

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

Г.М. Харченко

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

Учебное пособие

Новосибирск 2011

Кафедра механизации животноводства и переработки
сельскохозяйственной продукции

УДК 664
ББК36.81-5я722

Составитель: д-р техн. наук *Г.М. Харченко*

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. *В.И. Земское*,
канд. техн. наук, доц. *В.Г. Ермохин*

Технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Г.М. Харченко. – Новосибирск, 2011. — 180 с.

Рассмотрены технологическое оборудование и технологии для переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающие реализацию производственного цикла растительных масел из технических культур. Приведены технологические расчеты, технические характеристики и справочные данные по основным видам оборудования.

Учебное пособие предназначено для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений для бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, а также может быть использовано учащимися средних профессиональных учебных заведений.

Утверждено и рекомендовано к изданию методическим советом Инженерного института (протокол № 14 от 25 января 2011 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2011
© Инженерный институт, 2011

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране в последнее время дефицит белка ощущается особенно остро в связи со значительным ухудшением питания населения, сокращением в его рационе продуктов животноводства.

Основными источниками белка являются продукты агропромышленного комплекса, в частности масложирового. Масложировой комплекс включает в себя выращивание масличных культур, производство масла, переработку растительного масла в различные виды продукции: маргарины, майонезы, мыло и др. Комплекс включает несколько тысяч сельхозпредприятий и фермерских хозяйств, более сотни торговых домов. В последние годы динамично развивается производство как семян масличных культур, так и растительных масел. Важными масличными культурами являются подсолнечник и соя.

Растительное масло – это не только энергетический источник питания человека, но также поставщик незаменимых жирных кислот, микроэлементов, витаминов. Поэтому дефицит масла в пищевом рационе россиянина – одна из причин его низкой продолжительности жизни.

Приоритетным направлением развития масложирового комплекса России является увеличение производства растительного масла и улучшение его органолептических и физико-химических показателей.

В настоящее время большое внимание уделяется состоянию и приоритетным направлениям развития масложирового комплекса страны, вопросам приоритетных научных исследований, роли жировых продуктов в обеспечении здорового питания человека, особенностям производства и рынка, новым технологиям и оборудованию масложирового комплекса в России и за рубежом. Ценными в биологическом отношении продуктами питания являются рас-

тительные масла. Задача полного использования местных ресурсов приобретает для Сибири особое значение, так как климатические условия Сибири определяют повышенную потребность в биологически активных веществах, которыми богаты растительные масла. Все это требует поиска прогрессивных, экономически целесообразных и малоэнергоёмких способов получения и очистки растительных масел.

Предприятия перерабатывающей промышленности РФ значительно отстают по техническому уровню от зарубежных. Свыше 50% трудоёмких операций выполняются вручную. Выход масла из сырья у нас на 20...30% ниже, чем в развитых странах. В связи с этим отечественные производители не могут пока на равных конкурировать с зарубежными компаниями. Одновременно с этим производители стремятся максимально сократить расходы на производство своей продукции. Для увеличения выпуска растительных масел большое значение имеет поиск новых технологических схем производства и очистки, которым принадлежит ведущая роль в формировании качества готового продукта.

Применение современной техники и технологии в перерабатывающей промышленности требует хорошо подготовленных специалистов. Данное учебное пособие поможет студентам высших учебных заведений освоить технологию, конструкцию и эксплуатацию технологического оборудования, применяемого на отечественных и зарубежных предприятиях.

Для лучшего усвоения материала рассматриваются вопросы технологии, затем машинно-аппаратное оформление различных схем и установок, устройство соответствующего технологического оборудования.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

1.1. Характеристика основных масличных культур (подсолнечника и сои)

Подсолнечник – самая распространенная масличная культура в мире. Естественным антиоксидантом, находящимся в масле, является α -токоферол.

Основными производителями важнейшей для страны масличной культуры, подсолнечника, остаются Краснодарский край и Ростовская область.

В Россию подсолнечник привезли из Голландии в XVIII в. При раскопках древних городищ на территории Подмосковья, датируемых VII-V вв. до н. э., находили семечки подсолнуха, а на стенках сосудов, где держали продуктовые запасы, сохранились остатки масла, очень похожего по своему составу на подсолнечное. Семена подсолнечника содержат большое количество масла, в состав которого входят глицериды пальмитиновой, стеариновой, арахидоновой, лигноцериновой, олеиновой и линолевой кислот, до 19,1% белка, 26,5 – углеводов, около 2 – фитина и 1,5% дубильных веществ.

Производство семян подсолнечника в России в 1995 г. составило 3,4 млн т, в 2000 г. – 3,0, в 2001 г. – 2,0, в 2002 г. – 2,6, в 2003 г. – 3,2, в 2004 г. – 3,0, в 2005 г. – 3,8 млн т.

Соя не менее ценная белково-масличная культура. Соя известна человеку давно, примерно за 7 тыс. лет до н. э. Родина культурной сои – Восточная Азия (Китай, Япония). Применению сои в различных целях посвящено множество работ отечественных и зарубежных ученых. Многие страны смогли за 10...15 лет полностью удовлетворить свою потребность в белке и жирах за счет активного освоения этой

культуры. Сою успешно выращивают США (50% мировых запасов), Китай (25%), страны Южной Америки (17%), получая качественного зерна более 20 ц/га. За последние 15...20 лет резкое увеличение производства зерна сои отмечено в Канаде, Италии, Югославии, широкое распространение эта культура находит в странах с умеренным климатом – Германии, Дании, Швеции, Англии. По данным ученых, в настоящее время используется на кормовые цели 85...90% общего производства семян сои, на пищевые – 8...10, на технические – 2...5.

Большой интерес к производству сои вызван тем, что ни одна другая культура за вегетационный период не дает такого высокого выхода белка и масла с единицы площади. Соя, являясь одновременно продовольственной, технической и кормовой культурой, не имеет себе равных по универсальности применения. В зерне сои содержится до 52% высокоценного по аминокислотному составу белка, до 32% углеводов и до 27% жиров. Белок сои по химическому составу близок к животному, а по перевариваемости – к козьему молоку. В России основные посевы сои сосредоточены на Дальнем Востоке, а также ее возделывают в Алтайском крае, Поволжье, Ставропольском и Краснодарском краях. Из четырех подвидов культуры сои – маньчжурской, китайской, японской, индийской – наибольшее применение нашла маньчжурская. На Амурскую область приходится основной удельный вес производства сои, где собирают 50...60% российского и до 70% дальневосточного урожая. В России производство сои в 1995 г. составило 290 тыс. т, в 1996 г. – 282, в 1997 г. – 280, в 1998 г. – 297, в 1999 г. – 334, в 2000 г. – 342, в 2001 г. – 350, в 2002 г. – 382, в 2003 г. – 440 тыс. т.

Соевые бобы используют не только в пищевой промышленности, но и в химической – для производства красок, пластмасс, тканей, глицерина; в резиновой промышленности – для производства каучука; в медицинской – для

приготовления медицинских препаратов. Из зерна сои производят более 400 видов продуктов питания.

Помимо промышленного назначения соя является ценной кормовой культурой и важнейшим источником перевариваемого белка для всех сельскохозяйственных животных. Жмых от переработки сои – прекрасный корм: 1 т соевых бобов дает 800...850 кг жмыха и 110...180 кг масла. Возделывание сои имеет важное агротехническое значение. Она поглощает из атмосферы молекулярный азот и переводит его в доступную для растений форму.

Так как кормовая ценность сои велика, то во многих странах наиболее доступным и экономичным источником кормового белка для животных стал соевый шрот. Соевые добавки широко используются во всех отраслях животноводства. Значительное количество сои и продуктов ее переработки используется и в нашей стране. За последние годы импорт сои в Россию составил от 325 до 890 тыс. т, соевого масла – 100...150 тыс. т, шрота – около 3 млн т. В результате исследований ученых ещё в XX в. было установлено, что в 1000 г сои содержится 300 г белка, 190 г жира, 300 г углеводов, 2 г калия, 350 г витаминов, в соевом жмыхе – 38...39% белка и 5,5 – жира.

Соевый жмых содержит 40% протеина и 1,4% жира. Такой состав определяет универсальность сои, которая одновременно является продовольственной, технической и кормовой культурой.

В итоге за несколько последующих десятилетий соя превратилась из малоиспользуемой культуры в главный источник растительного масла и белка. Это особенно важно ввиду того, что соевый белок в 2 раза дешевле пшеничного, в 14 – молочного и более чем в 21 раз – мясного.

Именно это обстоятельство привело к тому, что объём сои, идущей на переработку, постоянно растёт и только за последние 30 лет он увеличился более чем в 3 раза.

1.2. Состояние производства растительных масел

Россия является частью мирового рынка в области производства и торговли растительными маслами.

В последние годы перерабатывающая промышленность России стала объектом повышенного внимания многих отечественных и зарубежных предпринимателей. Ведь Россия с населением в 147 млн человек является потенциально крупнейшим в Европе регионом сбыта пищевых продуктов.

Анализ качественных и стоимостных аспектов производства растительных масел в условиях конкуренции позволяет отечественным производителям направить усилия на создание безотходных, ресурсосберегающих и экологически чистых производств, с высокими технико-экономическими показателями, а также на снижение себестоимости готовой продукции, которую в России выпускают 77 крупных специализированных предприятий и около 1300 малых цехов и производств.

В 2003 г. Министерством сельского хозяйства утверждена «Концепция развития пищевой и перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса на период до 2010 г.». Потребность в данной концепции вызвана необходимостью снижения импортной зависимости страны в продуктах питания, обеспечением продовольственной безопасности при вступлении в ВТО. Растительные масла и продукты на их основе в последние годы стали базовыми в структуре питания населения. Они представляют важнейшую сырьевую составляющую для многих видов продукции хлебопекарной, кондитерской, плодоовощной, рыбоконсервной и других отраслей промышленности, широко используются при производстве товаров личной гигиены и косметики (мыло, кремы) и отделочных строительных материалов (лаки, краски).

Экономически выгодно закупать масличные семена, перерабатывать их на отечественных заводах, масло ис-

пользовать для выработки маргарина, майонеза, специальных жиров, а также обеспечивать им население, а ценный жмых и шрот направлять на откорм скота и птицы.

