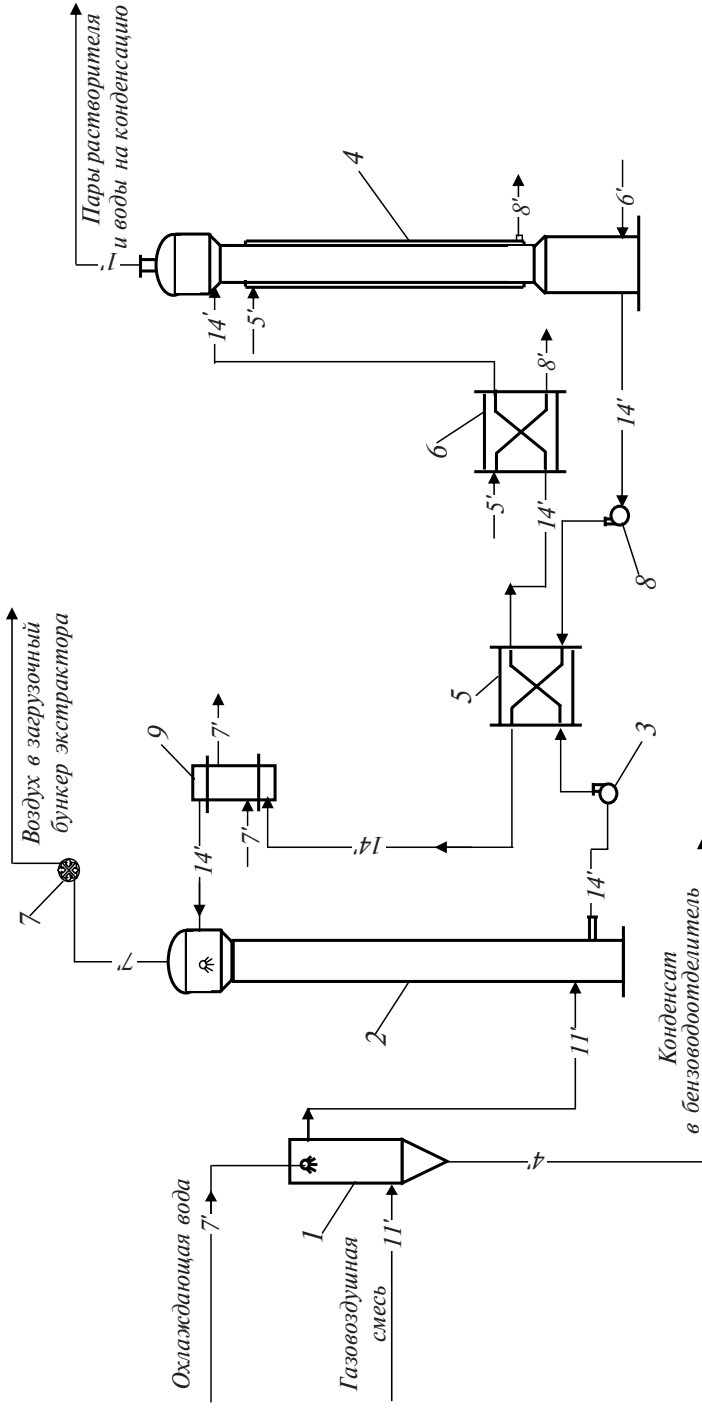


Рис. 10.7. Технологическая схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии фирмы «Н.Л.С.»:

1 — конденсатор смешения; 2 — абсорбер; 3, 8 — насосы; 4 — десорбер; 5, 6 — теплообменники; 7 — вентилятор; 1' — пары растворителя и воды; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар; 7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 11' — газозвоздушная смесь (ГВС); 13' — воздух; 14' — минеральное масло; 9 — охладитель;

ходящим из десорбера, а во втором — насыщенным паром, после чего поступает в верхнюю часть десорбера 4, имеющего паровую рубашку, где распыляется.

Стекая вниз, масло контактирует с острым паром, подаваемым снизу для удаления абсорбированного растворителя. Пары растворителя и воды после десорбера направляются на конденсацию. Освобожденное от растворителя минеральное масло из десорбера насосом 8 подается в теплообменник 5, где оно нагревает масло, идущее из абсорбера 2, и направляется в охладитель 9, охлаждаемый водой. Охлажденное минеральное масло вновь поступает в абсорбер.

В масляно-абсорбционной установке экстракционной линии Сивей (рис. 10.8) газовоздушная смесь поступает в нижнюю часть абсорбера 1, где в противотоке смесь обрабатывается минеральным маслом, распыляемым в его верхней части и стекающим вниз по насадкам. Далее масло насосом 7 через регенеративный теплообменник 3 (подогрев масла в нем осуществляется минеральным маслом, выходящим из десорбера) подается в теплообменник 4, обогреваемый паром, и далее — в десорбер 2.

Десорбер снабжен паровой рубашкой. Масло распыляется в его верхней части и при стекании по насадкам обрабатывается в противотоке острым паром, поступающим снизу, в результате из него удаляются остатки растворителя (температура минерального масла в десорбере поддерживается на уровне 115 °С). Пары растворителя и воды отводятся в паровой смеситель, а минеральное масло собирается в нижней части аппарата, из которого насосом 6 прокачивается через два теплообменника: регенеративный 3 и охлаждаемый водой 5 и далее подается в абсорбер 1. Отвод воздуха из абсорбера в окружающее пространство осуществляется вентилятором 8.

Схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии Тройка приведена на рисунке 10.9. Газовоздушная смесь из окончательного конденсатора поступает в нижнюю часть конденсатора смешения 1, где она сверху орошается водой, подаваемой через форсунку 2. При контакте газовой смеси и воды происходит частичная конденсация паров растворителя, содержащихся в газовой смеси.

Смесь охлаждающей воды и сконденсированного растворителя направляется в бензоводоотделитель, а газовоздушная смесь с остатками растворителя поступает в абсорбер 3.

Абсорбер представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, на 2/3 по высоте заполненный минеральным маслом. В абсорбере расположен перфорированный барабан 4, который вращается с небольшой скоростью. Газовоздушная смесь поступает внутрь барабана, а из него через отверстия — в слой минерального масла. Содержащийся в смеси растворитель растворяется в масле.

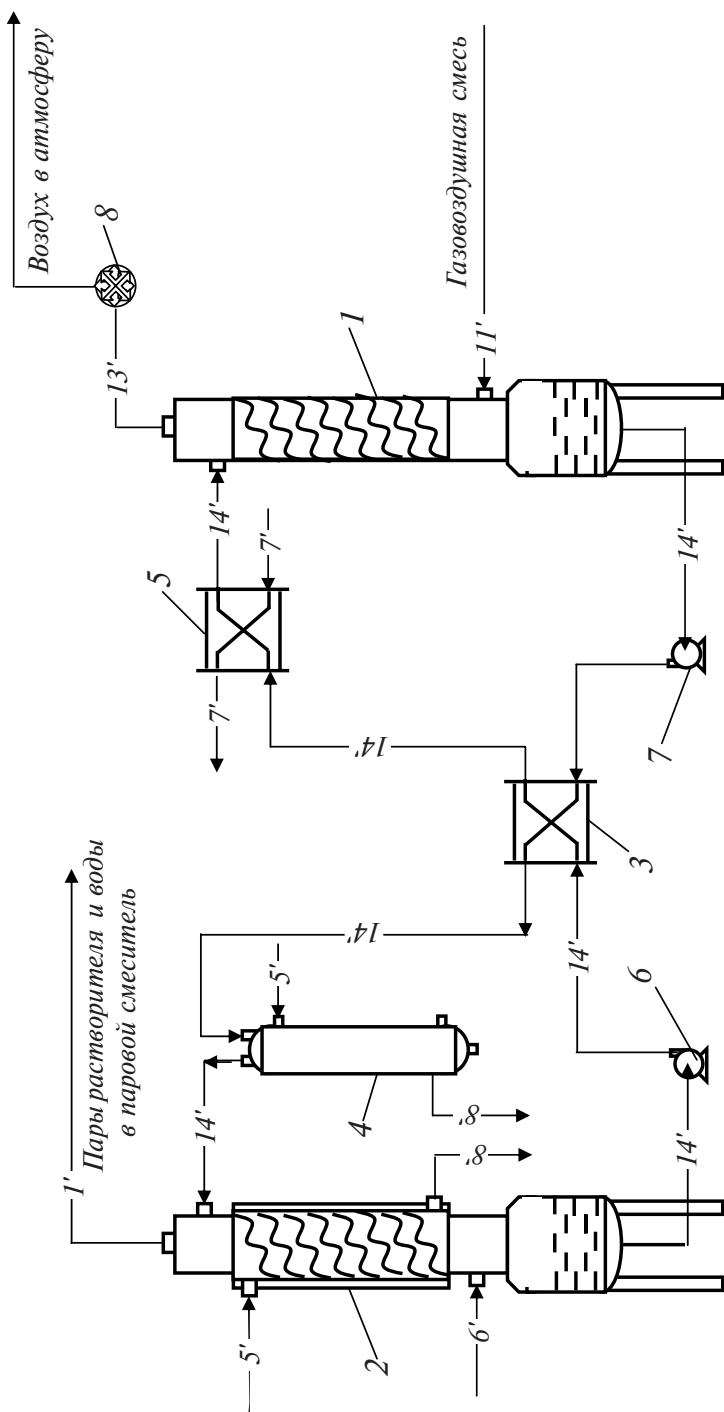


Рис. 10.8. Технологическая схема масляно-абсорбционной установки экстракционной линии «Сивей»;

1 — абсорбер; 2 — десорбер; 3, 4, 5 — теплообменники; 6, 7 — насосы; 8 — вентилятор;

1' — пары растворителя и воды; 4' — конденсат растворителя и воды; 5' — глухой пар; 6' — острый пар;

7' — охлаждающая вода; 8' — конденсат; 11' — газоз воздушная смесь; 13' — воздух; 14' — минеральное масло

Окончательное удаление растворителя из газозатрактационной смеси осуществляется в вертикальном цилиндре 5, установленном на абсорбере. Газозатрактационная смесь, поступающая в цилиндр снизу, обрабатывается в противотоке минеральным маслом, распыляемым сверху, в результате их контакта происходит поглощение минеральным маслом остатков растворителя, содержащегося в смеси. Практически чистый воздух с помощью вентилятора 9 выбрасывается из абсорбера в атмосферу.

Избыток минерального масла, насыщенного растворителем, из абсорбера (в абсорбере поддерживается постоянный уровень масла) отводится через подогреватель 6 в десорбер 7.

Десорбер 7 представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, состоящий из двух секций: 7а и 7б. Масло последовательно проходит обе секции, обрабатываясь в первой секции 7а глухим паром, подаваемым в змеевик, а во второй 7б — острым, подаваемым в нижнюю часть, в результате этого масло окончательно освобождается от растворителя.

Пары растворителя и воды направляются на конденсацию, а минеральное масло насосом 8 через регенеративный теплообменник 6, где оно охлаждается холодным маслом, подается на абсорбцию.

10.6. РАЗДЕЛЕНИЕ ВОДОБЕНЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Отделение растворителя от воды основано на принципе разделения несмешивающихся жидкостей по разности их плотностей. На масложатрактационных заводах для разделения конденсата на составляющие компоненты применяются простые по устройству аппараты, называемые бензоводоотделителями.

Бензоводоотделитель линии НД-1250 (рис. 10.10) представляет собой четырехгранную емкость 1 с плоской горизонтальной крышкой, наклонным днищем и вертикальной перегородкой 10, снижающей скорость движения жидкости. Перегородка не доходит до днища бензоводоотделителя и делит его на две отстойные камеры.

Для увеличения продолжительности отстаивания с целью более полного отделения растворителя от воды устанавливаются два бензоводоотделителя одинаковой конструкции: предварительный 1 и контрольный 9.

Конденсат из конденсаторов и другой аппаратуры цеха поступает в предварительный бензоводоотделитель 1 через трубы с фонарями 2. В результате отстаивания растворитель всплывает вверх, вода остается внизу, эмульсия располагается между слоями растворителя и воды. Всплывший растворитель отводится в резервуары оборотного растворителя через патрубок 6. Собирающаяся внизу вода непрерывно уходит через сифонную трубу 7 в контрольный бензоводоотделитель 9.

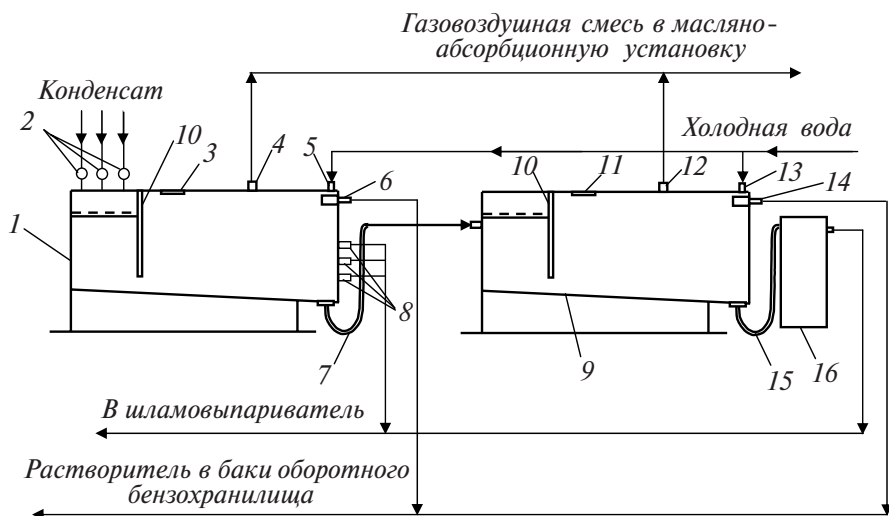


Рис. 10.10. Бензоводоотделитель линии НД-1250:

1 — предварительный бензоводоотделитель; 2 — фонари; 3, 11 — люки;
4, 12 — патрубки для отвода газовой смеси; 5, 13 — патрубки для подачи холодной воды; 6, 14 — патрубки для отвода растворителя; 7, 15 — сифонные трубы;
8 — патрубки для выхода эмульсионных слоев; 9 — контрольный бензоводоотделитель;
10 — вертикальная перегородка; 16 — бак

Образующиеся эмульсионные слои через патрубки 8, расположенные на разных высотах аппарата, направляются на обработку в шламовый париватель.

Контрольный бензоводоотделитель имеет устройство, аналогичное предварительному. Его отличительной особенностью является отсутствие линий по отводу эмульсионных слоев.

Бензоводоотделители перед пуском заполняются водой до уровня, соответствующего переливным сифонным трубам 7 и 15. Постоянный уровень воды в них в процессе работы поддерживается за счет периодической подачи холодной воды через патрубки 5 и 13.

На верхних крышках бензоводоотделителей предусмотрены люки 3 и 11 для очистки их внутреннего пространства. Отвод газовой смеси из бензоводоотделителей осуществляется через патрубки 4 и 12.

Из контрольного бензоводоотделителя растворитель направляется в баки обратного бензохранилища через патрубок 14, а отстоявшаяся вода через сифонную трубу 15 поступает в бак 16, откуда откачивается в шламовый париватель.

Бензоводоотделитель экстракционной линии Де Смет (см. рис. 7.6, поз. 20, с. 211) состоит из двух аппаратов: предварительного бензоводоотделителя 20 а и контрольного 20 б, которые монтируются с рабочим баком

растворителя 20 в как единое целое. Контрольный бензоводоотделитель отделен от предварительного перегородкой 28, не достигающей до дна аппарата (чтобы обеспечить перетекание воды из предварительного бензоводоотделителя в контрольный), и сплошной перегородкой 27 — от рабочего бака растворителя. Через перегородки 27 и 28 в верхней части аппарата проходит сливной лоток, служащий для перетекания в него растворителя из предварительного и контрольного бензоводоотделителей.

Конденсат из всех конденсаторов экстракционного цеха поступает в предварительный бензоводоотделитель, в который для пополнения воды также подается промышленная вода. В бензоводоотделителе 20 а осуществляется разделение конденсата на растворитель и воду (за счет разности их плотностей). Отделившийся растворитель собирается в верхней части аппарата и по лотку перетекает в рабочий бак растворителя 20 в. Вода из нижних слоев предварительного бензоводоотделителя 20 а, содержащая еще значительное количество растворителя, вытесняется в контрольный бензоводоотделитель 20 б, в котором осуществляется ее дополнительное отстаивание. Отделившийся растворитель собирается в верхней части аппарата и по тому же лотку переливается в рабочий бак растворителя 20 в. Отстоявшаяся вода из контрольного бензоводоотделителя насосом 24 откачивается на обработку в шламовыпариватель.

Растворитель из рабочего бака насосом 25 подается на экстракцию.

Ежемесячно в бензоводоотделителях заменяют воду и промывают их горячей водой. Слив шлама осуществляют в бензолушку.

Бензоводоотделитель экстракционной линии Европа Краун (см. рис. 7.10, поз. 10, с. 220) представляет собой двухсекционный аппарат, разделенный перегородкой 25. В первой секции 10 а осуществляется разделение конденсата на растворитель и воду, во второй секции 10 б — хранение растворителя перед его подачей на экстракцию. Конденсат поступает в бензоводоотделитель из пароконтактора, конденсаторов к экстрактору и тостеру, вентиляционного конденсатора. Из-за разности плотностей содержащихся в конденсате компонентов последний легко разделяется на растворитель и воду. Отделившийся растворитель собирается в верхней части бензоводоотделителя 10 а и через порог сливается в рабочий бак 10 б. Избыток растворителя из верхней части бака поступает в емкости оборотного бензохранилища. Подача растворителя на экстракцию осуществляется насосом 23 из рабочего бака на высоте 150 мм от дна для того, чтобы исключить захват воды. Этот насос может быть использован и для полного освобождения бензоводоотделителя от растворителя в емкости оборотного бензохранилища. Для того, чтобы исключить попадание воды в растворитель (при слу-

чайном попадании в растворитель воды она собирается на дне рабочего бака), растворитель из нижней части рабочего бака рециркуляционным насосом 24 вновь подается в секцию бензоводоотделителя. Отделившаяся вода самотеком отводится в шламовыпариватель 11. Пары растворителя и воды из бензоводоотделителя через патрубок 26 направляются в вентиляционный конденсатор 9.

Бензоводоотделитель экстракционной линии Харбург Фройденбергер (см. рис. 7.11, поз. 22, с. 222) представляет собой цилиндрический резервуар, состоящий из двух секций: непосредственно бензоводоотделителя 22 а и рабочего бака растворителя 22 б. Конденсат из пароконтактора и сепараторов для отделения газовой смеси от конденсата поступает в бензоводоотделитель 22 а, где за счет разницы в плотностях растворителя и воды происходит их разделение. Растворитель всплывает вверх и через щели в перегородке 32 перетекает в рабочий бак растворителя 22 б. Отстоявшаяся вода и эмульсионные слои насосом 24 откачиваются в шламовыпариватель 25.

Из рабочего бака растворитель насосом 23 подается на экстракцию. Избыток растворителя из бака переливается в баки оборотного бензохранилища. Пары растворителя и воды из аппарата отводятся на конденсацию в конденсатор 29.

Бензоводоотделитель экстракционной линии Н.Л.С. (см. рис. 7.9, поз. 20, с. 218) имеет устройство, принципиально не отличающееся от бензоводоотделителя линии Харбург Фройденбергер, и представляет собой цилиндрический аппарат с коническим днищем, разделенный перегородкой на две секции: непосредственно бензоводоотделитель 20 а и рабочий бак растворителя 20, б. Конденсат из дистиллятора первой ступени 1 (рис. 7.9), полученный в результате конденсации паров растворителя и воды, идущих из тостера, конденсаторов 7 и 13 (рис. 7.9) к дистилляторам и оросительной колонке, конденсатора 17 (рис. 7.9) к тостеру поступает в среднюю часть бензоводоотделителя 20 а. Отделившийся растворитель через щель в верхней части перегородки 29 перетекает в рабочий бак 20 б, а отстоявшаяся вода из нижней части бензоводоотделителя перетекает в емкость 27 за счет вакуума, создаваемого в ней пароежектором. Из емкости 27 вода насосом 28 подается в шламовыпариватель.

С помощью рециркуляционного насоса 26 осуществляется постоянный забор воды из конуса бензоводоотделителя с ее подачей в среднюю часть аппарата, что позволяет дополнительно отделить от воды растворитель и снизить содержание растворителя в воде, направляемой на обработку в шламовыпариватель.

Растворитель из рабочего бака на высоте 150–200 мм (чтобы исключить возможность попадания в него воды) насосом 24 подается на экстракцию.

Бензоводоотделитель экстракционной линии Сивей (см. рис. 7.12, поз. 24, с. 224) представляет собой цилиндрический резервуар, разделенный перегородкой 30 на две секции: непосредственно бензоводоотделитель 24 а и рабочий бак растворителя 24 б.

Конденсат поступает в бензоводоотделитель 24 а, где происходит его разделение на растворитель и воду. Отстоявшийся растворитель переливается через перегородку 30 в бак растворителя 24 б, откуда насосом 25 подается на экстракцию. Насос 28 предназначен для откачивания со дна бака воды, случайно попавшей в растворитель. Отвод воды в шламовыпариватель осуществляется через сифонное колено 27 через патрубков 31.

Бензоводоотделитель (сепаратор) дистилляционной установки Де Смет Хайтек (см. рис. 7.7, поз. 20, с. 213) представляет собой комбинированный аппарат, в котором совмещены непосредственно бензоводоотделитель и рабочий бак растворителя 27, разделенные перегородкой 26.

Водоотделитель снабжен набором пластин, обеспечивающих снижение турбулентности потока конденсата и ускоряющих процесс его разделения на растворитель и воду. Последнее позволяет уменьшить габаритные размеры аппарата и, соответственно, занимаемые им площади.

Отделившийся растворитель через порог переливается в рабочий бак растворителя 27, а отстоявшаяся вода через внешнюю регулирующую напорную трубу насосом 24 откачивается на обработку в выпариватель 21.

Бензоводоотделитель оборудован системой очистки, обеспечивающей возможность проведения чистки днища в рабочем режиме и предотвращение накопления в нем осадка (частиц шрота). Пары растворителя и воды из бензоводоотделителя уходят на конденсацию.

10.7. ОБРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ВОД ЭКСТРАКЦИОННОГО ЦЕХА

Для снижения потерь растворителя в производстве и создания взрывобезопасных условий в канализационной системе все отработанные воды, выходящие из экстракционного цеха, подвергаются обработке в выпаривателях. Это, прежде всего, вода и эмульсионные слои из бензоводоотделителей, вода с растворителем, откачиваемая из резервуаров оборотного бензохранилища, растворитель и эмульсионные слои из дворовых бензолушек. Кроме того, в некоторых экстракционных линиях (НД-1250, Де Смет, Н.Л.С. и др.), где для очистки паров растворителя и воды, выходящих из тостеров, используется горячая вода, обработке в выпаривателях подвергаются и шламовые воды, выходящие

из мокрых шротоволушек. В этом случае выпариватели воды называются шламовыпаривателями.

Шламовыпариватель экстракционной линии НД-1250 (рис. 10.11) представляет собой стальной цилиндрический аппарат со сферическим днищем и крышкой.

Отработанная вода из бензоводоотделителя, а также эмульсионные слои из бензоводоотделителя и других емкостей экстракционного цеха поступают в аппарат по патрубку 1, а шламовая вода из мокрой шротоволушки — по патрубку 2. Нагрев воды осуществляется глухим паром, подаваемым в змеевик 3, расположенный на поверхности воды в аппарате, и острым паром, подаваемым с помощью инжектора 4. Пдача острого пара обеспечивает турбулизацию жидкости и поддержание частиц шрота и других механических примесей во взвешенном состоянии. Температура воды в шламовыпаривателе поддерживается с помощью терморегулятора в пределах 90–95 °С, что обеспечивает удаление растворителя из воды и предотвращает испарение воды.

Слив отработанной воды из аппарата осуществляется по переливной трубе 5. На ее горизонтальном участке имеется трехходовой кран 6, с помощью которого содержимое шламовыпаривателя можно направлять либо через воронку 7, либо минуя ее, через трубу 8 в дворовую бензоволушку. Пары растворителя и воды через патрубок 9 отводятся на конденсацию.

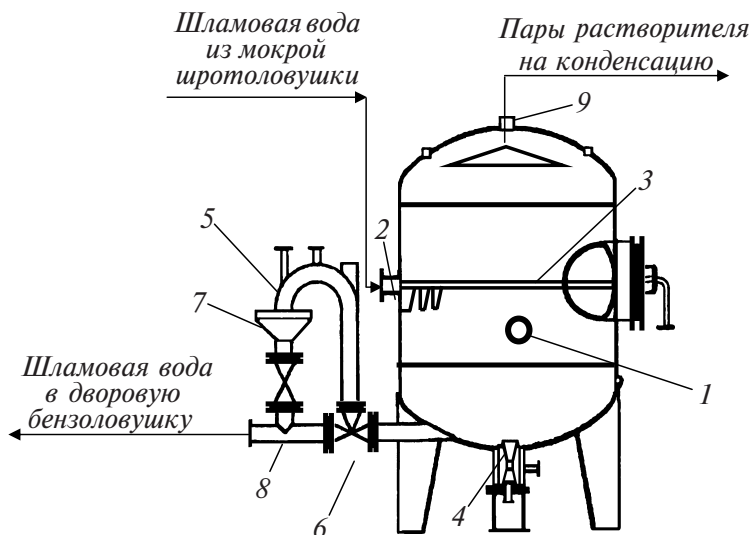


Рис. 10.11. Шламовыпариватель экстракционной линии НД-1250:

1, 2 — патрубки для подачи воды в шламовыпариватель; 3 — змеевик; 4 — инжектор; 5 — переливная труба; 6 — трехходовой кран; 7 — воронка; 8 — труба; 9 — патрубок для отвода паров растворителя из аппарата

Шламовыпариватель экстракционной линии Де Смет (см. рис. 8.13, поз. 4, с. 251) представляет собой цилиндрический аппарат со сферическим днищем и крышкой. В шламовыпаривателе обработке подвергаются шламовые воды, поступающие из мокрой шротоловушки 1, а также воды, выходящие из бензоводоотделителя. Последние поступают в аппарат через патрубок 10. Для нагрева шламовых вод используется только отработанный пар эжекторов (эжектора 2, создающего вакуум в конденсаторе для паров растворителя и воды, выходящих из дистилляторов, и эжектора 7). Это позволяет в значительной степени экономить расход пара. Аппарат работает под вакуумом.

Пары растворителя из шламовыпаривателя вместе с соковыми парами из тостера направляются на обогрев мисцеллы в дистиллятор первой ступени, а отработанная вода через сифонную трубу 8 и воронку 9 — на охлаждение, после чего сбрасывается в дворовую бензолловушку.

Шламовыпариватель экстракционной линии Н.Л.С. (см. рис. 7.9, поз. 21, с. 218) представляет собой цилиндрический аппарат со сферическим днищем и крышкой. Для нагрева воды в шламовыпаривателе используется отработанный пар эжекторов 15 и 16 к конденсаторам дистилляторов. За счет непосредственного контакта острого пара и воды, предварительно подогретой в теплообменнике 18, происходит удаление из воды растворителя. Вода, освобожденная от растворителя, с помощью насоса 25 через теплообменник 18 отводится в дворовую бензолловушку. Этим же насосом возможна циркуляция воды в шламовыпаривателе в случае неполного удаления из нее растворителя путем забора ее из нижней части аппарата и подачи в верхнюю. Часть воды из шламовыпаривателя насосом подается в мокрую шротоловушку для очистки паров растворителя и воды, выходящих из тостера (на рисунке эта линия не показана). Из мокрой шротоловушки шламовая вода с частицами шрота и с частично конденсированным растворителем вновь подается на обработку в шламовыпариватель.

Выпариватель экстракционной линии Европа Краун (см. рис. 7.10, поз. 11, с. 220) предназначен только для обработки воды, выходящей из бензоводоотделителя. Предварительно вода подогревается в теплообменнике 13 за счет тепла воды, выходящей из выпаривателя.

В выпариватель снизу подается острый пар, который, проходя противотоком по отношению к текущим вниз сточным водам, движущимся между перегородками 27, обеспечивает более полное удаление из них растворителя. Образующиеся пары растворителя поступают в вентиляционный конденсатор 9, а вода, освобожденная от растворителя, охладившись в теплообменнике 13, направляется в дворовую бензолловушку.

Выпариватель отработанной воды линии Харбург Фройденбергер (см. рис. 7.11, поз. 25, с. 222) представляет собой цилиндрический аппа-

рат со сферическими днищем и крышкой. В нем обработке подвергается только вода, выходящая из бензоводоотделителя 22. Удаление остатков растворителя из воды осуществляется под воздействием острого и глухого пара. Образующиеся пары растворителя направляются на конденсацию, а вода отводится в дворовую бензолушку.

Шламовыпариватель (бойлер) линии Сивей (см. рис. 7.12, поз. 23, с. 224) предназначен для обработки шламовой воды, поступающей из мокрой шротоловушки, и воды, выходящей из водоотделителя 24. Он представляет собой цилиндрический аппарат с коническим днищем. Удаление растворителя из воды осуществляется под воздействием острого пара, подаваемого через барботер 23 б, и глухого, поступающего в змеевик 23 а. Шламовыпариватель снабжен автоматическим терморегулятором, обеспечивающим нагрев воды до 98 °С. Пары растворителя из аппарата поступают в паровой смеситель 20, а отработанная вода через сифонное колено 29 отводится в дворовую бензолушку. Часть воды насосом 32 подается в мокрую шротоловушку.

Выпариватель отработанной воды Де Смет Хайтек (см. рис. 7.7, поз. 21, с. 213) представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, состоящий из двух ступеней. На первой ступени 21 а вода, поступающая из бензоводоотделителя 20 (ее подогрев до температуры 80 °С осуществляется в теплообменнике 25), каскадом сливается по сетчатым пластинам 21 в. В противотоке она обрабатывается отработанным паром эжектора 18, создающего вакуум в конденсаторе 16, в результате чего часть содержащегося в ней растворителя удаляется.

Окончательная обработка воды в слое осуществляется на второй ступени выпаривателя 21 б. В результате подачи острого пара происходит нагрев воды до температуры 95 °С, что обеспечивает практически полное удаление из нее растворителя.