В последние годы динамично развивалось производство как семян масличных культур – главным образом подсолнечник, так и растительного масла. Это произошло за счет роста как посевных площадей, так и урожайности. Объем мирового производства растительных масел 31,7 млн т; в России общий объем производства 3,25 млн т, в т.ч. подсолнечного масла 1100, хлопкового 800, соевого 350, касторового 20, рапсового 19, горчичного 17, льняного 7 тыс. т. Кроме них в промышленном масштабе производят кориандровое, облепиховое, кукурузное и некоторые другие масла.

1.3. Ассортимент и характеристика растительных масел

На масложировых предприятиях страны вырабатывают широкий ассортимент растительных масел из отечественного и импортного сырья: подсолнечное, хлопковое, соевое, горчичное, кукурузное, кокосовое, кунжутное, оливковое, рапсовое, арахисовое, косточковое, льняное, касторовое. В зависимости от способа очистки выпускают следующие виды растительного масла для розничной торговли и сети общественного питания: нерафинированное, подвергнутое только механической очистке; гидратированное, подвергнутое механической очистке и гидратации; рафинированное недезодорированное, подвергнутое механической очистке, гидратации и нейтрализации; рафинированное дезодорированное.

Хлопковое масло получают из семян хлопчатника прессовым и экстракционным способами. Выработка хлопкового масла составляет более 20% общего объема производства растительных масел в нашей стране. Особенностью

хлопковых семян является содержание в них специфического пигмента (госсипола), который придает маслу интенсивный коричневый и бурый цвет. Госсипол обладает ядовитыми свойствами, поэтому в пищу хлопковое масло используют только после рафинации.

Рафинированное хлопковое масло подразделяют на недезодорированное и дезодорированное. Рафинированное дезодорированное хлопковое масло подразделяют на высший и 1-й сорта, а рафинированное недезодорированное – на высший, 1-й и 2-й. Для пищевых целей предназначается рафинированное масло высшего и 1-го сортов. Рафинированное хлопковое масло светло-желтого цвета и не содержит отстоя. Масло должно быть без запаха и постороннего привкуса. Кислотное число масла высшего сорта – не более 0,2 и 1-го сорта – не более 0,3 мг КОН.

В состав глицеридов хлопкового масла входит около 22% пальмитиновой кислоты, которая имеет высокую температуру плавления. При понижении температуры до 10...12°C происходит расслоение масла на фракции с выделением твердых глицеридов. Отделяя жидкую фракцию путем фильтрации или прессования, получают так называемое салатное масло. Твердая фракция используется в составе маргарина, кулинарных и кондитерских жиров.

Подсолнечное масло получают из семян подсолнечника методами прессования и экстрагирования. Производство этого масла в нашей стране составляет около 70% выпуска всех растительных масел; в его состав входят незаменимые жирные кислоты, каротины, витамин Е.

Нерафинированное масло имеет выраженный вкус и запах поджаренных подсолнечных семян, светло-желтый цвет, допускается небольшой осадок. По качеству его делят на три сорта – высший, 1-й и 2-й. Масло высшего и 1-го сортов должно быть прозрачным, допускаются лишь отдельные мельчайшие частицы воскоподобных веществ («сет-

ка»), в масле 2-го сорта может быть легкое помутнение. Кислотное число (в мг КОН, не более) нерафинированного масла высшего сорта – 1,5, 1-го сорта – 2,25, 2-го – 6.

Гидратированное масло вырабатывают высшего, 1-го и 2-го сортов. В отличие от нерафинированного такое масло не имеет осадка; во 2-м сорте допускается легкое помутнение.

Рафинированное масло выпускают недезодорированным и дезодорированным. Дезодорированное масло по вкусу и запаху является обезличенным, недезодорированное имеет слегка выраженные вкус и запах подсолнечных семян, масло прозрачное, не содержит отстоя, кислотное число – не более 0,4. Для поставки в торговую сеть и на предприятия общественного питания предназначается рафинированное дезодорированное подсолнечное масло.

Соевое масло получают из семян сои методами прессования и экстрагирования. Выработка этого масла составляет около 9% общего объема производства растительных масел в нашей стране. Наряду с маслом важными компонентами семян сои являются белки (30...50%) и фосфатиды (0,55...0,60%). Белки сои обладают высокой биологической ценностью и используются для пищевых и кормовых целей.

Таблица 1.1

**Производство растительных масел
в Российской Федерации, тыс. т**

Территория	1970 г.	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2005 г.
Российская Федерация	983	823	1159	1375	2193
Федеральные округа:					
Центральный	214,2	120	257,5	370,8	622,7
Северо-Западный	19,3	21,7	2,5	0,7	3,5
Южный	567,7	511,9	636,0	733,6	1219,0
Приволжский	117,5	109,1	186,4	208,8	265,3
Уральский	—	—	—	9,2	16,8
Сибирский	38,5	25,1	47,5	42,8	42,8
Алтайский край	31,7	21,3	24,1	22,3	20,2
Дальневосточный	26,1	34,9	28,8	9,1	22,8
Амурская обл.	12,0	19,2	19,6	3,2	4,3

Соевое масло выпускают следующих видов: гидратированное, рафинированное недезодорированное и рафинированное дезодорированное. Гидратированное масло по качеству подразделяют на 1-й и 2-й сорта, рафинированное на сорта не делят. Для торговой сети и общественного питания предназначается рафинированное дезодорированное соевое масло и гидратированное масло 1-го сорта. Для соевого масла характерны бурые оттенки цвета. Масло должно быть прозрачным, без осадка. Кислотное число гидратированного масла 1-го сорта – не более 1, рафинированного – 0,3 мг КОН.

Кукурузное масло получают из зародышей семян кукурузы, которые содержат от 30 до 50% жира. При производстве маисового крахмала и муки зародыш отделяется от остальной части зерна, так как большое содержание в нем жира отрицательно влияет на качество этих продуктов.

Вырабатывают кукурузное масло нерафинированное, рафинированное дезодорированное и рафинированное недезодорированное. В торговую сеть и на предприятия общественного питания направляется рафинированное дезодорированное масло. Это масло без запаха, имеет желтый цвет, не содержит осадка, вкус обезличенный, кислотное число – не более 0,4 мг КОН. На сорта его не подразделяют.

Биологическая ценность кукурузного масла обусловлена высоким содержанием в нем биологически активной линолевой кислоты, а также витамина Е (75 мг на 100 г масла).

Горчичное масло вырабатывают из семян горчицы методом прессования, жмых используют для получения горчичного порошка. Горчица содержит вещества, которые придают маслу специфические вкус и аромат. К таким веществам относят тиогликозиды и продукты их гидролиза.

Выпускают горчичное масло нерафинированным, высшего, 1-го и 2-го сортов. Для непосредственного употребления в пищу предназначается масло высшего и 1-го сортов с кислотным числом соответственно не более 1,5 и 2,3 мг КОН. Мас-

ло имеет светло-коричневый цвет. Ввиду выраженного вкуса и аромата горчичное масло применяется в консервном производстве.

Оливковое масло получают из мякоти плодов оливкового дерева, произрастающего на Кавказском побережье. Масло прессового способа имеет золотисто-желтый цвет, иногда с зеленоватым оттенком. Рафинированное оливковое масло почти бесцветно, имеет едва уловимый запах, приятный вкус. Оливковое масло содержит от 55 до 85% ценной олеиновой кислоты.

Льняное масло вырабатывают из семян льна методами прессования и экстрагирования. Оно содержит около 50% линоленовой кислоты, поэтому нестойко при хранении, быстро окисляется на воздухе, приобретая специфический запах олифы. Льняное масло используется главным образом для технических целей и лишь частично как пищевое.

Производство растительных масел в России увеличилось с 1970 г. по 2005 г. на 1210 тыс. т (табл. 1.1).

1.4. Состав и свойства растительных масел

Растительные масла на 94...96% состоят из смесей триглицеридов высших жирных кислот. Оставшуюся часть составляют вещества, близкие к жирам (например, фосфолипиды, стерины, витамины), свободные жирные кислоты и др. Плотность растительных масел 0,87...0,98 г/см³; большинство из них растворимы в бензине, бензоле, дихлорэтане, сероуглероде, ацетоне, диэтиловом эфире, ССl₄; ограниченно растворяются в этаноле и метаноле, не растворяются в воде. Свойства растительных масел определяются главным образом составом и содержанием жирных кислот, образующих триглицериды. Обычно это насыщенные и ненасыщенные одноосновные жирные кислоты с неразветвленной углеродной цепью и четным числом атомов углерода (преимущественно C₁₆ и C₁₈). В подавляющем большинстве

растительные масла содержат смеси глицеридов различных кислот, в некоторых присутствуют и глицериды одной кислоты.

Кроме того, в растительных маслах обнаружены в небольших количествах глицериды жирных кислот с нечетным числом атомов углерода.

В зависимости от состава триглицеридов растительные масла могут быть жидкими (подсолнечное, хлопковое, соевое, рапсовое, кукурузное, льняное и др.) и твердыми (кокосовое, пальмовое, пальмоядровое и др.). У жидких масел, содержащих главным образом непредельные кислоты, температура застывания ниже 0°C , у твердых достигает 40°C . При контакте с O_2 воздуха или при нагревании до $250\ldots 300^{\circ}\text{C}$ многие растительные масла подвергаются окислительной полимеризации («высыхают»), образуя пленки.

По способности к высыханию растительные масла условно подразделяют на высыхающие, полувсыхающие и невысыхающие. Первые, например льняное, конопляное и тунговое масла, содержат главным образом триглицериды кислот с двумя или тремя двойными связями (линолевой, линоленовой, элеостеариновой); вторые, например подсолнечное, соевое и маковое масла, – триглицериды кислот с одной или двумя двойными связями (олеиновой, линолевой); третьи, например кокосовое и пальмовое масла, – преимущественно триглицериды насыщенных кислот (лауриновой, пальмитиновой, стеариновой) и небольшое количество мононенасыщенных – олеиновой. Невысыхающее касторовое масло содержит триглицерид рицинолевой кислоты.

При анализе состава растительных масел количество высших жирных кислот, образующихся при омылении, характеризуют числом омыления, степень ненасыщенности – йодным и родановым числами.

Компоненты растительных масел, отличные от триглицеридов, подразделяют на омыляемые и неомыляемые.

К первым относят свободные жирные кислоты (содержание 1...2%), фосфолипиды (0,5...4%), стерины (0,3...1,3%), воски и воскообразные вещества (0,002...0,4%), пигменты (не более 0,16%), ко вторым – белки (0,1...1,5%), витамины (до 0,5%), углеводороды и др.