Отделяющиеся в выпаривателе пары растворителя направляются для обогрева мисцеллы на первую ступень дистилляции, а отработанная вода перед сбросом в дворовую бензолушку проходит теплообменник 25, где охлаждается (до температуры 60 °С), отдавая тепло воде, подаваемой на обработку в выпариватель.

В экстракционной линии Тройка операции разделения конденсата и обработки отработанной воды совмещены в **одном многосекционном аппарате (см. рис. 7.8, поз. 20, с. 216)**. Конденсат растворителя и воды из конденсаторов поступает в первую секцию аппарата — бензоводоотделитель 20 а, откуда более спокойным потоком перетекает во вторую секцию 20 б, где происходит его разделение. Растворитель всплывает вверх и через щели в верхней части перегородки 26 перетекает в третью секцию 20 в — рабочий бак растворителя. Из третьей секции растворитель откачивается насосом 23 на экстракцию, а вода из нижней части второй секции по трубе 24

перетекает в четвертую секцию 20 *г* — выпариватель. В выпаривателе осуществляется ее нагрев острым паром. Образующиеся пары растворителя отводятся на конденсацию, а вода через перегородку 22 поступает в пятую секцию 20 *д* — охладитель, в котором ее охлаждение происходит с помощью змеевика 25, расположенного на поверхности воды. Охлажденная вода отводится через воронку 21 в дворовую бензоловушку.

Обработка шламовых вод, выходящих из мокрой шротоловушки, в экстракционной линии Тройка происходит в отдельном шламовыпаривателе. Он состоит из двух секций: в первой удаление растворителя осуществляется с помощью острого пара, а во второй — с помощью глухого пара, подаваемого в змеевик. Пары растворителя из обеих секций подаются на конденсацию. Отработанная вода из второй секции через сифонную трубу отводится в дворовую бензоловушку. Подача воды в мокрую шротоловушку осуществляется насосом из первой секции аппарата.

10.8. ПОТЕРИ РАСТВОРИТЕЛЯ В МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В процессе регенерации и рекуперации растворителя, выпариваемого из шрота и мисцеллы, основное его количество возвращается в производство и многократно используется для экстракции масла. Однако полной регенерации оборотного растворителя достичь не удастся, и некоторое его количество теряется в производстве безвозвратно.

Указанные потери, отнесенные условно к массе поступающего на переработку сырья, составляют от 0,1 до 1,5 % (1–15 кг на 1 т сырья) и называются **общими или безвозвратными потерями растворителя**.

Величина потерь растворителя зависит как от вида перерабатываемого масличного сырья, так и от технологии и техники извлечения из него масла методом экстракции. Однако даже при самых благоприятных условиях работы современные маслоэкстракционные заводы, перерабатывающие 800–1000 т в сутки семян подсолнечника, теряют безвозвратно от 1 до 5 т в сутки растворителя, что заметно влияет на себестоимость готовой продукции, а также ухудшает условия труда в экстракционных цехах.

Основные источники потерь растворителя в маслоэкстракционном производстве:

- утечка растворителя в жидком или газообразном состоянии через неплотности аппаратуры экстракционного цеха;
- потери растворителя со шротом, маслом и отработанной водой;
- потери растворителя в результате неполной конденсации его паров в рекуперационной установке.

Утечки жидкого растворителя через неплотности аппаратуры экстракционного цеха, по существу, отсутствуют, так как за герметичностью аппаратуры в местах соединений царг и фланцев осуществляется тщательный контроль как повседневно, так и в дни планово-предупредительного ремонта. Однако в аппаратах, которые имеют вращающиеся части (шнековые валы экстракторов, тостеров, валы бензиновых и мисцелловых насосов), потери становятся неизбежными. Шейки валов в подшипниках помещаются в сальниковых уплотнениях и при тщательной набивке сальников и соответствующем уходе за ними удастся только снизить величину потерь растворителя, но исключить их полностью невозможно.

Так, например, при плохом уходе за сальниками, редкой их смене и при подаче в экстрактор горячего жмыха (лепестка, гранул, экспандированных хлопьев, крупки) с температурой выше 60 °С содержание паров растворителя в воздухе на этом участке (в местах выхода валов экстрактора из аппарата) достигает 2,0 мг/л, а при соблюдении всех требований, включая работу тостеров под вакуумом, содержание паров растворителя снижается до 0,2 мг/л. При нарушении герметичности в сальниках насосов, используемых для перекачки мисцеллы и растворителя, потери растворителя достигают больших величин. При соответствующем уходе за сальниками содержание паров растворителя в воздухе непосредственно у насосов может быть снижено до 0,5 мг/л, что, однако, значительно превышает санитарную норму содержания паров растворителя в воздухе экстракционных цехов (0,1 мг/л).

Наиболее значительными являются потери растворителя за счет нарушения герметичности в сальниках тостеров при избыточном давлении паров растворителя внутри аппарата.

Потери растворителя с водой, отходящей из шламовыпаривателя, обусловлены как его растворимостью в воде, так и за счет эмульгирования с водой и уноса с эмульсионными слоями. Растворимость растворителя в воде незначительна и колеблется от 0,0007 до 0,0015 % к массе воды. Она зависит от температуры и от химического состава растворителя. В одном и том же гомологическом ряду растворимость углеводородов в воде возрастает с увеличением их молекулярной массы. Поэтому нефрасы марки П1–65/75, П1–63/75 и П1–65/70, которые содержат более половины *n*-гексана, имеют повышенную растворимость в воде по сравнению с другими марками бензинов, применявшихся ранее. При повышении температуры растворимость нефраса в воде значительно возрастает. Так, например, при увеличении температуры с 10 до 25 °С она увеличивается более чем вдвое.

Потери растворителя возрастают и в результате образования эмульсий. Повышенное образование эмульсий происходит в роторах водокольцевых насосов. Это приводит к тому, что содержание как раство-

ренного, так и заэмульгированного растворителя в воде, выходящей из бензоводоотделителя, увеличивается до 0,18–0,28 %. Для снижения потерь растворителя вода из бензоводоотделителя перед сбросом в дворовую бензолушку должна обрабатываться в выпаривателе.

Допустимое содержание растворителя в сточных водах перед сбросом в дворовую бензолушку не должно превышать 150 мг/кг.

Значительна величина потерь растворителя с воздухом, выбрасываемом в атмосферу из рекуперационных установок.

Содержание паров растворителя в газовой смеси, поступающей на рекуперацию, значительно и существенно зависит от скорости воздушных потоков, выходящих из аппаратов. Использование масляно-абсорбционных установок значительно снижает величину потерь растворителя с воздухом. Содержание паров растворителя в воздухе, выбрасываемом из абсорбера, не превышает 100 мг/м³.

Значительное количество растворителя теряется со шротом, особенно при нарушении технологического режима работы испарителей. Даже при допустимом содержании растворителя в шроте, составляющем 0,05–0,1 %, этот источник потерь довольно велик ввиду большого выхода шрота.

Самым незначительным источником потерь растворителя является экстракционное масло, содержание растворителя в котором не должно превышать 0,01 %.

Современные маслоэкстракционные линии (Де Смет, Европа Краун, Харбург Фройденбергер и др.) характеризуются низкими потерями растворителя, которые составляют 0,5–3,0 кг на 1 т перерабатываемых семян. Но даже при такой низкой величине потерь каждый крупный завод, перерабатывающий 500–1000 тонн семян в сутки, теряет безвозвратно ежегодно от 150 до 1000 т растворителя.

По данным ВНИИЖа, баланс безвозвратных потерь растворителя (в %) может быть представлен в следующем виде:

с воздухом вытяжной вентиляции	41,0
с водой, уходящей из экстракционного цеха	6,0
с воздухом, выходящим из рекуперационных установок	10,0
со шротом	22,0
с экстракционным маслом	1,0
неучтенные потери	20,0

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что потери растворителя в экстракционных цехах представляют собой довольно значительную величину в сумме производственных потерь маслоэкстракционных заводов.

В целях максимального сокращения потерь растворителя необходимо строго выполнять правила эксплуатации технологического оборудования и соблюдать режимы его работы, установленные технологическими инструкциями.

ГЛАВА 11. ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ПРЕССОВЫХ И ЭКСТРАКЦИОННЫХ ЗАВОДАХ

11.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Растительные масла, как прессовые, так и экстракционные, представляют собой сложную многокомпонентную систему, в составе которой кроме триацилглицеринов содержатся нежировые примеси и целый ряд сопутствующих веществ.

В указанной системе масло является дисперсионной средой, а нежировые примеси — дисперсной фазой.

Нежировые примеси попадают в масла в процессе их получения. В прессовых маслах нежировые примеси представлены частицами мезги и жмыха. Они продавливаются через зерные щели прессов либо выносятся через них потоками масла.

В экстракционных маслах нежировые примеси представлены частицами шрота. Их присутствие обусловлено неполнотой очистки мисцелл от нежировых примесей.

Величина частиц нежировых примесей колеблется в широких пределах — от нескольких миллиметров до 2—4 мкм, а их содержание варьируется в пределах от 2 до 10 %.

Качественный и количественный состав дисперсной фазы зависит от вида масла, способа и режимов его извлечения, качества исходных семян, структуры и механических свойств мезги и т. п.

Присутствие в масле нежировых примесей приводит к его окислению, ферментативному гидролизу и т. п. Все эти процессы наиболее интенсивно протекают на развитой поверхности частиц твердой фазы, на которой в присутствии влаги, а в порах — и воздуха, наблюдается высокая активность ферментов и интенсификация процессов окисления. Продолжительность контакта механических примесей белково-

го происхождения с маслом при сравнительно высокой температуре способствует протеканию сахароаминной реакции, денатурации белковых веществ, образованию липопротеиновых комплексов, переходу одорирующих веществ в масло и т. п.

Поэтому стремятся к наиболее быстрому и возможно более полному удалению из масла нерастворимых нежировых примесей.

11.2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Удаление из масла нежировых примесей относится к проблеме разделения суспензий.

Для разделения суспензий используются следующие способы:

- отстаивание;
- центрифугирование;
- фильтрование.

В первых двух способах частицы дисперсной фазы движутся относительно дисперсионной среды: при отстаивании под действием гравитационных сил, при центрифугировании — центробежных сил.

При фильтровании дисперсионная среда движется относительно дисперсной фазы.

Первичная очистка масла обычно проводится в два этапа:

- на первом этапе удаляются более крупные (тяжелые) частицы нежировых примесей;
- на втором этапе — более мелкие частицы, что обеспечивает получение масла, соответствующего требованиям стандартов.

Отстаивание. Применяется на первом этапе первичной очистки масел для удаления наиболее крупных нежировых примесей.

Отстаивание — малоэффективный длительный процесс, что обусловлено в основном высокой вязкостью масла. Повысить скорость процесса можно путем увеличения температуры масла. Однако повышение температуры может привести к растворению части дисперсной фазы в масле, что нежелательно, поскольку при дальнейшем охлаждении масла растворенные частицы вновь выпадают в осадок.

В масложировой отрасли при первичной очистке растительных масел метод отстаивания реализуется в механических гущеловушках (одинарных и двойных) и виброклассификаторе.

Двойная механическая гущеловушка (рис. 11.1) состоит из двух отсеков: первый (рис. 11.1, а) служит для предварительного, а второй (рис. 11.1, б) — для окончательного отстаивания масла.

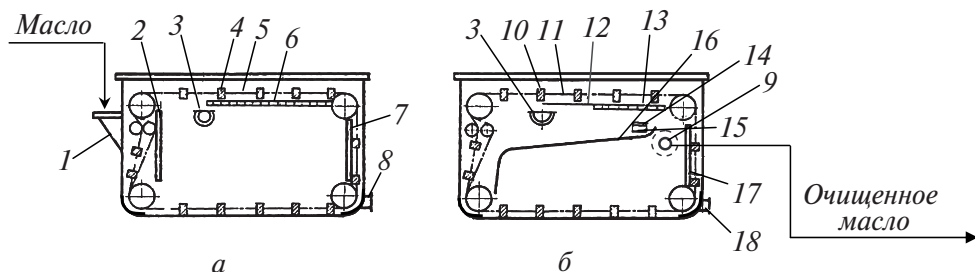


Рис. 11.1. Двойная механическая гущеловушка:

а — первый отсек; *б* — второй отсек;

1 — карман; 2 — перегородка; 3 — шнек для вывода масляного шлама;
4, 10 — скребки; 5, 11 — цепи; 6, 13 — сетчатые поверхности; 7, 17 — перегородки;
8, 18 — патрубки для слива масла из отсеков гущеловушки; 9 — патрубок для отвода
очищенного масла; 12 — стальной лист; 14 — козырек; 15 — шель; 16 — лоток

Масло, содержащее нежировые примеси, поступает в первый отсек гущеловушки через карман 1. Перегородка 2 направляет его в нижнюю часть гущеловушки, благодаря чему не происходит смешивания отстоявшейся части масла с вновь поступающим, что обеспечивает создание условий для более полного его отстаивания.

Нежировые примеси оседают на дно ловушки, откуда скребками 4, прикрепленными к движущейся непрерывной цепи 5, подаются на сетчатую поверхность 6. Здесь они освобождаются от части масла и сбрасываются полуобезжиренными в шнек 3. Перегородка 7 в первом отсеке служит для поддержания осадка на скребках при его вертикальном перемещении. Масло через шель 15 поступает во второй отсек. Козырек 14 предохраняет сливаемое масло от смешивания с более мутным, которое отделяется на сетчатой поверхности 13.

Масло по лотку 16 направляется в нижнюю часть второго отсека. Отстоявшиеся примеси удаляются со дна гущеловушки скребками 10, прикрепленными к движущейся цепи 11, и направляются на сетчатую поверхность 13, а затем на гладкий стальной лист 12, с которого сбрасываются в шнек 3.

Перегородка 17 служит для поддержания осадка на скребках. Очищенное масло выводится из аппарата через патрубок 9. Патрубки 8 и 18 служат для слива масла из гущеловушки.

Показатели работы гущеловушки приведены ниже:

Производительность гущеловушки по маслу, т/ч	8–10
Температура отстаивания, °С	85–90
Рабочая вместимость отсеков (каждого), м ³	2
Время пребывания масла в аппарате, мин	15–20

Массовая доля нежировых примесей в масле, %:

до очистки	до 10,0
после очистки	0,3–0,5

Виброклассификатор (рис. 11.2) имеет принцип работы, аналогичный принципу работы механической гущеловушки. Масло, содержащее нежировые примеси, поступает в виброклассификатор через патрубок 1. Примеси под действием гравитационных сил оседают на дно, откуда скребками 9, прикрепленными к движущейся цепи 2, подаются на сетчатую поверхность 3. Здесь они освобождаются от части масла, после чего попадают на гладкий лист 4, с которого сбрасываются в шнек 5, выводящий их из аппарата. Частично очищенное масло поступает в выходную часть классификатора, в которой установлена сетка 7, вибрирующая в направлении, перпендикулярном действию гравитационных сил.