Свободные жирные кислоты могут содержаться в растительном сырье (семена незрелых растений или семена, самосозревающиеся при хранении во влажном состоянии) или образовываться в процессе выделения масла в результате частичного гидролиза триглицеридов (высшие жирные кислоты) и их окисления под действием света и при длительном хранении (низкомолекулярные жирные кислоты – масляная, каприновая, капроновая, каприловая, ацетоуксусная, уксусная).

Суммарное содержание свободных кислот в процентах по массе в растительных маслах определяет их кислотность и характеризуется кислотным числом.

Наличие свободных низкомолекулярных жирных кислот, растворимых в воде и испаряющихся при нагревании, характеризуется числом Рейхарта-Мейсля; наличие кислот, не растворяющихся в воде, но способных испаряться при нагревании, – числом Поленске. Оба этих числа определяются количеством мл 0,1 н. раствора KOH, расходуемого на нейтрализацию 5 г растительных масел в определенных условиях.

Содержание нерастворимых кислот и неомыляемых компонентов характеризуется числом Генера (содержание их в % в 100 г растительного масла).

Пигменты, содержащиеся в семенах и плодах масличных растений, придают растительным маслам различную окраску.

Воски и воскообразные вещества в растительном масле образуют эмульсии и вызывают помутнение масла. Для их удаления масло обычно охлаждают до 8...12°C и осадок отфильтровывают (способ «вымораживания»). Красные и желтые оттенки в цвете растительных масел определяются

присутствием в них каротиноидов (красный оттенок – каротин, желтый – ксантофилл), наибольшее их количество содержится в кукурузном масле (0,058...0,15%).

Зеленый оттенок, характерный для соевого, кукурузного, рапсового, горчичного и других масел, определяется присутствием смеси хлорофиллов А и В.

В хлопковом масле содержится токсичный пигмент госсипол (0,14...2,5% по массе), наибольшее содержание которого отмечается в масле, полученном из низкосортных и незрелых хлопковых семян. При переработке масла госсипол дает различные темноокрашенные продукты. Удаляют госсипол из масла с помощью антраниловой кислоты, с которой он образует нерастворимое соединение.

При очистке растительных масел с помощью адсорбентов происходит удаление пигментов и осветление масла.

Поскольку наличие белков ухудшает товарный вид масел и увеличивает его потери при очистке и хранении, белковые примеси (вместе с фосфолипидами) удаляют при гидратации масла, а также под действием щелочей или минеральных кислот.

Углеводы, моно-, ди- и олигосахариды, декстрины, крахмал, клетчатка и гемицеллюлоза, содержащиеся в растительных маслах в количестве 0,02...0,5%, образуют стабильные эмульсии, способствуют потемнению масла при термической обработке, придают маслам неприятный вкус и запах.

Основную массу белковых веществ, переходящих в растительное масло из семян, составляют альбумины и глобулины.

Часть неомыляемых веществ, входящих в растительные масла, составляют витамины Е, А, D и К.

Витамин Е содержится в растительном масле в виде токоферолов. Количество D-токоферола в подсолнечном масле составляет около 0,05%. Высоким содержанием токо-

феролов характеризуются также масла пшеничных отрубей (100...400 мг в 100 г масла), соевое (74...160 мг) и кукурузное (87...200 мг); до 100 мг токоферолов в 100 г подсолнечного, хлопкового, рапсового и некоторых других масел, до 60 мг – в арахисовом, до 30 мг – в оливковом и кокосовом.

Витамин А встречается в растительном масле в виде провитаминов; содержится преимущественно в облепиховом, абрикосовом, персиковом и других маслах.

Витамин D содержится главным образом в соевом и кунжутном маслах, витамин К (K_1 , K_2 , K_3) – в конопляном, подсолнечном, льняном и сурепном.

В растительных маслах присутствуют также незначительные количества насыщенных и ненасыщенных углеводов с разветвленной цепью. Углеводороды, совместно с белками, в значительной степени определяют вкус и запах масла.

В результате длительного хранения на свету, при повышенной температуре или под действием микроорганизмов растительные масла портятся – прогоркают.

Неприятный запах и вкус растительным маслам придают продукты окисления жирных кислот (альдегиды, кетоны, гидроксикислоты), низкомолекулярные жирные кислоты и их глицериды, продукты распада каротиноидов, стерина, витаминов, фосфолипидов.

Иногда в растительных маслах могут находиться пестициды, используемые в сельском хозяйстве. Их обычно удаляют из масла вместе с одорирующими веществами. Таким образом, растительные масла можно рассматривать как неоднородные (гетерогенные) системы.

1.5. Размерные характеристики неоднородных систем

Неоднородные, или гетерогенные, системы, к которым относятся растительные масла, состоят из двух или нескольких фаз. Любая неоднородная бинарная система состоит

из дисперсной (внутренней) фазы и дисперсионной среды (внешней) фазы, в которой распределены частицы дисперсной фазы. В зависимости от физического состояния фаз различают суспензии, эмульсии, пены, пыли, дымы и туманы.

Классификация неоднородных систем приведена в табл. 1.2. Суспензии – неоднородные системы, состоящие из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц. В зависимости от размеров твердых частиц суспензии условно подразделяют на грубые (с размером частиц более 100 мкм), тонкие (0,5...100,0 мкм), коллоидные растворы (менее 0,1...0,5 мкм). Растительные масла относятся к суспензиям с мелкозернистыми и коллоидными примесями.

Таблица 1.2

Классификация неоднородных систем

Неоднородные системы	Дисперсная фаза	Дисперсионная (сплошная) фаза
Суспензии	Твердое вещество	Жидкая
Эмульсия	Жидкая	Жидкая
Пена	Газ	Жидкая
Пыль, дым	Твердая	Газ
Туман	Жидкая	Газ

Эмульсии – системы, состоящие из жидкости и распределенных в ней каплей другой жидкости, не растворяющейся в первой.

Важнейшими характеристиками неоднородных систем являются:

- весовое или объемное соотношение дисперсной и дисперсионной фаз;
- размер и форма частиц дисперсной фазы, которые в основном зависят от происхождения неоднородной системы или от методов ее получения;
- физические и химические свойства (токсичность, агрессивность, летучесть, взрыво- и пожароопасность, химическая стойкость и стабильность).

Основными характеристиками дисперсной фазы, имеющей мелкодисперсную структуру, являются пористость, порозность, степень дисперсности, удельная площадь поверхности.

Аналогичными показателями характеризуются и мелкозернистые материалы, применяемые для очистки масел, например цеолит.

Свободный объем при плотной укладке частиц шарообразной формы независимо от их размеров равен 0,2595. В реальных условиях обеспечить плотную укладку не представляется возможным, поэтому объем свободного пространства будет отличаться от теоретически возможного. Общий объем пор для частиц шарообразной формы колеблется от 25,95 до 47,64% (гексогональная укладка).

Под коэффициентом порозности понимается отношение

$$B / A = \xi ,$$

где A – часть единичного объема, занятая частицами материала (в суспензиях – дисперсной фазой); B – часть объема, приходящаяся на долю свободного пространства в объеме всего материала (дисперсионной фазы в общем объеме суспензии).

С целью уточнения понятий этот показатель будем называть коэффициентом пористости $\varepsilon=B$.

Соотношение между коэффициентами порозности и пористости:

$$B= \varepsilon = \xi/(1+ \xi),$$

$$\xi = \varepsilon/(1- \varepsilon).$$

Неоднородные системы характеризуются плотностью осадка, дисперсной фазы и дисперсионной среды (жидкой фазы):

$$\rho_{oc} = (1- B) \rho_s + B \rho_f$$

$$\text{или } (\rho_s - \rho_{oc})/(\rho_s - \rho_f) = \varepsilon,$$

где ρ_{oc} – плотность осадка, кг/м³; ρ_s – плотность материала частиц (дисперсной фазы), кг/м³; ρ_f – плотность дисперсионной среды (жидкой фазы), кг /м³.

Общий объем пор реальных систем зависит не только от взаимного расположения зерен, но и от степени однородности их состава и других факторов.

Находящиеся в вязкой жидкости твердые частицы сходного удельного веса с этой жидкостью, соприкасаясь хотя бы в двух точках с другими частицами, могут не подвергаться сближению. Поэтому приведенные выше теоретические значения пористости суспензий зачастую существенно отличаются от действительной пористости.

Удельной площадью поверхности f является поверхность частиц среды, приходящаяся на единицу объема:

$$f = 6 d^{-1},$$

где d – эквивалентный диаметр частиц, м.

Состав суспензии характеризуется относительной массовой концентрацией примесей a (кг тв. фазы/кг ж. фазы):

$$a = \rho_s (1 - \varepsilon) / \rho_f,$$

где ε – пористость.

По известной концентрации a определяют рабочую пористость:

$$\varepsilon = \rho_s / (\rho_s + a \rho_f).$$

Рассмотренные параметры дисперсных систем по отдельности не позволяют судить о способности этих систем к разделению под действием сил того или иного силового поля.

Фильтрация является гидродинамическим процессом, скорость которого прямо пропорциональна разности давлений до и после фильтровальной перегородки и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому растительными маслами при прохождении через поры фильтровальной перегородки.

В конических фильтрующих центрифугах с фильтрующим материалом из цеолита процесс фильтрования осуществляется по схеме фильтрования с образованием осадка в порах фильтровальной перегородки и закупориванием пор. Сопротивление образующегося осадка зависит от свойств частиц осадка и жидкой фазы суспензии, а также от условий фильтрования. Структура осадка определяется гидродинамическими и физико-химическими факторами.

Наибольшую сложность представляет учет влияния физико-химических факторов, например, содержание нежировых и коллоидных примесей, характерных для примесей растительных масел.

Сопротивление фильтрованию в фильтрующей центрифуге оценивается величиной, обратно пропорциональной проницаемости фильтровальной перегородки. Исследования с целью изучения интенсивности воздействия указанных факторов позволяют определить оптимальные условия процесса очистки.

Эффективность способа разделения можно оценить по степени очистки:

$$\eta = (a' - a_p)100/a',$$

где a' и a_p – концентрации частиц в жидкости соответственно до и после разделения.

Анализ способов очистки растительных масел позволил сделать вывод о необходимости проведения анализа технологических схем очистки.

Производительность процесса очистки растительных масел может быть представлена на основе исходной суспензии или осветленной жидкости (реже осадка). Производительность по очищенному маслу

$$V_{\Gamma} = V' \frac{a_2 - a'}{a_2 - a_1}, \quad (1)$$

где V' , V_1 , V_2 – объемные производительности соответственно по жидкости в исходной суспензии, в осветленной

жидкости, в осадке, $\text{м}^3/\text{с}$; a' , a_1 , a_2 – массовая концентрация нежировых примесей в исходной суспензии, в очищенном масле и осадке.

Предыдущее уравнение получено совместным решением материальных балансов:

– по массовым жидкостным потокам

$$\rho_f V' - \rho_f V_1 - \rho_f V_2 = 0;$$

– по потокам твердой фазы

$$\rho_f V a' - \rho_f V_1 a_1 - \rho_f V_2 a_2 = 0.$$

При рациональном ведении процесса осаждения $a_1 \rightarrow 0$ – в этом цель процесса. Тогда выражение (1) упрощается:

$$V_1 = V' \left(1 - \frac{a'}{a_2} \right).$$

Важнейшей характеристикой рассматриваемого процесса является скорость осаждения, под которой понимается скорость равномерного движения частицы. В общем случае речь идет о скорости стесненного осаждения, которая может быть значительно меньше скорости свободного осаждения.

1.6. Применение растительных масел

Растительные масла используют в основном для пищевых целей. Масла подсолнечное, хлопковое, оливковое, арахисовое, соевое и другие потребляются непосредственно в пищу в натуральном (после рафинации) и гидролизованном виде (маргарин и кулинарный жир), вводятся в состав майонезов, соусов и пр., применяются в производстве овощных и рыбных консервов, шоколада (масло какао), кремов, халвы и других кондитерских изделий. Растительные масла применяют также для разбавления красок, размягчения эмульсионных грунтов и масляных лаков. Высыхающие масла –

основное сырье в производстве пленкообразователей (олиф, лаков). Очищенные от примесей и обесцвеченные (отбеленные) масла – основные компоненты связующих масляных и составная часть эмульсионных казеино-масляных (темперных) красок. Полувысыхающие масла служат добавками, замедляющими высыхание красок. Натуральные и гидрированные растительные масла – важнейшие компоненты сырья в производстве туалетного и хозяйственного мыла, косметических средств, составов для обработки кож. В медицинской практике из жидких растительных масел (касторовое, миндальное) готовят масляные эмульсии; оливковое, облепиховое, миндальное, подсолнечное и льняное масла – основы лекарственных мазей и линиментов. Из растительных масел при их омылении получают глицерин и жирные кислоты.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлен интерес к производству растительных масел?
2. Охарактеризуйте состояние производства растительных масел в России.
3. Дайте характеристику основных масличных культур (подсолнечника и сои).
4. Укажите состав и свойства растительных масел.
5. Приведите размерные характеристики неоднородных систем.
6. Где применяют растительные масла?
7. Дайте характеристику выпускаемым промышленностью растительным маслам.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА

2.1. Схемы переработки масличных семян

Схема переработки масличных семян обусловлена физико-механическими свойствами семян, их природой, видом компонентов и назначением извлекаемого масла.

Например, в зависимости от масличности семян масло может извлекаться в один, два и более приемов. Бобы сои содержат 8...20% масла, их перерабатывают методом чистой экстракции без форпрессования (однократный съем масла). Семена обрубленного хлопчатника после отделения значительной части шелухи содержат 33...37% масла, его извлекают в два приема – форпрессованием и экстракцией. Для сырья, еще более богатого маслом, рекомендуются два форпрессования и экстракция, то есть съем масла в три приема.

Схема переработки семян зависит также и от способа их переработки – с отделением или без отделения оболочки. В зависимости от физико-механических свойств оболочки используются различные типы оборудования для ее разрушения.

Если оболочка раскалывается при ударе (например, подсолнечник), то используют машины ударного действия. Если оболочка в силу своей эластичности не раскалывается (например, хлопчатник), то она разрезается специальными машинами. При большой прочности оболочки, когда она не колетса и не режется (абрикос, миндаль, персик), для ее разрушения применяют дробильные машины.

При получении из семян, кроме масла, других веществ схема переработки соответственно усложняется. Например, при переработке семян горчицы получается не только горчичное масло, но и горчичный порошок, используемый для приготовления горчицы.

Наконец, назначение извлекаемого масла также обуславливает технологическую схему и состав ее оборудования. При получении масла для пищевых и технических целей стремятся возможно полнее его извлечь. В данном случае основными операциями являются жаренье, горячее прессование и экстракция. В то же время масло, используемое в медицине, не должно подвергаться изменениям, поэтому применяют низкотемпературное прессование.

2.1.1. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян подсолнечника к извлечению масла

На маслодобывающие заводы масличные семена доставляют автомобильным или железнодорожным транспортом. Качество получаемого растительного масла зависит, прежде всего, от качества семян, поступающих на переработку, от продолжительности и условий их хранения, от систем очистки и подготовки их к извлечению масла. Поэтому на маслодобывающих заводах существуют технологические схемы приема, хранения и подготовки растительного сырья к извлечению масла.

Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян подсолнечника к извлечению масла представлена на рис. 2.1. Семена автомобильным 1 и железнодорожным 2 транспортом поступают на предприятие, где организуется отбор проб для лабораторного анализа в целях определения влажности и засоренности семян в соответствии с ограничительными нормами, предусмотренными ГОСТом. Поставка семян с превышением ограничительных норм приводит к их быстрой порче, что требует дополнительных затрат на очистку и сушку семян. Далее транспорт с семенами взвешивают и разгружают с помощью специального оборудования.

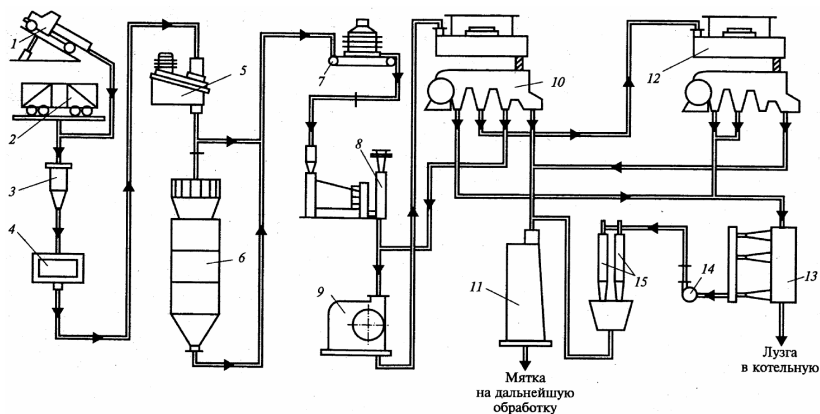


Рис. 2.1. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян подсолнечника к извлечению масла:

- 1 – автомобильный транспорт; 2 – железнодорожный транспорт; 3 – запасной бункер; 4 – автоматические порционные весы; 5 – сепаратор-камнеотделитель; 6 – сушилка; 7 – электромагнитный сепаратор; 8 – воздушно-ситовый сепаратор; 9 – бичевая рушка; 10 – аспирационная веялка; 11 – валцовый станок; 12 – контрольная веялка; 13 – аспирационная колонна; 14 – вентиляторы; 15 – циклоны

Затем семена поступают на склад, откуда в запасной бункер 3 (объем его рассчитывается на 16-часовой запас семян), обеспечивающий непрерывную погрузку семян в производство в течение рабочего дня. Из бункера семена поступают на автоматические порционные весы 4 и после взвешивания передаются подъемно-транспортными средствами на предварительную очистку в сепаратор-камнеотделитель 5, где происходит их очистка от крупных примесей минерального и другого происхождения. Затем семена поступают на сушку 6. В сушилках с помощью поточных газов из семян удаляется избыточная влага. Если семена идут на хранение в элеваторно-складское хозяйство завода, то влажность их должна быть на 1...2% ниже критической, а если они поступают на производство, то влажность должна соответствовать нормам для переработки соответствующих семян. Например, семена подсолнечника перерабатывают при

влажности 6,5...7,5, сои – 5,8...6,5, хлопчатника – 10...12 %. После сушки семена сначала проходят через электромагнитные сепараторы 7, где отбираются ферромагнитные примеси, а затем через комплексную очистку на воздушно-ситовых сепараторах 8. Из семян удаляются крупные и мелкие примеси органического характера с помощью ситовых механизмов и сор путем обработки в воздушном потоке. Очищенные семена поступают в центробежные или бичевые рушки 9. Последние предназначены для разрушения оболочки семян (лузги) с целью дальнейшего отделения ее от ядра, содержащего основное количество масла. Рушанка, выходящая из бичевых рушек, состоит из целой и раздробленной лузги, целого и разбитого ядра и из некоторого количества необрушенных семян (недоруш). Эта рушанка направляется в следующую машину – аспирационную вейку 10, которая предназначена для отделения ядра от лузги.

Аспирационная вейка состоит из рассева и аспирационного корпуса. Рассев представляет собой набор сит и предназначен для сортирования рушанки на семь фракций, обеспечивающих лучшее отделение лузги от ядра в аспирационном корпусе. В этом корпусе полученные фракции рушанки (кроме масличной пыли) подвергаются воздействию воздушного потока, создаваемого вентилятором.

При прохождении рушанки через аспирационную вейку получается несколько фракций. Ядро с небольшой примесью лузги (от 1,6 до 8 %) отводится для дальнейшей переработки на пятивальцовом станке.

Недоразрушенные семена (недоруш) возвращаются в центробежную или бичевую рушку 9. Перевей, содержащий большое количество ядра, направляется на контрольную вейку 12, где дополнительно выделяется целое и раздробленное ядро. Лузга с основной и контрольной вейки поступает в аспирационную колонку 13. Здесь с помощью воздушного потока, создаваемого вентилятором 14, из потока

лузги уносятся раздробленное ядро. В циклонах происходит осаждение раздробленного ядра. Получаемое ядро также направляется для измельчения на вальцовый станок 11. В результате измельчения разрушаются маслосодержащие клетки, что приводит к облегчению выделения масла.

Измельченное ядро, получаемое после вальцовых станков, называется мяткой, она направляется в следующий цех – форпрессовый, где из нее получают высококачественное масло.

2.1.2. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян хлопчатника к извлечению масла

Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян хлопчатника к извлечению масла представлена на рис. 2.2.