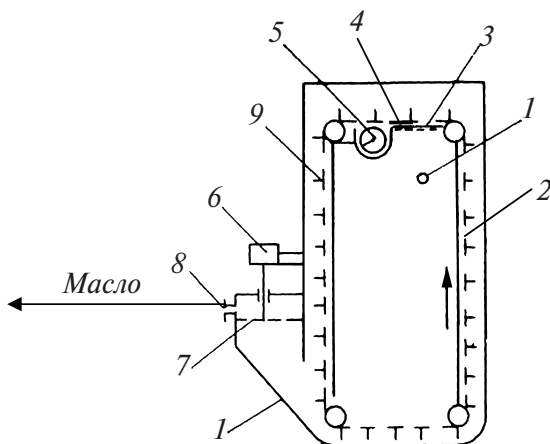


Рис. 11.2. Виброклассификатор:

1 — патрубок для подачи масла в аппарат; 2 — цепь; 3 — сетчатая поверхность; 4 — гладкий лист; 5 — шнек масличного шлама; 6 — вибратор; 7 — сетка; 8 — патрубок для отвода очищенного масла; 9 — скребки

Вибрация создается с помощью электромеханического вибратора 6. При этом под сеткой происходит агрегирование нежировых примесей с образованием «уплотненного» слоя частиц, который выполняет роль «фильтрующей перегородки» и задерживает проход через сетку более мелких частиц. По мере накопления слоя осадка и его утяжеления, он опускается вниз и увлекается скребками. Очищенное масло выводится из аппарата через патрубок 8.

Виброклассификатор имеет ряд преимуществ по сравнению с гущеловушкой:

- в масле, выходящем из виброклассификатора, намного меньше мелких нежировых примесей за счет их агрегирования под сеткой. Это облегчает работу фильтров, удлиняет время службы фильтровальной ткани, улучшает качество фильтрованного масла;
- недостатком двойной механической гущеловушки является то, что в ней не происходит одновременной замены масла во всем объеме (за счет сложных конвективных потоков), что приводит к образованию «застойных» зон и ухудшению качества масла в аппарате. В виброклассификаторе таких «застойных» зон нет. Время пребывания масла в аппарате в 2,5–4,0 раза меньше, чем в гущеловушке, что уменьшает время контактирования масла с примесями и предотвращает его порчу;
- шум, вызываемый вибрирующей системой, не превышает шума работающего оборудования, так как вибрирующая сетка работает в слое масляной суспензии.

Показатели работы виброклассификатора приведены ниже:

Производительность виброклассификатора по маслу, т/ч	12–13
Рабочая емкость, м ³	1,4
Амплитуда колебаний сетки, мм	0,3–0,4
Частота колебаний в мин	2800
Массовая доля нежировых примесей в масле, %:	
до очистки	до 10,0
после очистки	0,3–0,5

Осаждение нежировых примесей, содержащихся в масле, в центробежном поле. Этот способ предназначен для удаления из масел мелких взвешенных частиц. Основными аппаратами, работающими по этому способу и нашедшими применение в технике разделения суспензий, являются центрифуги, называемые также сепараторами. Использование центрифуг обусловлено стремлением повысить скорость разделения неоднородных систем по сравнению со скоростью разделения их в отстойниках.

Важной характеристикой центрифуг является фактор разделения K_p .

$$K_p = r \cdot n^2 / 900, \quad (11.01)$$

где r — радиус вращения ротора, мм; n — частота вращения ротора, об/мин.

Разделяющее действие центрифуги возрастает пропорционально увеличению фактора разделения. По значению фактора разделения K_p центрифуги условно делятся на две группы: нормальные центрифуги (сепараторы) ($K_p < 3500$) и сверхцентрифуги ($K_p > 3500$). Нормальные центрифуги (сепараторы) применяются в основном для разделения грубодисперсных суспензий на стадиях первичной очистки растительных масел. Сверхцентрифуги используются для разделения эмульсий и тонкодисперсных суспензий.

В схемах первичной очистки растительных масел ранее использовались **горизонтальные отстойные центрифуги непрерывного действия НОГШ-325**. В настоящее время для очистки масел они используются очень редко. Основным узлом центрифуги является ротор 4 (рис. 11.3), имеющий форму усеченного конуса, расположенный горизонтально в корпусе 3. Вращение ротора осуществляется от электродвигателя.

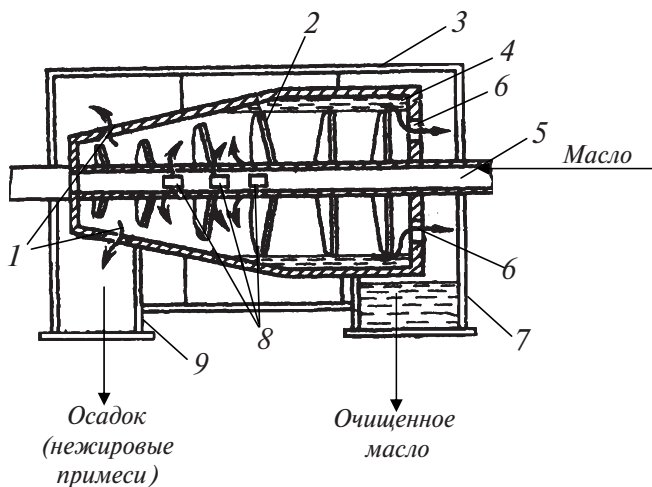


Рис. 11.3. Центрифуга НОГШ-325:

1 — выгрузочные окна ротора; 2 — шнек; 3 — корпус; 4 — ротор; 5 — питающая труба; 6 — сливные окна для масла; 7, 9 — отсеки, соответственно, для масла и масляного шлама; 8 — окна

Внутри ротора соосно расположен шнек 2, который предназначен для транспортирования осадка к выгрузочным окнам 1.

Вращение шнеку передается от ротора через специальный редуктор, который обеспечивает вращение шнека в одну сторону с ротором с отставанием около 1 % от частоты вращения ротора.

Наличие указанной разницы в угловой скорости шнека и ротора создает условия принудительного перемещения осадка вдоль внутренней поверхности барабана ротора.

Масло на очистку подается по питающей трубе 5 и затем через окна 8 поступает во внутреннюю полость ротора. Под действием центробежной силы нежировые примеси, содержащиеся в масле, осаждаются на стенках ротора, откуда шнеком 2 транспортируются в его узкую часть. Через окна 1 примеси попадают в отсек 9 и выводятся из центрифуги.

Очищенное масло перемещается в направлении широкой части ротора и через сливные окна 6 поступает в отсек 7, а из него выводится из центрифуги.

Недостатком центрифуг является высокий расход электроэнергии на перемещение осадка, заметное его измельчение и наличие контакта масла с воздухом.

Показатели работы центрифуги НОГШ-325 приведены ниже:

Производительность центрифуги по маслу, т/ч	2
Температура процесса, °С	75–80
Массовая доля нежировых примесей в масле после центрифугирования, %, не более	0,2

Для очистки масел от механических примесей также используются **жидкостные сепараторы**. Схема работы барабана сепаратора приведена на рисунке 11.4.

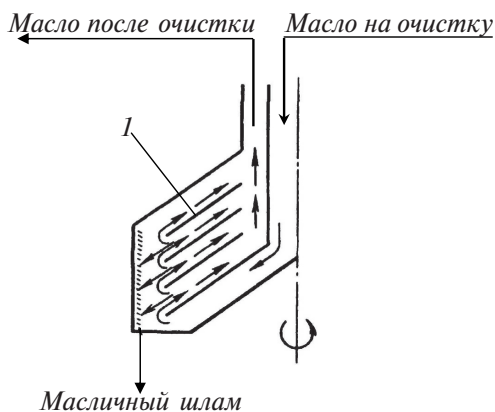


Рис. 11.4. Схема работы барабана сепаратора

Барабан представляет собой вертикальный конический ротор, на котором набрано определенное количество тарелок 1. Масло (суспензия) поступает в барабан сепаратора, где под действием центробежной силы происходит ее разделение. Нежировые примеси, обладающие большей плотностью по сравнению с жидкой фазой, отбрасываются к стенкам сепаратора и сползают вниз. Масличный шлам может либо накапливаться в барабане и периодически выгружаться, либо выводиться непрерывно.

Жидкая фаза (масло) движется вдоль тарелок к центру барабана и выводится из верхней части аппарата.

В сепараторах тарелки имеют по окружности несколько отверстий, совпадающих при сборке. Это позволяет равномерно распределять суспензию по всем межтарелочным пространствам и обеспечивает более эффективную работу тарелок.

Для первичной очистки масел в масложировой отрасли использовались сепараторы А1-МСИ и А1-МСП. В настоящее время они используются очень редко.

Фильтрование масел. Фильтрование является широко используемым способом удаления из масел тонкодисперсных нежировых примесей. Сущность его заключается в пропускании масла через достаточно тонкую пористую перегородку. Масло проходит через поры фильтрующего материала, а нежировые примеси, размер которых больше размеров пор, задерживаются на его поверхности, образуя осадок. Этот осадок оказывает большое влияние на процесс фильтрования, так как, накапливаясь, он становится дополнительной фильтрующей перегородкой. В зависимости от качества фильтрующей перегородки и режима фильтрования можно достигнуть различной степени очистки масла. Осадок, образующийся при фильтровании масла (углеводы, фосфолипиды, белки, слизи и т. д.), принадлежит к числу сжимаемых. Поэтому фильтрование масла приходится прерывать при накоплении на фильтре сравнительно небольшого слоя осадка.

В качестве фильтрующей перегородки используются различные виды фильтроткани: бельтинг, миткаль, ткани из синтетического волокна (лавсан, капрон) или мелкая сетка.

Для увеличения периода работы фильтра и обеспечения удаления из масла тонкодисперсных нежировых примесей в него иногда добавляют различные дренажные материалы, например природные глины, увеличивающие площадь поверхности фильтрования и образующие несжимаемые осадки. Использование дренажных материалов имеет тот недостаток, что они увеличивают потери масла в производстве. Для извлечения масла из отработанного материала необходимо предусматривать специальную обработку. Иногда эти отработанные материалы без всякой обработки направляют на корм птицам.

Фильтрование можно проводить при постоянном давлении или при постоянной скорости. Фильтрование растительных масел ведут при постоянной скорости, но переменном давлении. Давление зависит от количества нежировых примесей в масле, его температуры, типа фильтрующей перегородки. При значительном количестве примесей, снижении температуры фильтрования, увеличении плотности фильтрующей перегородки давление при фильтровании повышается.

Максимально допустимое давление при фильтровании зависит от типа используемого фильтра и колеблется от 0,12 до 0,6 МПа.

В промышленности для фильтрования масла используют фильтры с вертикальным и горизонтальным расположением фильтрующих элементов, с ручной и механической выгрузкой осадка. Наиболее широко применяются фильтры ФГДС, Амафилтр, Ниагара. На многих заводах все еще эксплуатируются рамные фильтр-прессы.

Горизонтальный дисковый самоочищающийся фильтр ФГДС (рис. 11.5) представляет собой цилиндрический аппарат с коническим днищем.

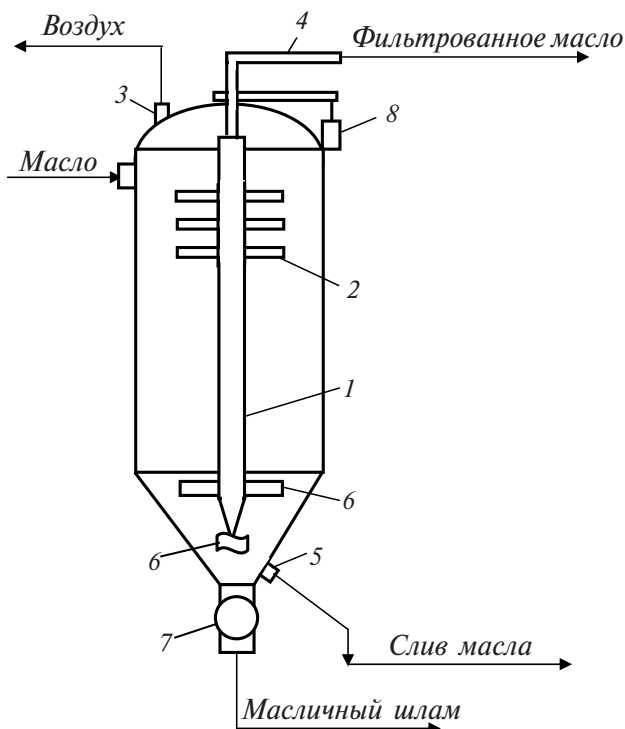


Рис. 11.5. Горизонтальный дисковый самоочищающийся фильтр ФГДС:

- 1 — полый вал; 2 — диски; 3 — патрубок для выхода воздуха; 4 — патрубок для отвода фильтрованного масла; 5 — патрубок для слива масла; 6 — ножи-мешалки; 7 — шлюзовой затвор; 8 — электродвигатель

Внутри него проходит полый вал 1, на котором укреплены 37 дисков 2. Диски выполнены из проволоки толщиной 6—8 мм, из которой сделаны клетки 20×20 мм. Диски с двух сторон обтянуты тканью.

Масло поступает внутрь корпуса, заполняя пространство между дисками. Воздух вытесняется через патрубок 3. Пройдя фильтрующую поверхность дисков, масло через отверстия в полом валу поступает

внутри него и через патрубок 4 выводится из фильтра. При повышении давления до 0,12 МПа прекращают подачу масла, сливают оставшееся масло через патрубок 5 в специальную емкость и включают электродвигатель. Под действием центробежной силы осадок сбрасывается с дисков на стенки корпуса и сползает в нижнюю конусную часть. Его удаление из аппарата производится с помощью двух ножей-мешалок 6 через шлюзовой затвор 7.

Показатели работы ФГДС приведены ниже:

Поверхность фильтрования, м ²	50
Производительность 1 м ² фильтрующей поверхности, кг/ч	40–60
Температура процесса фильтрования, °С, не менее	75
Массовая доля нежировых примесей в масле после фильтрования, %, не более	0,05

Фирмой «Амафильтр» (Голландия) изготавливаются различные **фильтры** для фильтрования растительных масел: вертикальные и горизонтальные.

Вертикальный напорный пластинчатый фильтр «Ниагара» (рис. 11.6, а) представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого расположены фильтрующие элементы (пластины) 1.

Фильтрующий элемент (рис. 11.6, б) является основной частью фильтра. Каждый элемент имеет патрубок для отвода фильтрата, который соединен с горизонтальным сборным коллектором 2. Фильтрующий элемент состоит из трубчатой рамы 3, заполненной несколькими слоями сеток из нержавеющей стали.

Внутренняя крупноячеистая сетка обеспечивает жесткость рамы и одновременно поддерживает внешние полотна фильтрующей металлической сетки.

Эта конструкция обеспечивает образование равномерного слоя осадка по всей поверхности элементов при малом гидравлическом сопротивлении даже при высокой скорости фильтрования.

Элементы оборудованы специальными держателями 4, которыми они крепятся к вибрирующему стержню 5. Минимальное расстояние между вибрирующими элементами 70 мм.

В фильтрах Ниагара используются два основных типа фильтрующих элементов:

- тип А — фильтрующий элемент, изготовленный полностью из нержавеющей стали (без использования фильтровальной ткани);
- тип С — фильтрующий элемент, изготовленный из нержавеющей стали, с использованием фильтровальной ткани (хлопок, нейлон, пропилен и др.).