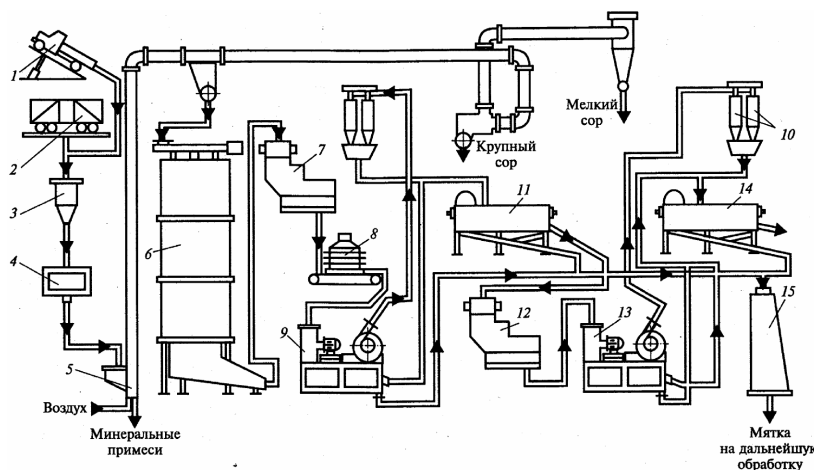


Рис. 2.2. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян хлопчатника к извлечению масла:

- 1 – автомобильный транспорт; 2 – железнодорожный транспорт; 3 – запасной бункер; 4 – автоматические порционные весы; 5 – пневматический семяочиститель; 6 – семяувлажнитель; 7 – дисковый или ножевой шелушитель; 8 – электромагнитный сепаратор; 9 – сепаратор; 10 – циклон; 11 – биттер-сепаратор; 12 – шелушитель; 13 – сепаратор; 14 – биттер-сепаратор 2-го шелушения; 15 – вальцы

Доставка семян на завод, отбор проб, взвешивание транспорта с семенами, разгрузка на склад и направление семян для подготовки к извлечению масла происходят аналогично схеме подготовки семян подсолнечника к извлечению масла (см. рис. 2.1). Различие в аппаратурно-технологических схемах начинается только с начала подготовки семян к извлечению масла. Вызвано это особенностями физико-механических свойств семян, их анатомического строения и зоной произрастания растений.

Хлопковые семена подъемно-транспортными механизмами подаются на производство, где их взвешивают на порционных автоматических весах 4. После взвешивания семена поступают на пневматический семяочиститель 5, в котором они очищаются от крупных минеральных примесей, крупных и мелких примесей органического характера и сора за счет обработки семенной массы воздухом.

Вначале удаляются крупные минеральные примеси из-за невозможности поднятия их воздухом, подаваемым в семяочиститель. Затем с помощью специальной осадительной камеры из воздушной смеси осаждаются хлопковые семена и выводятся через вакуумный питатель. Крупные и мелкие примеси органического характера осаждаются из воздушного потока в специальном инерционном сепараторе и выводятся из семяочистителя с помощью воздушного шлюзового питателя. Оставшийся сор скапливается в осадительных циклонах и выводится из производства.

Очищенные семена направляются в семяувлажнитель 6, где обрабатываются водой и острым водяным паром перед их переработкой до оптимальной влажности 10...12%. Кондиционированные семена поступают на обрушивание семенной оболочки в дисковые или ножевые шелушители 7. Для разрушения семенной оболочки средневолокнистых сортов хлопчатника применяют схему двойного шелушения.

Очищенные семена после электромагнитной очистки на сепараторах 8 поступают в шелушители первого шелушения, в которых у большей части семян (70...75%) разрушается семенная оболочка. После первого шелушения рушанка поступает в сепараторы для предварительного разделения (двойной встряхиватель) 9, где из нее отделяется часть ядра, направляемая на вальцы. В качестве сепараторов для предварительного разделения рушанки используют машины МХС. После них рушанка поступает в биттер-сепаратор 11 для рушанки первого шелушения. В биттере под механическим воздействием бильного вала выбивается ядро, которое находится в надрезанной шелухе. Полученное ядро выводится из машины и присоединяется к ядру, полученному из сепараторов для предварительного разделения.

Смесь шелухи и семян-недоруша из биттера первого шелушения направляется в оборудование второго шелушения. В этом шелушителе 12 семена обрабатываются так же, как в первом, и образующаяся рушанка направляется в сепаратор для предварительного разделения (двойной встряхиватель) или в машину МХС 13. Здесь также отделяется часть ядра, которая передается на вальцы 15. С предварительного сепаратора рушанка подается на биттер-сепаратор второго шелушения 14 через циклоны 10, где происходит окончательное выделение ядра, направляемого на вальцы. Полученная шелуха выводится из производства.

Вальцевание ядра обычно происходит на пятивальцовых станках типа ВС-5. Как правило, перед вальцовками из ядра магнитными устройствами улавливаются ферромагнитные примеси. Полученная после вальцов мятка собирается и конвейером подается в следующий цех – форпрессовой, где осуществляется предварительный съем высококачественного масла.

2.2. Технология и оборудование для очистки семян от механических примесей

Семенная масса масличных культур, поступающая на маслодобывающие предприятия для переработки, обычно содержит разнообразные примеси, наличие которых объясняется условиями произрастания растений, уборки урожая, хранения и транспортирования его на предприятия. Семенная масса состоит из неповрежденных семян основной культуры, масличной примеси, органического и минерального сора, включая металлические примеси, примесей биологических систем.

Очистка семян обеспечивает: снижение интенсивности нежелательных процессов в семенах; уменьшение содержания минеральных, а также органических примесей с повышенной влажностью; уменьшение количества микрофлоры за счет удаления примесей, более зараженных микроорганизмами; снижение температуры семян; создание однородной по свойствам и качеству семенной массы; рациональное использование полезной вместимости складов; частичное освобождение семян от вредителей и насекомых; улучшение работы оборудования по сушке и переработке семян, увеличение его производительности и уменьшение износа; улучшение качества вырабатываемой продукции; снижение безвозвратных потерь масла в производстве.

Методы и способы очистки семян. В зависимости от места установки отдельных очистительных машин различают сырьевую очистку семян (первичную или вторичную), когда семена очищают перед хранением, и производственную – перед переработкой семян.

Способы очистки основываются на различии физических свойств очищаемых семян и сопутствующих им примесей, которые могут отличаться от семян по линейным размерам, форме, аэро- и гидродинамическим, электрическим

и магнитным свойствам, плотности, состоянию поверхности, коэффициенту трения и прочности.

Выбор способов очистки семян от примесей основан на различиях или совокупности характеристик между семенами и примесями.

Особенно широко распространены способы и оборудование, обеспечивающие разделение семян и примесей по размерам, аэродинамическим и магнитным свойствам.

Очистка семян от примесей по размерам (ситовое сепарирование) производится на просеивающих машинах, основным рабочим органом которых является система сит.

Сита различаются по номерам, причем номер сита указывает диаметр его отверстия в миллиметрах, умноженный на десять.

Согласно стандарту, отверстия на сите расположены в шахматном порядке; при этом между центрами отверстий образуется равносторонний треугольник. Шаг отверстий равен $1,5d$, что обеспечивает достаточную прочность сита.

Сита производят с круглыми и продолговатыми отверстиями (рис. 2.3), которые также различаются по номерам. Номер сита с продолговатыми отверстиями обозначается двумя цифрами: одна указывает ширину отверстия, другая – длину в миллиметрах. Сита изготавливают из тонкой стали; размеры листов 710x1420 или 1000x2000 мм.

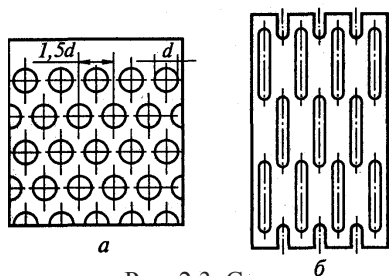


Рис. 2.3. Сита:

а – с круглыми отверстиями;

б – с продолговатыми отверстиями

На ситах происходит разделение семян, отличающихся по ширине и толщине, причем на ситах с продолговатыми отверстиями семена разделяются в зависимости от толщины, с круглыми – от ширины.

Кроме рабочего размера отверстий в ситах большое

значение для их работы имеет коэффициент использования площади, или «живое» сечение сита, т. е. отношение площади всех отверстий к общей площади сита. Большое относительно «живое» сечение имеют сита с продолговатыми отверстиями, однако их в производстве растительных масел почти не применяют из-за того, что они быстро забиваются. Наибольшее распространение получили сита с круглыми отверстиями.

Чтобы сор мог отделяться от семени на сите, семя должно двигаться неравномерно – с ускорением. Ускорение обеспечивает относительное движение семени по сити, без чего невозможна его работа.

При работе сита получают две фракции:

- сход – частицы, размер которых больше диаметра отверстия, то есть сходящие с сита;

- проход – частицы, размер которых меньше диаметра отверстий, то есть проваливающиеся сквозь отверстия.

Очистка семян в воздушном потоке основана на различии в динамических и аэродинамических свойствах компонентов семенной массы. Примеси, равные по размерам семенам, невозможно отделить на ситах, поэтому применяют очистку в воздушном потоке.

Основным условием отделения примесей от семян в воздушном потоке является создание определенной скорости движения воздуха, большей скорости витания примесей и меньшей скорости витания или наоборот.

Очистка семян в магнитном и электрическом полях основана на различии магнитных свойств семян и примесей, компонентов рушанки и других сыпучих продуктов. Для очистки семян от ферромагнитных примесей применяют электросепараторы, электромагниты, устанавливаемые над продуктом, движущимся по ленточному транспортеру, или подковообразные магниты, размещаемые в потоке падающих семян.

Оборудование для очистки семян. Для очистки семян от примесей в основном применяется комбинированная очистка, где, как правило, используются два или более способов. Из очистительных машин наиболее распространены воздушно-ситовые сепараторы. Очистка семян производится в результате просеивания на ситах, пневматического сепарирования и улавливания ферромагнитных примесей при помощи постоянных магнитов. Сепараторы изготавливают с замкнутым и открытым воздушным циклом.

На маслодобывающих предприятиях широко используют сепараторы ЗСМ-50, ЗСМ-100, А1-БИС-100 и другие.

Воздушно-ситовые сепараторы работают по следующей технологической схеме (рис. 2.4). Засоренные семена 1, подлежащие очистке, поступают в приемную коробку 4, где питающим механизмом равномерно распределяются по всей ширине приемного устройства, далее поток семян направляется в аспирационный канал 5 первой продувки. Воздушный поток, пронизывая слой проходящих семян, уносит из него легкие примеси, которые осаждаются в камере 7 первой продувки, и с помощью воздуховода 11 выводится из машины.

Из канала первой продувки семена поступают в ситовой корпус 2, привод которого осуществляется от электродвигателя 1. В нем последовательно установлены три или четыре сита. С первого сита (а) (приемного) сходом идет крупный сор в лоток 3, а проходом – зерно; со второго сита (б) (сортировочного) сходом в лоток 11 падают примеси крупнее семян, проходом – семена; с третьего сита (в) (разгрузочного) сходом идут очищенные семена, проходом – мелкие семена и большая часть мелких примесей; с четвертого сита (г) (подсевного) проходом поступают мелкие примеси 1V в патрубок 12, сходом – очищенные семена.

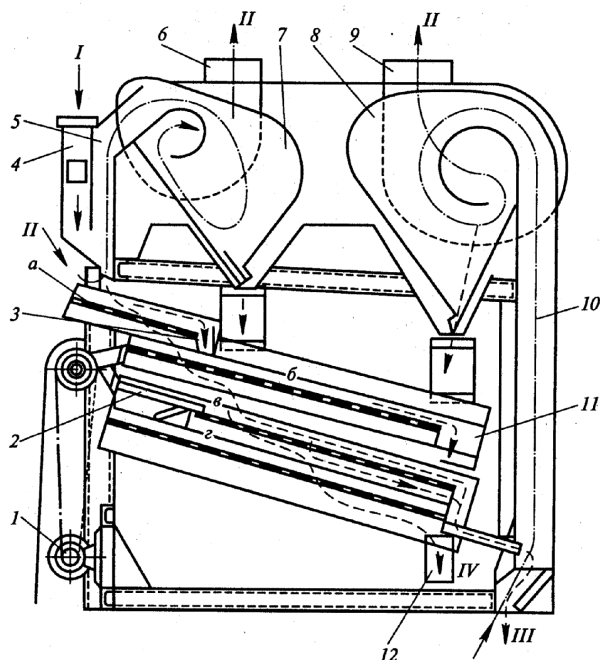


Рис. 2.4. Технологическая схема воздушно-ситового сепаратора:

- 1 – электродвигатель; 2 – ситовой корпус; 3 – лоток; 4 – приемная коробка;
 5 – аспирационный канал 1-й продувки; 6, 9 – вентиляторы; 7, 8 – осадочные камеры;
 10 – аспирационный канал; 11 – лоток; 12 – патрубок

Таким образом, на ситах сходом отделяют крупные фракции, а проходом – мелкие. Кроме того, семена на разгрузочном сите разделяются на две фракции по размеру. Назначение разгрузочного сита – разгружать подсевное сито от крупных семян, в котором меньше всего мелких примесей. Это позволяет повысить производительность сепаратора. После разгрузочного и подсевного сит семена объединяют в один поток и выводят из машины через аспирационный канал 10.

При необходимости можно семена с разгрузочного и подсевного сит направить отдельно. В некоторых сепараторах разгрузочное сито не устанавливают.

Очищенные на ситах семена при выходе из машины через отверстия III вторично продувают воздушным потоком в аспирационном канале 10 второй продувки. Легкие примеси осаждаются в осадочной камере 8 второй продувки и затем выводятся из машины. Отработавший воздух из осадочных камер 7, 8 вентиляторами 6, 9 удаляется из машины. Ситовой корпус при помощи колебательного механизма получает возвратно-поступательное движение. Сита в корпусе установлены под некоторым углом.

Сепаратор ЗСМ-100 (рис. 2.5) предназначен в основном для очистки семян перед складированием. Он представляет собой сдвоенный сепаратор ЗСМ-50. Сепаратор ЗСМ-100 имеет станину 1, два ситовых кузова 3, 4, которые приводятся в движение инерционным колебателем 5 от электродвигателя 2.

Верхний ситовой кузов имеет три ряда сит. Первое сито 6 – короткое (подситок), наклонено под углом 6° . На нем установлены сита большого размера (№180), служат они для отделения крупных примесей, идущих сходом.

Проход с подситка попадает в делитель, где распределяется на два одинаковых потока. Каждый из потоков поступает затем на сортировочные сита №100 – 80 ситовых кузовов, установленных под углом 110° . На этих ситах сходом идут крупные семена, а проход попадает на подсевное сито №30, где отделяется мелкая примесь. Аналогично верхнему работает и нижний ситовой кузов.

Проход с подситка попадает в делитель, где распределяется на два одинаковых потока. Каждый из потоков поступает затем на сортировочные сита № 100 – 80 ситовых кузовов, установленных под углом 110° . На этих ситах сходом идут крупные семена, а проход попадает на подсевное сито № 30, где отделяется мелкая примесь. Аналогично верхнему работает и нижний ситовой кузов.

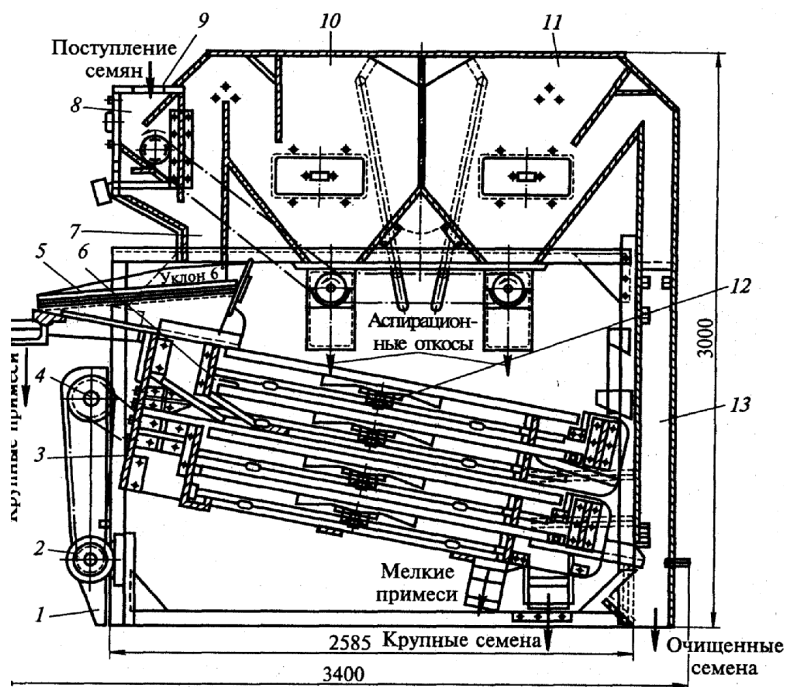


Рис. 2.5. Сепаратор ЗСМ-100:

1 – станина; 2 – электродвигатель; 3, 4 – ситовые кузова; 5 – инерционный колебатель; 6 – первое сито; 7 – направляющая пластина; 8 – приемный бункер; 9 – патрубок; 10, 11 – осадительные камеры; 12 – очиститель сит; 13 – аспирационная система

Сита очищаются *инерционными очистительными механизмами* (рис. 2.6). Механизм состоит из тележки 2, которая катится на роликах по направляющему уголку 4; перебрасывающего хомута 1, от положения которого изменяется направление движения тележки; двух плоских пружин 3. К последним прикреплены круглые щетки 5 или плоские очистители, набранные из резиновых пластинок. Направляющий уголок 4 укреплен под нижней поверхностью сита, благодаря чему щетки 5 или плоские очистители прижимаются к нижней поверхности сита. Сила их прижатия к поверхности сита регулируется винтами.

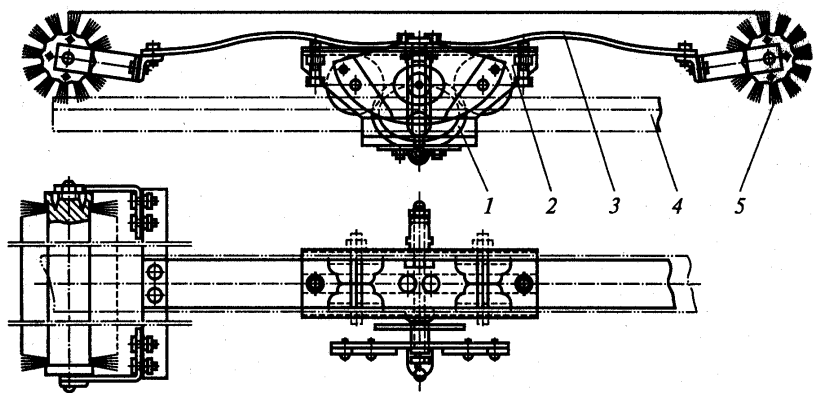


Рис. 2.6. Инерционный очистительный механизм:

1 – перебрасывающий хомут; 2 – тележка; 3 – две плоские пружины;
4 – направляющий уголок; 5 – щетки

При возвратно-поступательном движении ситовой коробки тележка 2 инерционного очистителя под действием инерционных сил передвигается на некоторое расстояние, зависящее от положения тормоза тележки. Направление движения тележки определяется положением перебрасывающего хомута 1.

Во время перемещения тележки 2 круглые щетки 5 катятся по нижней поверхности сита и своим волосом прокалывают отверстия снизу, благодаря чему выталкивают застрявшие семена. При каждом двойном качании ситовой коробки инерционный очиститель перемещается один раз, причем движение происходит только в сторону из-за неизменного положения перебрасывающего хомута. В тот момент, когда щетка достигает крайнего положения (правого или левого), перебрасывающий хомут под действием упора, установленного на направляющей, меняет положение, и очиститель начинает двигаться в обратную сторону. Таким образом, очиститель будет работать все время, пока перемещается ситовая коробка. Опыт эксплуатации этих очисти-

телей на мельницах показал, что они очищают поверхность сит от застрявших семян лучше, чем щеточный механизм.

Аспирационная система сепаратора состоит из двух самостоятельных систем: задней и передней. В отличие от рассмотренного сепаратора осадительные камеры не улиткообразные, а прямоугольной формы; выпускные клапаны для вывода сора из камер заменены шнеками, которые приводятся во вращение от отдельного электродвигателя. Кроме того, вместо встроенного вентилятора сепаратор ЗСМ-100 имеет отдельно установленный вентилятор, который отсасывает воздух из аспирационных систем. Производительность вентилятора 300 м³/мин. Скорость воздуха в аспирационных системах регулируется шаберами.