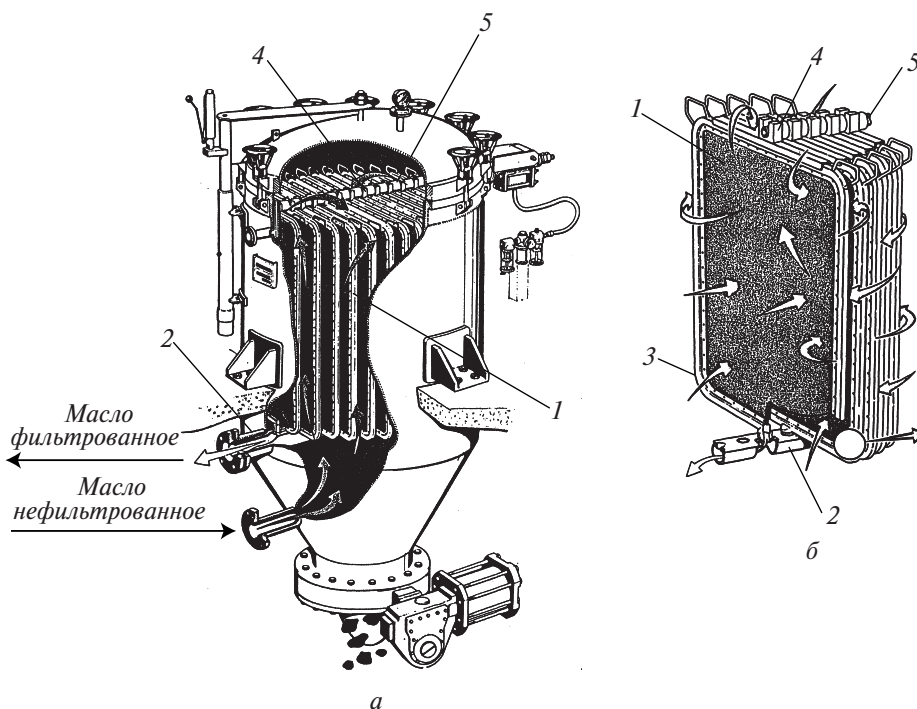


Рис. 11.6. Вертикальный напорный пластинчатый фильтр «Ниагара»:

- а* — общий вид фильтра «Ниагара»; *б* — фильтрующий элемент;
 1 — фильтрующие элементы; 2 — сборный коллектор для масла; 3 — рама;
 4 — держатели; 5 — вибрирующий стержень

Работа фильтра протекает следующим образом. Нефильтрованное масло из бака 13 насосом 4 (**рис. 11.7**) подается в фильтр через патрубок 5. Постепенно заполняя его объем, оно вытесняет содержащийся в фильтре воздух, который выводится из аппарата через патрубок 10, кран 17 и фонарь 16. Как только в фонаре 16 появляется масло, кран 17 перекрывают, и начинается процесс фильтрования. Масло проходит через слой сеток или ткани и сеток, на которых задерживаются содержащиеся в нем нежировые примеси. Освобожденное от примесей, масло входит внутрь фильтрующего элемента 1, из него — в коллектор масла 2. Первые порции масла, выходящие из аппарата, мутные и они с помощью кранов 6 и 7 направляются в бак 13 для нефильтрованного масла. По мере накопления слоя осадка на сетке (ткани), являющегося дополнительной фильтрующей поверхностью, повышается степень чистоты масла. Как только из фильтра начинает выходить чистое масло, что фиксируется с помощью фонаря 15, производят переключение кранов 6 и 7 и его направляют в бак фильтрованного масла.

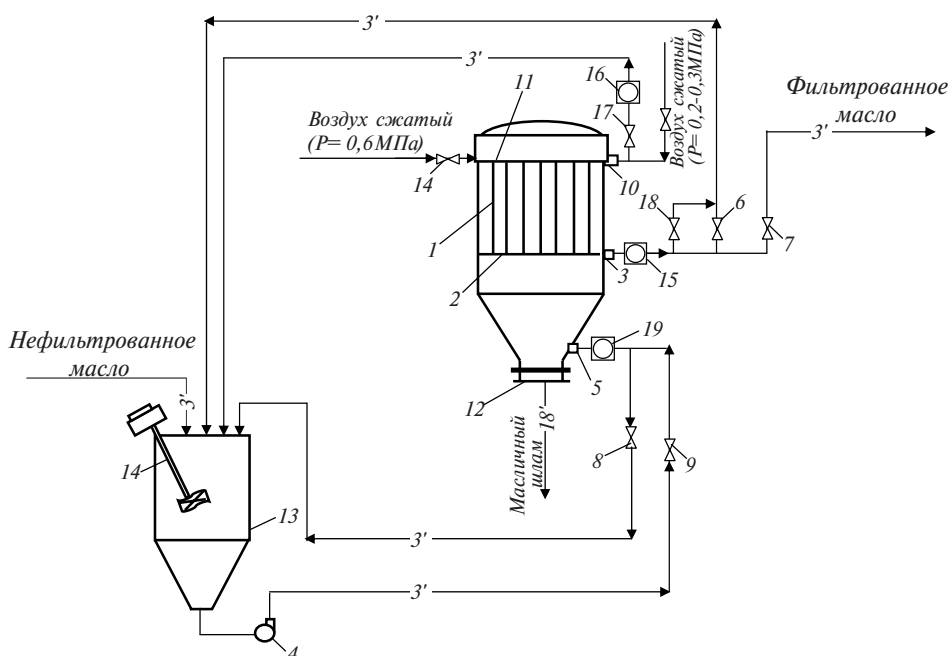


Рис. 11.7. Технологическая схема фильтрации масла с использованием вертикального пластинчатого фильтра Ниагара:

- 1 — фильтрующие элементы; 2 — коллектор масла; 3 — патрубок для выхода масла;
 4 — насос; 5 — патрубок для входа масла; 6, 7, 8, 9, 17, 18 — краны; 10 — патрубок для
 выхода масла; 11 — пневматический вибратор; 12 — люк для выгрузки осадка;
 13 — бак нефильтрованного масла; 14 — мешалка; 15, 16, 19 — фонари;
 3' — масло; 18' — масляный шлам

Нормальное рабочее давление в фильтре поддерживается на уровне 0,6 МПа. При превышении этого давления фильтр включают на очистку. Масло из фильтра сливают в бак нефильтрованного масла через патрубок 5 и производят продувку осадка сжатым воздухом $P = 0,2-0,3$ МПа. Отжатое воздухом масло собирается в нижней части аппарата и через патрубок 5 и кран 8 сливается в бак нефильтрованного масла 13. Часть масла, унесенная воздухом из фильтрующих элементов, по другой линии отводится в бак через патрубок 3, фонарь 15 и кран 18.

Сброс обезжиренного осадка с поверхности фильтрующих элементов производится с помощью пневматического вибратора 11. Осадок, собирающийся в нижней части аппарата, выводится в шнек через люк 12.

Фирмой «Амафилтр» выпускаются фильтры различной производительности, зависящей от размера аппарата и количества в нем установленных фильтрующих элементов (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Техническая характеристика вертикальных пластинчатых фильтров Ниагара

Модель	Площадь фильтро- вания, м ²	Число плит	Расстояние между плитами, мм	Габаритные размеры, $L \times B \times H$, мм
18V-25 S-30	2,0	5	70	1350 × 1100 × 2210
24V-53 S-36	5,0	7	70	1650 × 1400 × 2580
30V-95 S-36	8,0	9	70	2100 × 1550 × 2710
34V-110 S-36	10,0	9	70	2300 × 1650 × 2770
36V-140 S-36	12,5	11	70	2400 × 1700 × 2870
42V-160MS-32	15,0	9	70	2700 × 1900 × 3280
42V-195MS-32	17,5	11	70	
42V-230MS-32	20,0	13	70	
48V-270MS-38	23,5	11	70	3000 × 2150 × 3540
48V-310MS-38	27,0	13	70	
48V-335MS-38	30,0	15	70	
54V-330MS-353	30,5	11	70	3300 × 2350 × 3910
54V-375MS-353	35,0	13	70	
54V-415MS-353	38,5	15	70	
54V-485MS-363	45,0	15	70	3300 × 2350 × 4135
59V-395MS-359	36,6	11	75	3500 × 2600 × 3900
59V-450MS-359	41,9	13	75	
59V-500MS-359	46,3	15	75	
59V-535MS-359	50,0	17	75	3500 × 2600 × 4200
59V-645MS-371	60,0	17	75	
69V-750-359	70,0	2 · 16	75	4000 × 3000 × 4000
79V-880-359	82,0	2 · 19	75	4000 × 3380 × 4250

Фильтры вертикальные напорные пластинчатые саморазгружающиеся (ВНП) (рис. 11.8), выпускаемые компанией «Тан» (Украина, Чернигов), по конструкции аналогичны фильтрам Ниагара.

Фильтрующие элементы (плиты) этих фильтров (рис. 11.8, б) состоят из пяти слоев металлической сетки 1.

Внутренний слой с самой крупной сеткой размером $5 \times 5 \text{ мм}^2$, внешний с самой мелкой — $0,2 \times 0,2 \text{ мм}^2$. Фильтровальная ткань в них не используется.

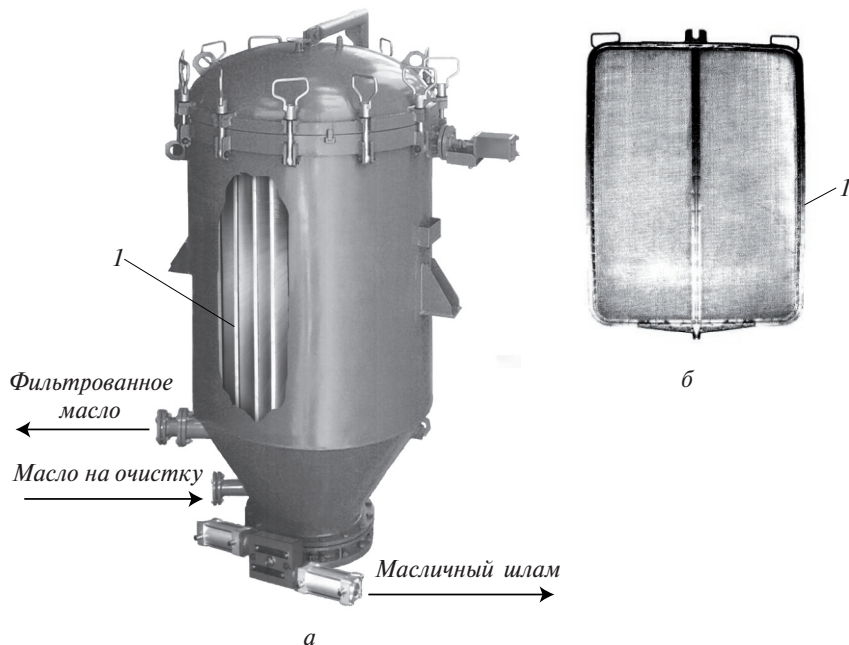


Рис. 11.8. Фильтры вертикальные напорные пластинчатые саморазгружающиеся (ВНП) компании «Тан»:

а) общий вид фильтра; б) фильтровальный элемент

Заполнение фильтра 2 маслом производится также снизу из бака 1 с помощью насоса 3 (рис. 11.9).

Содержащийся в фильтре воздух выходит через переливной патрубок 6. Как только в патрубке появляется масло, что фиксируется фонарем 11, его перекрывают, и начинается процесс фильтрования.

Первые порции масла (в течение 15–20 мин фильтрования) мутные, они отводятся в бак нефилтрованного масла 1 через патрубок 8.

Чистое масло направляют в другой бак. Процесс ведется до достижения давления в фильтре 0,25–0,30 МПа. При превышении этого давления фильтр включают на очистку.

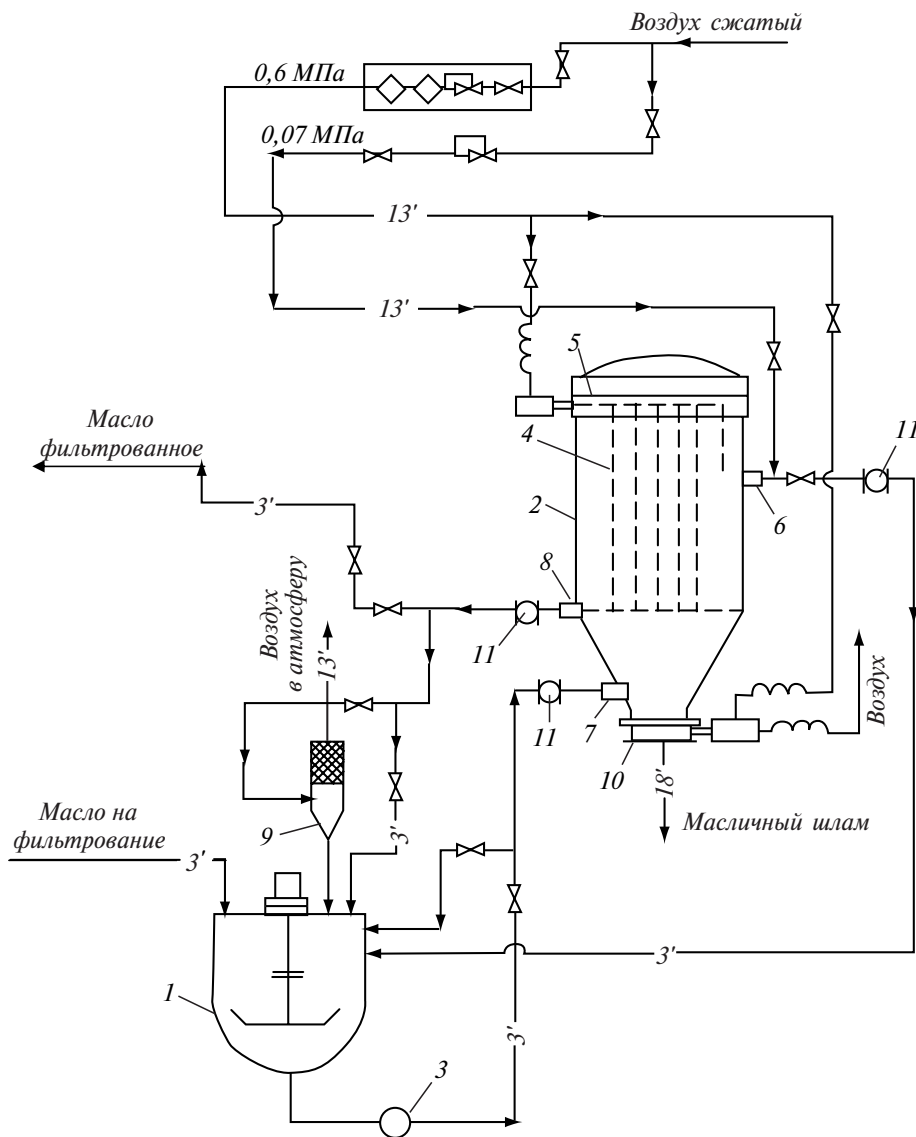


Рис. 11.9. Технологическая схема фильтрования масла с использованием фильтров ВНП компании «Тан»:

1 — бак для масла; 2 — фильтры ВНП; 3 — насос для масла; 4 — фильтрующие элементы (плиты); 5 — стержень; 6, 7, 8 — патрубки; 9 — ловушка; 10 — люк для выгрузки масличного шлама; 11 — фонари;
3' — масло; 13' — воздух; 18' — масличный шлам

Масло из аппарата сливают через патрубок 7 в емкость 1 для нефиль-
трованного масла, а осадок продувают сжатым воздухом $P = 0,07$ МПа.