Техническая характеристика сепаратора ЗСМ - 100

Производительность, т/ч, для семян:

 пшеницы 100

 подсолнечника 40

Частота колебаний ситового корпуса, кол./мин 500

Амплитуда колебаний корпуса, мм 20

Угол наклона сит, град:

 приемного 6

 сортировочных и подсевных 11

Мощность электродвигателя, кВт 3,3

Габариты, мм 3400х3860х3040

Сепаратор ЗСМ-100 работает следующим образом. Семена, поступившие через патрубок 9 в приемный бункер 8, под действием своей силы тяжести открывают заслонку и равномерным слоем направляются в передний аспирационный канал. Здесь они интенсивно обрабатываются воздухом и ссыпаются на первое сито – подситок. Воздух и отобранные примеси поступают в осадительные камеры 10, 11, где воздух частично очищается и, пройдя регулировочный шибер, направляется по воздуховоду в вентилятор. Выпавшие примеси выводятся из камер. Семена, попавшие на подситок, идут проходом, а крупные примеси – сходом. Проход

семян поступает на делитель, где разделяется на два одинаковых потока, каждый из которых направляется на сортировочные сита ситовых кузовов. На сортировочных ситах сходом идут крупные семена, а проходом – вся остальная масса семян, которая поступает на подсевные сита; на этих ситах сходом идут семена, а проходом – мелкий сор.

Под каждым ситом расположен очиститель 12. С сортировочных и подсевных сит сход поступает во вторую заднюю аспирационную систему 13, которая работает так же, как и передняя аспирационная система.

Сепаратор А1-БИС-100 (рис. 2.7) предназначен для очистки семян от примесей, отличающихся от них шириной, толщиной, аэродинамическими свойствами. Двухсекционный корпус 6 подвешен к станине на гибких подвесах 23. В двух его параллельно работающих секциях установлены сортировочное (металлоштампованное) 7 и подсевное 8 сита.

Сортировочное сито имеет квадратные отверстия размером 8х8 мм, подсевное – треугольные с размерами сторон 3,5 мм. Сита очищаются резиновыми шариками 19 диаметром 35 мм.

На станине корпуса расположен электродвигатель 2, передающий через клиноременную передачу 1 вращение шкиву 18. На нем закреплены неуравновешенные грузы, которые при вращении шкива создают дисбаланс, сообщают ситовому корпусу круговое поступательное движение.

Приемное устройство сепаратора состоит из приемного 3 и смотрового 4 патрубков, соединенных матерчатými рукавами 5 с ситовым корпусом. Для очистки семян от мелких примесей в торце установлены два аспирационных канала, предусмотрена подвижная стенка 12, положение которой регулируют штурвалами 13 и 11. При этом изменяется скорость воздушного потока в канале, что позволяет добиться лучшего выделения легких примесей. Расход воздуха в аспирационном канале регулируют клапаном 9 при помощи ручки 10.

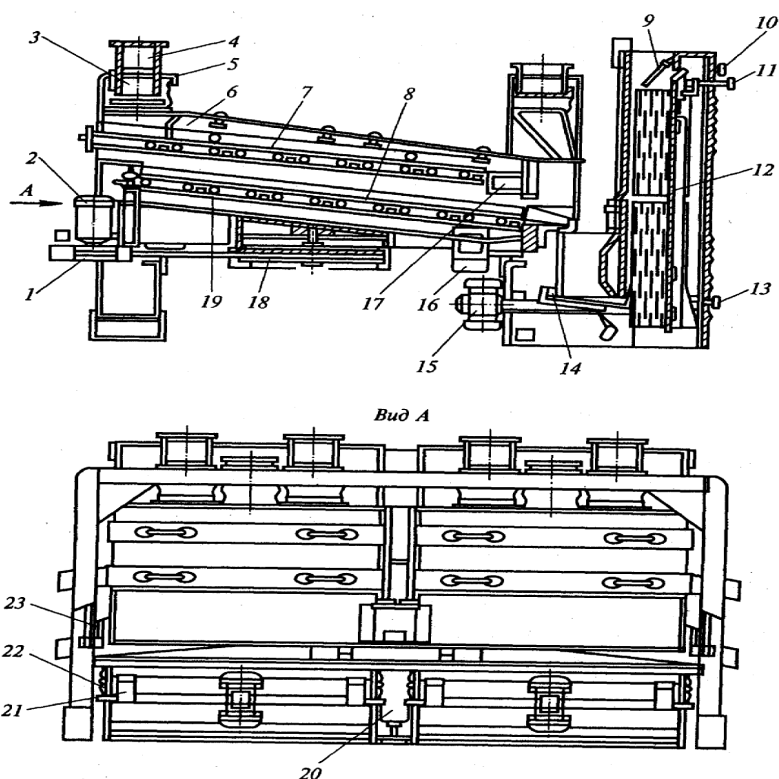


Рис. 2.7. Сепаратор А1-БИС-100:

- 1 – клиноременная передача; 2 – электродвигатель; 3 – приемный патрубок;
 4 – смотровой патрубок; 5 – матерчатый рукав; 6 – двухсекционный корпус;
 7 – сортировочное сито; 8 – подсевное сито; 9 – клапан; 10 – ручка; 11 – штурвал;
 12 – подвижная стенка; 13 – штурвал; 14 – вибродотковый питатель; 15 – вибратор;
 16, 17 – лоток; 18 – шкив; 19 – резиновые шарики; 20 – светильник; 21 – резиновые
 подвески; 22 – пружина; 23 – гибкий подвес

Для наблюдения за работой каналов между ними установлен светильник 20. Вибродотковый питатель 14 подвешен к стенкам аспирационных каналов на резиновых подвесках 21 и пружинах 22. Питатель 14 приводится в движение от вибратора 15. Семена в сепараторе очищаются следующим образом. Они двумя параллельными потоками поступают через патрубки 3 в секции ситового корпуса. В каждой

секции семена попадают на верхнее сортировочное сито 7, где сходом идут крупные примеси и по лотку 17 выводятся из машины, а проход (основные семена и оставшиеся примеси) поступает на нижнее, подсевное, сито 8. Проход (мелкие примеси) через него выводится по лотку 16, а сход (очищенные от крупных и мелких примесей семена) поступает на вибrolотковый питатель 14 и подается им в аспирационный канал, где и отделяются легкие примеси. При поступлении семян в аспирационный канал вибrolоток распределяет их по всей длине и ширине канала, разрыхляет семенной слой, что существенно улучшает отделение легких примесей. Эффективность очистки семян в сепараторе от крупных примесей составляет до 100%, от мелких – 70...71, от легких – 76.

Техническая характеристика сепаратора А1-БИС- 100

Производительность для семян	
подсолнечника, т/ч	100
Частота колебаний	
ситового корпуса, кол./мин	360
Радиус круговых колебаний	
ситового кузова, мм	9
Угол наклона сит, град:	
сортировочных	7
подсевных	8
Расход воздуха, м³/ч	12000
Мощность электродвигателей, кВт	1,2
Габариты, мм	2460x2510x1510

2.3. Технология и оборудование для разрушения семенной оболочки

Технология для разрушения семенной оболочки. В масличных культурах основное количество масла находится в ядре. Поэтому с точки зрения технологии основными

составными частями масличных семян при их переработке принято считать ядро и оболочку.

Маслосемена, в которых нет срастания внешней оболочки с ядром, обычно перерабатывают с отделением ее. Это семена подсолнечника, клещевины, хлопчатника, сои, арахиса, сафлора, горчицы и некоторых других культур.

У льна, кунжута, рапса, рыжика и других растений оболочка прочно срастается с маслосодержащим эндоспермом, что затрудняет ее отделение, и такие семена перерабатываются вместе с оболочкой.

У семян сои тонкая оболочка, поэтому их можно перерабатывать без ее отделения методом прямой экстракции.

Оболочка, будучи легче, чем ядро, уменьшает процент использования полезной вместимости производственного оборудования, что ведет к снижению его производительности. Увеличение содержания плотной оболочки способствует ухудшению качества жмыха за счет увеличения в нем количества клетчатки и азотисто-экстрактивных веществ. В связи со значительной плотностью оболочка вызывает повышенный износ рабочих деталей машин, что снижает эффективность работы оборудования. Кроме того, она имеет большую пористость и способность интенсивно поглощать масло, а также прочно его удерживать, поэтому увеличение содержания оболочки в ядре приводит к потерям масла при прессовом способе обработки семян.

Обрушение масличных семян может производиться различными методами в зависимости от физико-механических и биологических свойств семян и их частей. При выборе метода обрушивания в первую очередь учитывают механические свойства оболочек: прочность, упругость и пластичность.

При обрушении семян получают рушанку, которая состоит из целых ядер, оболочек, сечки (частиц ядра), масличной пыли, хилых и не полностью обрушенных семян (недоруш).

Прочность оболочек существенно зависит от их влажности. Так, для семян подсолнечника величина максимальной удельной работы разрушения оболочки соответствует влажности 14,1%, при большей или меньшей влажности она понижается. На эффект обрушения также влияют толщина оболочки, величина воздушной прослойки между ядром и оболочкой, прочность связи оболочки с ядром, направления приложения внешних сил и др. У семян подсолнечника оболочка волокнистого строения и легко раскалывается вдоль волокна. Обрушение семян подсолнечника основано на действии удара и осуществляется на бичевых или центробежных семенорешках.

Обрушение семян клещевины, несмотря на достаточную хрупкость оболочки, происходит путем легкого сжатия (раздавливания) между двумя гладкими валками на шелушильных машинах. Это связано со специфическими свойствами высокомасличного ядра семян клещевины.

Хлопковые семена имеют плотную эластичную покрытую пухом оболочку, которая облегает сравнительно прочное ядро. Поэтому для высвобождения ядра от семенной оболочки хлопковые семена обрушивают методом разрезания или скалывания на дисковых или ножевых шелушителях. Семена сои обрушивают методом среза и удара.

Оборудование для разрушения семенной оболочки.

Бичерушка МРН (рис. 2.8) включает в себя три основных узла: питающее устройство, бичевой барабан и деку.

Питающее устройство состоит из питающего бункера 4 (см. рис. 2.8), рифленого питающего валика 3 и регулирующей заслонки 2.

Питающее устройство предназначено для регулирования количества поступающих семян и распределения их по длине валика.