Выделившееся масло собирается в нижней части аппарата и затем че-
рез патрубок 7 отводится в бак 1. Воздух с частицами унесенного масла
через патрубок 8 направляется в ловушку 9, где происходит их разделе-
ние. Воздух выбрасывается в атмосферу, а масло поступает в бак 1.

Сброс осадка с плит осуществляется с помощью пневматического
вибратора, приводящего в движение стержень 5, на котором закрепле-
ны плиты 4 и, соответственно, сами плиты. Из нижней части аппарата
осадок выводится через люк 10.

Компанией «Тан» выпускаются вертикальные пластинчатые филь-
тры ВНП с поверхностью фильтрования от 4,9 до 46,9 м² производи-
тельностью от 3 до 200 т/сут масла (**табл. 11.2**).

Таблица 11.2

Техническая характеристика фильтров ВНП компании «Тан»

№ п/п	Марка фильтра	Площадь фильтрования, м ²	Габаритные размеры $L \times B \times H$, мм
1	ВНП-3	3,0	1300 × 1045 × 1690
2	ВНП-6	5,8	1300 × 1045 × 2206
3	ВНП-10	8,4	1450 × 1121 × 2235
4	ВНП-15	13,1	1650 × 1310 × 2395
5	ВНП-20	15,6	1750 × 1410 × 2495
6	ВНП-24	19,0	1850 × 1510 × 2595
7	ВНП-30	26,7	1850 × 1539 × 2975
8	ВНП-45	44,9	2108 × 1812 × 3612
9	ВНП-60	59,6	2287 × 2016 × 3938

Горизонтальный листовой фильтр Ниагара фирмы «Амафильтр»
(рис. 11.10) имеет цилиндрический корпус, внутри которого размеще-
ны вертикальные листовые фильтрующие элементы 1, по конструк-
ции аналогичные фильтрующим элементам вертикального фильтра.
Эти фильтры характеризуются большей поверхностью фильтрования
в сравнительно небольших корпусах за счет малого расстояния между
плитами (65 мм) и относительно малых объемах мертвых зон.

Корпус фильтра с одной стороны закрыт откидным люком 2, гер-
метичность которого обеспечивают откидные затворы. Фильтрую-
щие элементы смонтированы на раме-тележке 3, покоящейся на рам-

ках. Эта конструкция позволяет легко открыть люк и выкатить раму с фильтрующими элементами. Небольшие фильтры модели 36Н открывают вручную, а большие модели 48Н имеют гидравлический привод для открывания и закрывания люка. Гидропривод приводится в действие либо ручным насосом, либо электронасосом.

Горизонтальные фильтры не имеют движущихся частей, что снижает эксплуатационные расходы.

Площадь поверхности фильтрования одного элемента фильтров модели 36Н — $0,683 \text{ м}^2$, фильтров модели 48Н — $1,368 \text{ м}^2$.

Нефильтрованное масло поступает внутрь корпуса по патрубку 4, проходит через фильтрующие элементы и собирается в коллекторе 5, откуда выводится через аппарат.

Очистка фильтрующих элементов осуществляется с помощью вибратора (как и в вертикальных фильтрах). Осадок сбрасывается в нижнюю часть фильтра и выводится из него с помощью шнека.

Фирмой «Амафильтр» выпускаются горизонтальные фильтры с большим диапазоном производительности, с числом фильтрующих элементов от 15 до 48 и, соответственно, площадью фильтрования от $10,2$ до $65,6 \text{ м}^2$ (табл. 11.3).

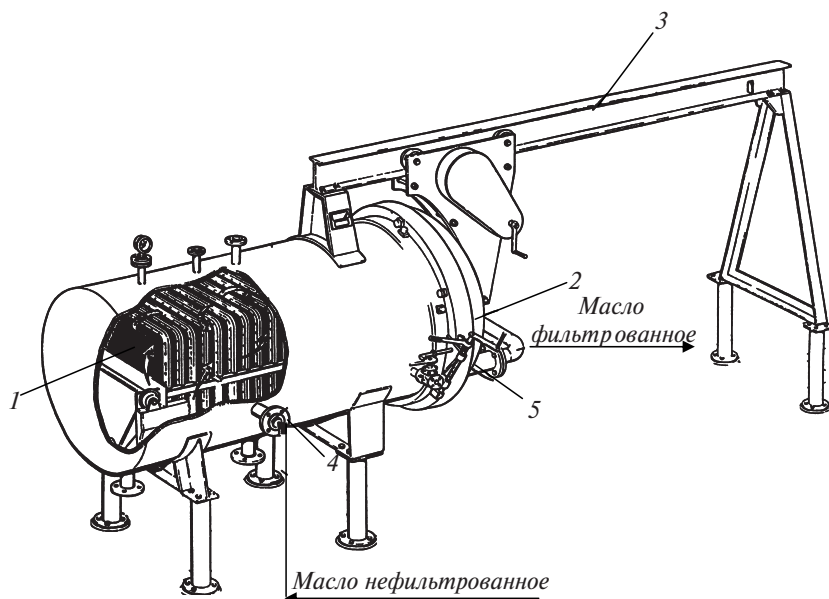


Рис. 11.10. Горизонтальный листовой фильтр Ниагара фирмы «Амафильтр»:

1 — фильтрующие элементы; 2 — откидной люк; 3 — рама-тележка; 4 — патрубок для входа масла в фильтр; 5 — коллектор отфильтрованного масла

Таблица 11.3

Техническая характеристика горизонтальных листовых фильтров Ниагара

Модель	Площадь фильтрования, м ²	Число фильтрующих элементов, шт.	Габаритные размеры <i>B × L</i> , мм
36Н-110S-3	10,2	15	1650 × 3730
36Н-140S-3	13,0	19	1650 × 4330
36Н-170S-3	15,7	23	1650 × 4930
36Н-190S-3	17,8	26	1650 × 5410
36Н-220S-3	20,5	30	1650 × 6010
36Н-240S-3	22,5	33	1650 × 6430
36Н-270S-3	25,3	37	1650 × 7030

Фильтры горизонтальные напорные, пластинчатые саморазгружающиеся (ГНП), аналогичные по конструкции фильтрам Ниагара, выпускает компания «Тан» (рис. 11.11).

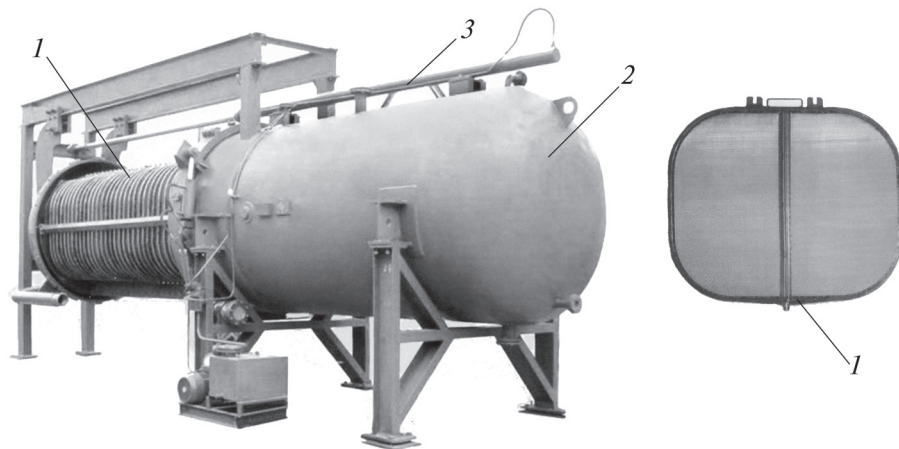


Рис. 11.11. Горизонтальный напорный, пластинчатый саморазгружающийся фильтр компании «Тан» (ГНП):

1 — фильтрующие элементы; 2 — откидной люк; 3 — рама-тележка

Поверхность фильтрования фильтров ГНП варьирует в пределах от 50 до 125 м², соответственно, производительность от 30 до 480 т/сут масла (табл. 11.4).

Таблица 11.4

Техническая характеристика горизонтальных пластинчатых фильтров
компании «Тан»

№ п/п	Марка фильтра	Площадь фильтрования, м²	Габаритные размеры, <i>L × B × H</i> , мм
1	ГНП-50	50	6200 × 2600 × 3275
2	ГНП-60	60	7100 × 2600 × 3275
3	ГНП-70	70	7800 × 2600 × 3275
4	ГНП-80	80	8800 × 2600 × 3275
5	ГНП-100	100	8930 × 2800 × 3475
6	ГНП-125	125	10900 × 2800 × 3475
7	ГНП-150	150	10500 × 3100 × 3800

Фильтр-пресс для очистки масла используются на многих масло-экстракционных заводах, особенно малой производительности.

На **рисунке 11.12** приведен фильтр-пресс рамный закрытого типа с гидравлическим зажимом. Он состоит из 29 плит и 30 рам, чередующихся друг с другом.

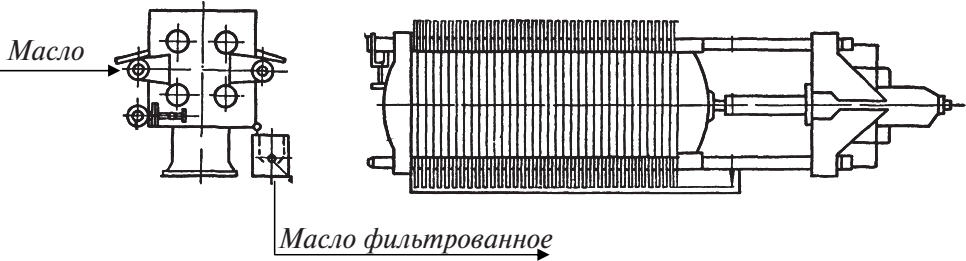


Рис. 11.12. Фильтр-пресс рамный закрытого типа
с гидравлическим зажимом

Каждая пара смежных плит 1 и рам 2 (**рис. 11.13, в**) образуют самостоятельную фильтрующую ячейку. Все рамы обертываются фильтровальной тканью. Плиты и рамы имеют боковые приливы 3 с отверстиями 9 (**рис. 11.13, а, б**), точно совпадающими при сборке и образующими канал, по которому масло подается в фильтр-пресс. Плиты и рамы подвешиваются с помощью лап 8 на двух горизонтальных балках. Плита в нижней части имеет кран 4 для слива масла, рама имеет отверстие 5, по которому масло поступает внутрь рамы.

Масло поступает в фильтр-пресс через сквозной канал 7 внутри рам 2 через отверстия 5 и заполняет их. Под давлением масло фильтруется

через ткань *б*, попадает на плиту *1* и по ее рифленой поверхности стекает вниз. Через отверстие *4* масло сливается в сборный желоб.

В начальный период, когда на ткани еще не образовался фильтрующий слой осадка, масло вытекает мутным, его собирают отдельно и возвращают на повторное фильтрование.

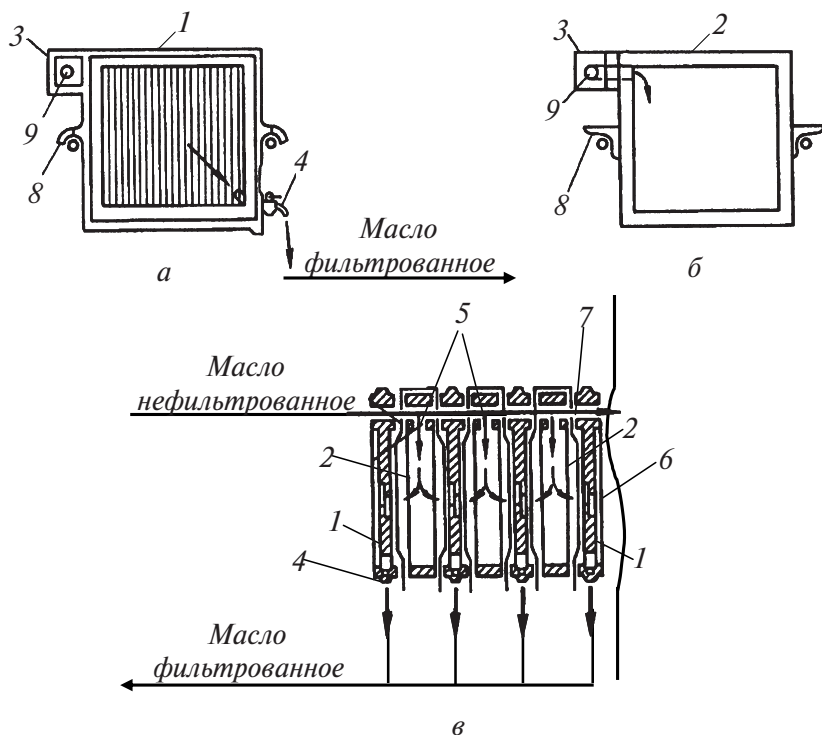


Рис. 11.13. Элементы фильтр-пресса:

1 — плиты; *2* — пустотелые рамы; *3* — боковые приливы на рамах и плитах; *4* — краны для слива масла; *5* — отверстие в раме для входа масла; *6* — фильтроткань; *7* — канал для масла, входящего в фильтр; *8* — лапы; *9* — отверстия в приливах рам и плит

Давление при нормальной работе фильтр-пресса не должно превышать 0,15–0,25 МПа. Когда давление фильтрования значительно возрастает, а скорость существенно снижается, процесс прекращают, осадок частично обезжиривают и с помощью скребков счищают с фильтроткани.

После очистки фильтрующих элементов фильтр вновь включают в работу.

Недостатком фильтр-прессов является низкая производительность и использование тяжелого ручного труда.

Показатели работы фильтр-пресса приведены ниже:

Площадь поверхности фильтрования, м ²	40
Производительность 1 м ² фильтрующей поверхности, кг/ч	60–65
при первом фильтровании (температура 60 °С)	60–65
при втором фильтровании (температура 30 °С)	25–30
Рабочее давление фильтрования, МПа, не более	0,3

11.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В схемах первичной очистки растительных масел применяются различные комбинации аппаратов, позволяющие удалять как грубо-, так и тонкодисперсные нежировые примеси. Для очистки прессовых масел могут быть использованы двух- и трехступенчатые схемы.

Двухступенчатая схема предусматривает отстаивание масла в виброклассификаторе или механической гущеловушке с последующим фильтрованием на фильтрах ФГДС, Ниагара, ВНП, фильтр-прессах.

Трехступенчатая схема включает также отстаивание масла в виброклассификаторе или механической гущеловушке с последующим центрифугированием на центрифуге НОГШ-325 и затем сепарированием на сепараторах.

Почти повсеместно в масложировой отрасли страны используется двухступенчатая схема первичной очистки масел. Для обеспечения непрерывности процесса в схему включают два и более фильтров.

На рисунке 11.14 приведена технологическая схема первичной очистки масел с использованием двойной механической гущеловушки и фильтров ФГДС.

Масло, отжатое на прессах, поступает в бак 1 с мешалкой 14 (для предотвращения осаждения нежировых примесей), откуда насосом 5 подается в механическую гущеловушку 2 для предварительного отделения крупных нежировых примесей. Частично очищенное масло самотеком сливается в промежуточный бак 3. Масличный шлам из гущеловушки поступает в шнек 4. Из бака 3 масло насосом 6 подается на фильтры ФГДС 8 через коллектор 7.

Первые порции отфильтрованного масла мутные, они направляются в бак 11, откуда насосом 10 вновь направляются на фильтрование с общим потоком масла. Как только из фильтров начинает выходить светлое масло, краны 15 и 16 переключают, и масло поступает в бак 12. Из бака насосом 13 оно откачивается на охлаждение и взвешивание.

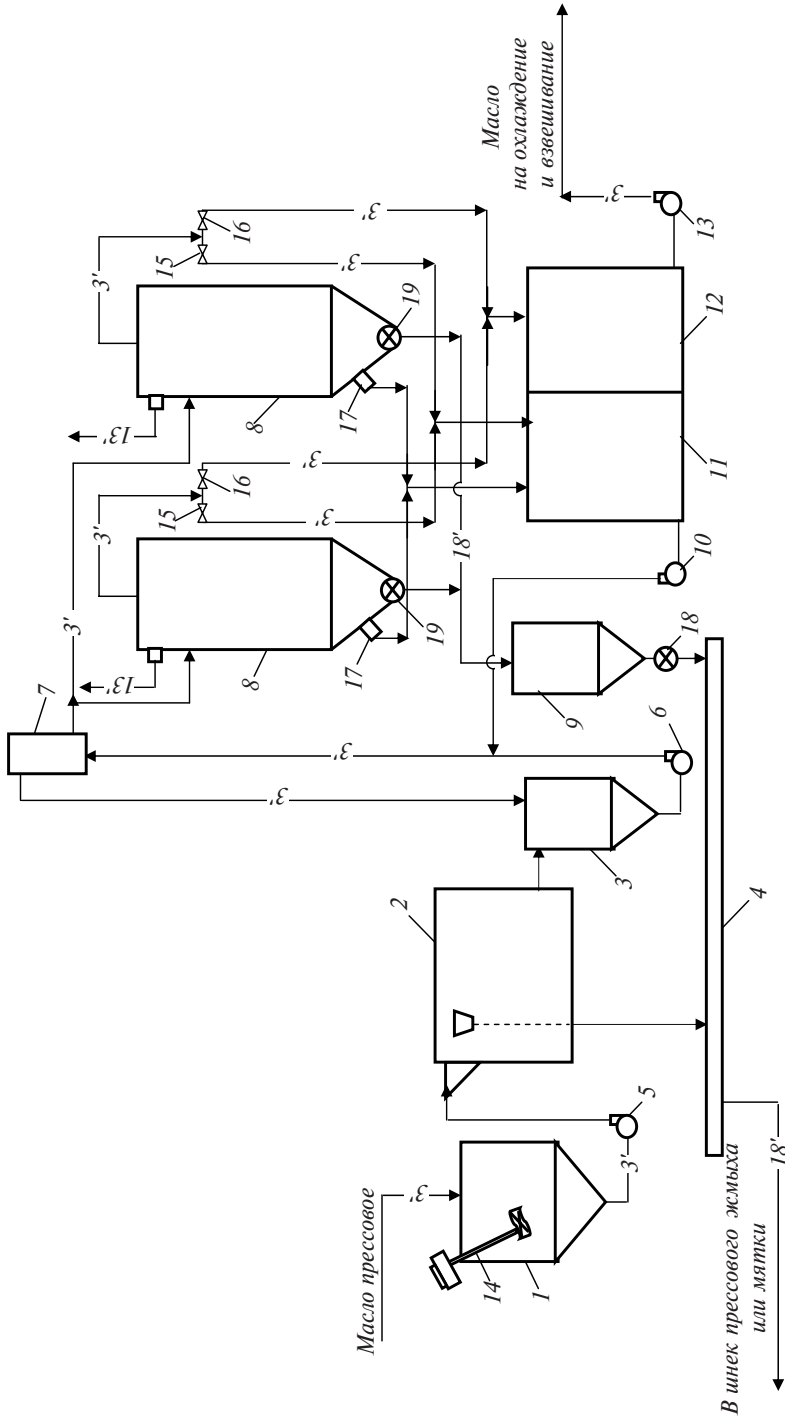


Рис. 11.14. Технологическая схема первичной очистки масел с использованием гущеловушки и фильтров ФГДС:

1, 3, 9, 11, 12 — баки для масла; 2 — механическая гущеловушка; 4 — шнек для масляного шлама;
5, 6, 10, 13 — насосы для масла; 7 — коллектор; 8 — фильтры ФГДС; 14 — мешалка; 15, 16 — краны;
17 — патрубки для слива масла из фильтров ФГДС; 18, 19 — шлюзовые затворы;
3' — масло; 13' — воздух; 18' — масляный шлам

По мере накопления слоя осадка на фильтрующей ткани возрастает давление фильтрования.

При значительном росте давления идет переполнение коллектора 7, и часть масла сбрасывается в бак 3.

В связи с этим при достижении давления 0,12 МПа прекращают подачу масла в фильтр, сливают оставшееся в нем масло через патрубки 17 в бак 11 и проводят очистку фильтра.

Включают электродвигатель, под действием центробежной силы маслянный шлам с дисков сбрасывается к стенкам корпуса и сползает в его коническую часть, откуда через шлюзовой затвор 19 выводится в бак 9. Из бака 9 через шлюзовой затвор 18 он сбрасывается в шнек 4, которым подается в шнек жмыха или мятки.

По аналогичной схеме происходит очистка масел с использованием фильтр-прессов.

В схемах первичной очистки масел как с использованием фильтров ФГДС, так и фильтр-прессов на первой ступени для удаления крупнодисперсных нежировых примесей вместо гущеловушки может быть использован виброклассификатор.

На рисунке 11.15 приведена схема первичной очистки масел с использованием виброклассификатора и вертикальных пластинчатых фильтров Ниагара или ВВП.

Масло после прессов поступает в бак 1 с мешалкой 2. Отсюда насосом 6 оно подается в виброклассификатор 3 для отделения наиболее крупных и тяжелых нежировых примесей. Частично очищенное масло самотеком сливается в промежуточный бак 4, а из него в бак 5 с мешалкой.

Маслянный шлам поступает в шнек 11. В виброклассификаторе предусмотрены линии отвода масла в бак 1 в случае его переполнения, а также для полного слива масла из аппарата.

Из бака 5 масло насосом 7 через смотровые фонари 12 подается на вертикальные пластинчатые фильтры 8.

Первые порции отфильтрованного масла мутные. Путем переключения кранов 15, 16, 19 они направляются в бак 5. Как только из фильтра начинает выходить чистое масло, что фиксируется с помощью фонаря 20, производят переключение кранов 15, 16, 19 и его направляют в бак фильтрованного масла 9. Отсюда насосом 10 оно подается на охлаждение и взвешивание.

По мере накопления слоя осадка на фильтрующих элементах возрастает давление фильтрования и при достижении давления 0,25–0,30 МПа фильтр включают на очистку.

Масло из фильтра сливают в бак 5 через смотровой фонарь 12 и кран 13 и производят продувку осадка воздухом $P = 0,2-0,3$ МПа. Отжатое воздухом масло собирается в нижней части фильтра и через фонарь 12 и кран 13 также поступает в бак 5. Часть масла, унесенная воздухом из фильтрующих элементов, по другой линии через смотровой фонарь 20 и кран 15 направляется в тот же бак 5.

Сброс осадка с фильтрующих элементов производится сжатым воздухом $P = 0,6$ МПа, который приводит в действие вибратор.

Осадок собирается в нижней части аппарата, откуда поступает в шнек 11, которым подается в шнек мятки или шнек прессового жмыха, направляемого на экстракцию.

В этой схеме на первой ступени очистки для удаления крупных нежировых примесей может быть использована вместо виброклассификатора механическая гущеловушка.

На рисунке 11.16 приведена трехступенчатая схема очистки масла с использованием гущеловушки, центрифуг и сепараторов.

Масло, отжатое на прессах, собирается в баке 1 с мешалкой 13, откуда насосом 2 подается в механическую гущеловушку 3 для отделения крупных нежировых примесей. Частично очищенное, оно поступает в промежуточную емкость 4. Из емкости насосом 5 масло подается для дальнейшей очистки на центрифуги НОГШ-325 6. После центрифуг масло поступает в бак 7, из которого насосом 8 подается на третью ступень очистки — в сепараторы 9. В сепараторах происходит отделение тонкодисперсных нежировых примесей. Очищенное масло собирается в баке 10, из которого насосом 11 откачивается на охлаждение и взвешивание.

Масличный шлам из гущеловушки, центрифуг и сепараторов собирается в шнеке 12, которым подается в шнек мятки или жмыха.

В зависимости от производительности линии рассчитывается количество используемых центрифуг и сепараторов. На первой ступени для отделения крупнодисперсных нежировых примесей вместо механической гущеловушки может быть использован виброклассификатор.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ III

1. Какие требования предъявляются к «идеальному» растворителю для экстракции масел из масличного материала?
2. Дайте характеристику экстракционных бензинов, укажите их преимущества и недостатки как растворителей для экстракции масел из масличного материала.
3. Какие требования предъявляются к качеству экстракционных бензинов?
4. Какое назначение имеют водоосадители в экстракционном цехе? Принцип их работы.
5. Поясните механизм экстракции масла из масличного материала.
6. Дайте понятие молекулярной и конвективной диффузии.
7. Какие факторы влияют на полноту и скорость экстракции масла из масличного материала?
8. Укажите преимущества гранул по сравнению с другими структурами масличного материала (лепесток, крупка), подаваемыми на экстракцию.
9. Объясните технологическую схему работы одной из пресс-грануляционных установок.
10. Какие основные операции проходит прессовый жмых при его подготовке к экстракции?
11. Назовите основные способы экстракции растительных масел, укажите их преимущества и недостатки.
12. Обоснуйте целесообразность переработки семян сои способом «прямой» экстракции.
13. Охарактеризуйте особенности технологической схемы работы экстрактора НД-1250 и приведите показатели его работы.
14. Охарактеризуйте особенности технологической схемы работы экстрактора Европа Краун и приведите показатели его работы.
15. Охарактеризуйте особенности технологической схемы работы экстрактора LM и приведите показатели его работы.
16. Какое назначение имеет процесс очистки мисцеллы от нежировых примесей?
17. Назовите способы очистки мисцеллы от нежировых примесей и укажите, какой из них наиболее широко используется в современных экстракционных линиях.
18. Назовите факторы, влияющие на полноту отгонки растворителя из мисцеллы.

19. Какие способы дистилляции реализуются в дистилляционных установках различных экстракционных линий?
20. Назовите температуру масла, выходящего из окончательного дистиллятора различных дистилляционных установок.
21. Каковы основные задачи обработки шрота, выходящего из экстрактора?
22. Какие факторы влияют на скорость и полноту отгонки растворителя из шрота?
23. Какие способы отгонки растворителя из шрота реализуются в современных экстракционных линиях?
24. В чем преимущества тостеров по сравнению с другими аппаратами для отгонки растворителя из шрота?
25. При каких режимах осуществляется процесс отгонки растворителя из шрота в тостерах?
26. Назовите основные показатели шрота на выходе из тостеров различных экстракционных линий.
27. Какое назначение процессов очистки паров растворителя и воды, выходящих из испарителей для шрота?
28. Каково назначение процесса регенерации растворителя в экстракционном производстве? Укажите основные методы регенерации.
29. Какие типы конденсаторов используются в современных экстракционных линиях? Назовите их преимущества и недостатки.
30. Какой способ рекуперации растворителя из газовой смеси наиболее широко используется в современных экстракционных линиях?
31. Какие требования предъявляются к минеральному маслу, используемому для сорбции растворителя из газовой смеси?
32. Какие аппараты используются для разделения жидкой смеси растворителя и воды?
33. Какая основная цель операции обработки в выпаривателях отработанных вод, выходящих из экстракционного цеха?
34. Назовите источники потерь растворителя в экстракционном цехе.
35. Каково назначение процесса первичной очистки растительных масел?
36. Какие способы очистки нерафинированных растительных масел от нежировых примесей используются в масложировой отрасли?
37. Укажите преимущества виброклассификатора по сравнению с механической гущеловушкой.

38. Какие виды фильтров для первичной очистки растительных масел эксплуатируются на предприятиях масложировой отрасли? Назовите показатели их работы.
39. Поясните механизм процесса фильтрования масла на фильтрах.
40. Дайте описание одной из технологических схем первичной очистки растительных масел.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Требования ГОСТ 22391–89 к качеству семян подсолнечника

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Базисные нормы	
Массовая доля влаги, %	7,0
Массовая доля сорной примеси, %	1,0
Массовая доля масличной примеси, %	3,0
Зараженность вредителями	Не допускается
Ограничительные нормы для заготавливаемых семян	
Массовая доля влаги, %, не более, по зонам возделывания культуры	
Южной	15,0
Центральной	17,0
Восточной	19,0
Массовая доля влаги, %, не менее, для всех зон	6,0
Массовая доля сорной примеси, %, не более	10,0
В том числе семян клещевины	Не допускаются
Массовая доля масличной примеси, %, не более	7,0
Кислотное число масла, мг КОН/г, не более	3,5
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом

Приложение 2

Требования ГОСТ 17109–88 к качеству семян сои

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Базисные нормы	
Массовая доля влаги, %	12,0
Массовая доля сорной примеси, %	2,0
Массовая доля масличной примеси, %	6,0
Зараженность вредителями	Не допускается
Ограничительные нормы для заготавливаемых семян	
Массовая доля влаги, %, не более	18,0
Массовая доля сорной и масличной (суммарно) примеси, %, не более	15,0
В том числе:	
сорной примеси	5,0
сорной примеси (дурнишник)	3,0
масличной примеси (морозобойные семена сои)	10,0
Семена клещевины	Не допускаются
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени

Приложение 3

Требования ГОСТ 10583–76 к качеству семян рапса

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Базисные нормы	
Массовая доля влаги, %	7,0
Массовая доля сорной примеси, %	2,0
Массовая доля масличной примеси, %	6,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается
Ограничительные нормы	
Массовая доля влаги, %	
не более	15,0
не менее	6,0
Массовая доля сорной и масличной (суммарно) примеси, %, не более	15,0
В том числе сорной примеси	5,0
Семена клещевины	Не допускаются
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом

Приложение 4

**Требования ГОСТ Р 52465–2005 к качеству нерафинированного
подсолнечного масла**

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для масел		
	Высший сорт	Первый сорт	Для промышленной переработки
Органолептические показатели:			
Прозрачность	Допускается легкое помутнение или «сетка»	Допускается осадок и легкое помутнение или «сетка» над осадком	Не нормируется
Запах и вкус	Свойственные подсолнечному маслу без посторонних запаха и привкуса		
Физико-химические показатели:			
Цветное число, мг йода, не более	15	25	35
Кислотное число, мг КОН/г, не более	1,50	4,00	6,00
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	0,05	0,10	0,20
Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %, не более:			
в пересчете на стеароолеолецитин	0,20	0,60	0,80
в пересчете на P ₂ O ₅	0,018	0,053	0,070
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,15	0,20	0,30
Температура вспышки экстракционного масла, °С, не ниже	Не нормируется		225
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	7,0	10,0	10,0
Анизидиновое число	Не нормируется		

Приложение 5

**Требования ТУ 10 РСФСР 305–88 к качеству нерафинированного
соевого масла**

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для масел	
	Первый сорт	Второй сорт
Органолептические показатели:		
Запах и вкус	Свойственные соевому маслу без посторонних запаха и привкуса	Без постороннего запаха
Физико-химические показатели:		
Цветное число, мг йода, не более	70	Не нормируется
Кислотное число, мг КОН/г, не более	2,0	4,0
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	0,1	0,2
Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %, не более:		
в пересчете на стеароолеолецитин	6,0	6,0
в пересчете на P_2O_5	0,54	0,54
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,3	0,3
Йодное число, г йода/на 100 г	120–140	120–140
Массовая доля неомыляемых веществ, %, не более	1,0	1,0
Температура вспышки экстракционного масла, °С, не ниже	225	225

Приложение 6

Требования ГОСТ 8988–2002 к качеству нерафинированного рапсового масла

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для масел	
	Марка Р	Марка Т
Органолептические показатели:		
Прозрачность	Допускается легкое помутнение	
Запах и вкус	Запах, свойственный рапсовому маслу, без посторонних запахов. Вкус не определяется	
Цвет	Желтый, допускается зеленоватый оттенок	
Физико-химические показатели:		
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	10	Не нормируется
Цветное число, мг йода, не более	85	95
Кислотное число, мг КОН/г, не более	4,0	6,0
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	0,15	0,20
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,25	0,25
Массовая доля эруковой кислоты в масле, % к сумме жирных кислот, не более	5	Не нормируется
Температура вспышки экстракционного масла, °С, не ниже	230	230

Приложение 7

Требования ГОСТ 80–96 к качеству подсолнечного жмыха

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Внешний вид	Ракушка или дробленый
Цвет	От серого различных оттенков до коричневого различных оттенков
Запах	Свойственный подсолнечному жмыху без посторонних запахов
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	38,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	20,0
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	8,5
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,0
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются
Массовая доля металлопримесей, %: частиц размером до 2 мм включительно, не более частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	0,01 Не допускаются
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	Не допускается
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	1,04

Приложение 8

Требования ГОСТ 8057–95 к качеству соевого пищевого жмыха

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Цвет	От желтого до светло-бурого. Наличие частиц более темного цвета не является браковочным фактором
Запах	Свойственный жмыху без специфического бобового и других посторонних запахов
Вкус	Свойственный жмыху, без специфического бобового привкуса
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого жира в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	8
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	44
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое обезжиренное вещество, %, не более	5,5
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	6–8
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	0,6
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются
Массовая доля металлопримесей, мг/кг: частиц размером до 2 мм включительно, не более частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	7,0 Не допускается
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	Не допускается
Проход через сито с отверстиями диаметром 15 мм, %, не менее	100

Приложение 9

Требования ГОСТ 27149–95 к качеству соевого кормового жмыха

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Внешний вид	Ракушка или дробленый
Цвет	От желтого до светло-бурого. Наличие частиц более темного цвета не является браковочным фактором
Запах	Свойственный соевому жмыху без посторонних запахов (затхлости, плесени, горелости)
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	42,5
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	7,0
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	7,0–10,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,5
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются
Массовая доля металлопримесей, %,: частиц размером до 2 мм включительно, не более	0,01
частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	Не допускаются
Проход через сито с отверстиями диаметром 1 мм, %, не более	7,0
Активность уреазы (изменение pH за 30 мин)	0,1–0,3
Зараженность вредителями	Не допускается
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	1,26

Приложение 10

Требования ГОСТ 11048–95 к качеству рапсового жмыха

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Цвет	От серого до светло-коричневого
Запах	Свойственный рапсовому жмыху, без посторонних запахов
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	37,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	16,0
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	6–9
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,5
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются
Массовая доля металлопримесей, %:	
частиц размером до 2 мм не более	0,01
частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	Не допускаются
Массовая доля изотиоцианатов в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, %, не более	0,8
Зараженность вредителями	Не допускается
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	1,15

Приложение 11

Требования ГОСТ 11246–96 к качеству подсолнечного шрота

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для подсолнечного шрота	
	обыкновенного	тостированного
Органолептические показатели:		
Цвет	Серый, различных оттенков	Серый с коричневым оттенком
Запах	Свойственный подсолнечному шроту без посторонних запахов (затхлости, плесени, горелости и др.)	Свойственный подсолнечному тостированному шроту без посторонних запахов (затхлости, плесени, горелости др.)
Физико-химические показатели:		
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, % не менее	39,0	39,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	23	23
Массовая доля растворимых протеинов в шроте к общему содержанию протеина, %	—	$68,0 \pm 3$
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	7–10	9–11
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,0	1,0
Массовая доля металлопримесей, %:		
частиц размером до 2 мм включительно, не более	0,01	0,01
частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	Не допускаются	
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются	
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	Не допускается	
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	0,968	0,968

Приложение 12

Требования ГОСТ 12220–96 к качеству соевого шрота

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Цвет	От светло-желтого до светло-коричневого
Запах	Свойственный соевому шроту без посторонних запахов
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	45,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	7,0
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	8,5–10,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,5
Активность уреазы (изменение pH за 30 мин)	0,1–0,2
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	Не допускаются
Массовая доля металлопримесей, %:	
частиц размером до 2 мм, не более	0,01
частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	Не допускаются
Массовая доля остаточного количества растворителя, %, не более	0,1
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	Не допускается
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	1,18

Приложение 13

Требования ГОСТ 30257–95 к качеству рапсового шрота

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Органолептические показатели:	
Цвет	От светло-коричневого с зеленоватым оттенком до темно-коричневого
Запах	Свойственный рапсовому шроту без посторонних запахов (плесени, горелости, затхлости)
Физико-химические показатели:	
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	37
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	16
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	8–12
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,5
Массовая доля металлопримесей, %:	
частиц размером до 2 мм, не более	0,01
частиц размером более 2 мм и частиц с острыми режущими краями	Не допускаются
Массовая доля изотиоцианатов в пересчете на абсолютно сухое обезжиренное вещество, %, не более	0,8
Массовая доля остаточного количества растворителя, %, не более	0,1
Зараженность вредителями	Не допускается
Общая энергетическая питательность в пересчете на абсолютно сухое вещество, к.е., не менее	1,06

Приложение 14

**Требования СанПиН 2.3.2.1078–01 к показателям безопасности
масличных семян**

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	1,0
мышьяк	0,3
кадмий	0,1
ртуть	0,05
Микотоксины:	
афлатоксин В ₁	0,005
Пестициды:	
гексахлорциклогексан (α , β , γ -изомеры)	0,2 (для сои) 0,4 (для рапса) 0,5 (для подсолнечника)
ДДТ и его метаболиты	0,05 (для сои) 0,1 (для рапса) 0,15 (для подсолнечника)
Радионуклиды:	
цезий-137	70 Бк/кг
стронций-90	90 Бк/кг

Приложение 15

Требования СанПиН 2.3.2.1078–01 к показателям безопасности растительных масел

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Показатели окислительной порчи:	
кислотное число	4,0 мг КОН/г
перекисное число	10,0 ммоль активного кислорода/ кг
Токсичные элементы:	
свинец	0,1
мышьяк	0,1
кадмий	0,05
ртуть	0,03
Микотоксины:	
афлатоксин В ₁	0,005
Пестициды:	
гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,2
ДДТ и его метаболиты	0,2
Радионуклиды:	
цезий-137	60 Бк/кг
стронций-90	80 Бк/кг

Приложение 16

Требования ГОСТ 80–96 к показателям безопасности подсолнечного жмыха

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
ртуть	0,02
Микотоксины:	
дезоксиниваленол	1,0
Т-2 токсин	0,1
зеараленон	1,0
Нитраты	450
Нитриты	10

Приложение 17

**Требования ГОСТ 8057–95 к показателям безопасности
соевого пищевого жмыха**

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,05
кадмий	0,1
мышьяк	0,2
ртуть	0,02
медь	10,0
цинк	50,0
Микотоксины:	
зеараленон	1,0
Т-2 токсин	0,1
афлатоксин В ₁	0,005
дезоксииниваленол	0,5

Приложение 18

**Требования ГОСТ 27149–95 к показателям безопасности
соевого кормового жмыха**

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
ртуть	0,02
Микотоксины:	
зеараленон	Не допускается
Т-2 токсин	0,1
афлатоксин В ₁	0,005
Нитраты	450
Нитриты	10

Приложение 19

Требования ГОСТ 11048–95 к показателям безопасности рапсового жмыха

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
ртуть	0,02
Микотоксины:	
афлатоксин В ₁	0,005

Приложение 20

Требования ГОСТ 11246–96 к показателям безопасности подсолнечного шрота

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более в шроте	
	обыкновенном	тостированном
Токсичные элементы:		
свинец	0,5	0,5
кадмий	0,1	0,1
ртуть	0,02	0,02
Микотоксины:		
зеараленон	1,0	1,0
Т-2 токсин	0,1	0,1
дезоксиниваленол	1,0	1,0
Нитраты	450	450
Нитриты	10	10

Приложение 21

Требования ГОСТ 12220–96 к показателям безопасности соевого шрота

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
ртуть	0,02
Микотоксины:	
зеараленон	1,0
Т-2 токсин	0,1
афлатоксин В ₁	0,025
Нитраты	450
Нитриты	10

Приложение 22

Требования ГОСТ 30257–95 к показателям безопасности рапсового шрота

Наименование показателя	Допустимый уровень, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
ртуть	0,02
Микотоксины:	
афлатоксин В ₁	0,005
Нитраты	450
Нитриты	10

ЛИТЕРАТУРА

Белобородов В. В. Основные процессы производства растительных масел. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 478 с.

Биохимия / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов, Т. Н. Прудникова и др. / Под ред. В. Г. Щербакова — 3-е изд., испр. и доп. — СПб: ГИОРД, 2005. — 472 с.

Вертикальный шнековый противоточный экстрактор / В. В. Деревенко, Е. П. Кошевой, В. И. Краснобородько — 1990.

Гавриленко И. В. Оборудование для производства растительных масел. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 312 с.

Голдовский А. М. Теоретические основы производства растительных масел. — М.: Пищепромиздат, 1958. — 446 с.

Кошевой Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. — СПб.: ГИОРД, 2001. — 368 с.

Масликов В. А. Технологическое оборудование производства растительных масел. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 439 с.

Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. — Л.: ВНИИЖ, т. 1, кн. 1, 1975. — 725 с.; т. 1, кн. 2, 1974. — 591 с.; т. 6, кн. 2, 1989. — 255 с.

Свидетельство на полезную модель РФ № 13488. Аэросепаратор для контроля перевея, лузги или ядровой фракции / В. В. Деревенко — 2000. — Бюл. № 11.

Свидетельство на полезную модель РФ № 18711. Двухчервячный пресс-экструдер для отжима масла из масличного материала / В. В. Деревенко — 2001. — Бюл. № 19.

Свидетельство на полезную модель РФ № 25006. Центробежная рушка для обрушивания масличных семян / В. В. Деревенко, С. Д. Запороженко, А. Ю. Дворников — 2002. — Бюл. № 25.

Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника / В. Г. Лобанов, А. Ю. Шаззо, В. Г. Щербаков — М.: Колос, 2002. — 592 с.

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.

Федеральный закон РФ от 24 июня 2008 г. № 90 — ФЗ «Технический регламент на масложировую продукцию».

<http://www.rg.ru/2008/06/28/maslo-standart-doc.html>

Щербаков В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология жиров» / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов. — 5-е изд. перераб. и доп. — М.: КолосС, 2003. — 360 с.

Сведения об авторах

Мхитарьянц Любовь Алексеевна — профессор кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета, кандидат технических наук, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Корнена Елена Павловна — заведующая кафедрой технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета, доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Кубани, заслуженный деятель науки Адыгеи

Мартовщук Евгения Владимировна — профессор кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета, кандидат технических наук, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Мустафаев Сергей Кязимович — профессор кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета, доктор технических наук

КНИГИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА

ГИОРД

Эти и другие книги
по пищевой
промышленности
вы можете заказать
по адресу:

192148,
Санкт-Петербург,
а/я 8,
ООО «Издательство
“ГИОРД”»

Тел./факс:
(812) 449-92-20
e-mail:
books@giord.com

Internet:
www.giord.info

- ✦ Биохимия животных: Уч. пос. для вузов. / В. В. Рогожин — 2009
- ✦ Ветеринарно-санитарная экспертиза молока и молочных продуктов: Учеб. для вузов. / А. В. Смирнов. — 2009
- ✦ Использование дрожжей в промышленности / С. В. Борисова и др. — 2009
- ✦ Качество молока / В. Я. Лях и др. — 2008
- ✦ Лабораторный практикум по органической, биологической и физколлоидной химии / А. Л. Новокшанова — 2009
- ✦ Лабораторный практикум по технологии производства цельномолочных продуктов и масла / Э. П. Шалапугина, В. Я. Матвиевский — 2008
- ✦ Лабораторный практикум по технологии молоч. консервов и сыра / Э. П. Шалапугина и др. — 2008
- ✦ Микробиология: Учеб. для вузов. / Е. В. Никитина, С. Н. Киямова, О. А. Решетник — 2009
- ✦ Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий / Ф. Я. Рудик и др. — 2008
- ✦ Практикум по биохимии молока и молочных продуктов / В. В. Рогожин, Т. В. Рогожина — 2008
- ✦ Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе / А. В. Смирнов — 2009
- ✦ Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Теоретические основы консервирования / В. Е. Куцакова и др. — 2008
- ✦ Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Теплофизические основы / А. В. Бараненко и др. — 2008
- ✦ Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л. В. Антипова и др. — 2009
- ✦ Технология и оборудование птицеперерабатывающего производства / Л. В. Антипова и др. — 2008
- ✦ Технология карамели / Г. О. Магомедов и др. — 2008
- ✦ Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов и др. — 2009
- ✦ Технология производства хлебобулочных изделий / З. Н. Пашук, Т. К. Апет, И. И. Апет — 2009
- ✦ Технология цельномолочных продуктов: Учеб. для вузов. / Л. В. Калинина и др. — 2008
- ✦ Технология, экология и оценка качества копченых продуктов / О. Я. Мезенова, И. Н. Ким — 2009
- ✦ Физико-механические свойства сырья и готовой продукции / В. А. Арет и др. — 2008
- ✦ Холодильная технология пищевых продуктов. Ч.1. Теплофизические основы / А. В. Бараненко и др. — 2008
- ✦ Холодильная технология пищевых продуктов. Ч.2. Технологические основы / В. Е. Куцакова и др. — 2008
- ✦ Элеваторы, склады, зерносушилки / Н. В. Юдаев — 2008
- ✦ Энциклопедический словарь-справочник. Молочная терминология. / К. К. Горбатова — 2008

Учебное издание

**Технология отрасли
(Производство растительных масел)**

Подписано в печать 03.08.09. Формат 70×100 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 22.

Тираж 1000. Заказ №

ООО «Издательство “ГИОРД”»,

192148, Санкт-Петербург, а/я 8. Тел. (812) 449-92-20.

Отпечатано в ООО «ИПК "БИОНТ"»

199026, г. Санкт-Петербург, Средний пр. ВО, д. 86.

Тел. (812) 322-68-43.