Для регулирования количества подаваемых семян нужно определить положение заслонки по отношению к

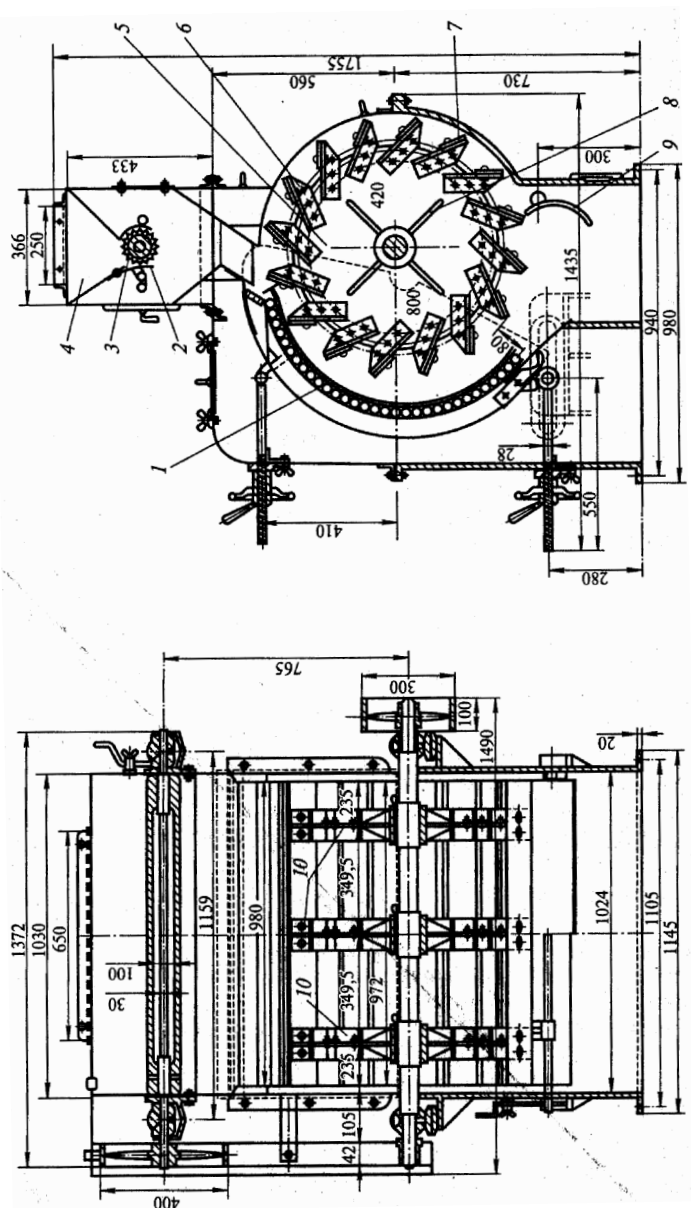


Рис. 2.8. Бичерушка МРН:

1 – дека; 2 – регулирующая заслонка; 3 – питающий вал; 4 – питающий бункер; 5 – бичевой барабан;
6 – уголки; 7 – бичи; 8 – ребра; 9 – отрагатель; 10 – диск

питательному валику. Слой семян, проходящий между заслонкой и поверхностью питающего валика, называется активным слоем. Количество семян, подаваемое питающим валиком, складывается из объема семян, находящихся во впадинах между рифлями, и объема семян, проходящих активным слоем.

Таким образом, при передвижении заслонки изменяется производительность питающего валика за счет изменения величины активного слоя. Количество семян, поступающее в углубления между рифлями валика, может быть изменено при изменении частоты вращения валика.

Правильная работа питающего валика имеет большое значение. Если питающий валик по какой-либо причине будет распределять семена по всей длине неравномерно, то в том месте, куда поступает большее количество семян, бичевой барабан не успеет их переработать. Здесь образуется недоруш или целяк. Наоборот, на том месте, куда поступает малое количество семян, образуется сечка.

В бичерушке МРН питающий валик выполнен в виде пустого чугунного вала диаметром 110 мм, на поверхности которого выфрезерованы прямоугольные рифли. Обычно валик имеет частоту вращения 98...110 мин⁻¹. Рукоятка регулировочной заслонки выведена наружу, на торец питающего бункера, и снабжена барашком для фиксации ее положения.

Рабочими органами бичерушки являются бичевой барабан 5 и дека 1. На горизонтальном валу укреплено два или три диска 10 со ступицами. Для придания жесткости дискам с обеих сторон приварены ребра 8. На наружной кромке диска расположено 16 пар уголков 6 под углом 55° к осевой линии. К этим уголкам при помощи болтов прикреплены бичи 7. Каждый бич представляет собой прямоугольник размером 972×100 мм, изготавливаемый из стали марки Ст 3. Вся эта система называется бичевым барабаном, которому

при работе сообщается вращательное движение. Для нормальной работы бичерушки окружная скорость бичевого барабана (считая по наружной кромке бичей) должна быть в пределах 23...26 м/с.

Бичевой барабан снаружи на дуге 110° окружен волнистой поверхностью, называемой декой. Ее выполняют из чугунных колосников, отливаемых отдельными секциями по 4...5 рифлей, или из отдельных колосников круглой либо треугольной формы, укладываемых в каркас деки. На торце круглого колосника профрезерованы крестообразные канавки (рис. 2.9). Это позволяет использовать колосники несколько раз. Всю деку можно приблизить или удалить от бичевого барабана, что выполняют при регулировании бичерушки.

Для перемещения деки используют специальные регулировочные механизмы.

Верхний регулировочный механизм (рис. 2.10) имеет простое устройство и представляет собой кронштейн 6, болтами прикрепленный к стенке бичерушки. В кронштейн вставлено полукольцо 5, имеющее кольцевую выточку и закрепленное в кронштейне двумя стопорными винтами. Гайка механизма 2 имеет буртик и маховичок. Буртик гайки вставляется в кольцевую выточку полукольца, благодаря

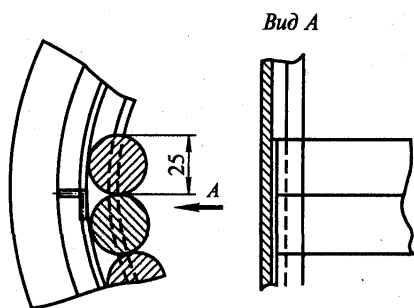


Рис. 2.9. Крепление отдельных прути-
ков в каркасе деки бичерушки МРН

этому гайка осуществляет вращательное движение без осевого перемещения. В отверстие гайки ввинчен винт 3, который через тягу 4 соединен с верхним угольником каркаса деки. Положение гайки фиксируется специальной контргайкой 1.

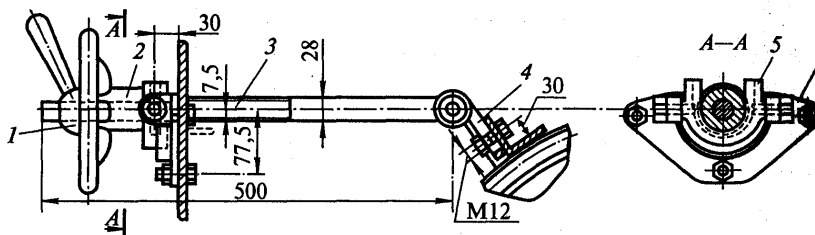


Рис. 2.10. Механизм регулировки верхней части деки:

1 – контргайка; 2 – гайка механизма; 3 – винт; 4 – тяга; 5 – полукольцо; 6 – кронштейн

При вращении маховичка по часовой стрелке винт 3 ввинчивается в гайку 2, перемещается влево и через тягу 4 отодвигает (отваливает) деку от бичевого барабана. При вращении маховичка в противоположную сторону дека приближается к барабану. Нижний регулировочный механизм устроен еще проще. У него нет тяги, и винт на правом конце имеет проружину, через которую проходит ось стяжки нижней части каркаса деки.

При помощи описанных регулировочных механизмов можно изменять расстояние между декой и бичевым барабаном в пределах от 8 до 80 мм.

Станина бичерушки металлическая, литая из чугуна, имеет разъем в горизонтальной плоскости на уровне вала бичевого барабана. Состоит станина из двух частей (верхней и нижней). Верхняя половина станины может иметь разъем в вертикальной плоскости над валом бичевого барабана.

В выводной точке станины помещен изогнутый козырек – отражатель 9 (см. рис. 2.8), положение которого можно изменять ручкой.

Бичерушка приводится в движение электродвигателем с помощью ременной передачи.

Работа бичерушки осуществляется следующим образом. Семена поступают в питающий бункер, валиком равномерно распределяются по длине барабана. Пройдя щель питающего бункера, семена попадают на бичи быстро

вращающегося барабана; здесь они ударяются о них, и при достаточной окружной скорости происходит обрушение семян. Если окружная скорость недостаточна, то семена при встрече с бичами не обрушаются, но отбрасываются с большой скоростью на деку, где и происходит обрушение. В случае, если семена и при ударе не обрушились, они подвергаются повторным ударам бичей. Обрушенные семена (ядро, сечка, лузга) и недоруш опускаются в нижнюю часть корпуса бичерушки и выводятся из машины.

Техническая характеристика бичерушки МРН

Производительность, т/с	до 60
Диаметр бичевого барабана, мм	800
Длина барабана, мм	972
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	500...630
Угол обхвата барабана деками, град	110
Содержание чистых семян на выходе из машины, %	до 67
Мощность привода, кВт	5,5
Габариты, мм	1490x1435x1755
Масса, кг	1500

Для уменьшения износа бичей рекомендуется двукратное покрытие их твердым сплавом, например сталинитом, что позволяет удлинить срок их службы до 12...15 мес. По мере износа бичей или же при установке новых необходимо произвести балансировку бичевого барабана.

При нарушении балансировки барабана во время работы бичерушка начинает вибрировать; постепенно это приводит к расшатыванию станины и созданию динамических нагрузок на фундамент. Бичевой барабан обычно подвергают только статической балансировке на простейшем балансировочном станке или в самой машине.

В бичерушках образуется большое количество сечки и масляных капель, из-за этого технологический процесс обрушения основан на многократном ударе семян о деку. Поэтому были созданы принципиально новые машины для обрушения семян, использующие принцип однократного

непрерывного удара в центробежном поле. К этому типу машин относятся рушанки А1-МРЦ и РЗ-МОС.

Центробежная обрушивающая машина А1-МРЦ (рис. 2.11) состоит из цилиндрического корпуса 1, к которому приварены патрубки 2 с жалюзи 3 для аспирации пыли, мелкой лузги и семенной оболочки.

К верхней части корпуса крепится дека 4, состоящая из обечайки, к которой приварено в два ряда по горизонтали 48 пластин. На уровне деки в корпусе вращается на валу 8 ротор 7. Вертикальный вал ротора соединен с мотор-редуктором 9. Ротор изготовлен из двух горизонтальных дисков, внутри которых имеется 16 рабочих каналов высотой 32 мм, образуемых ребрами.

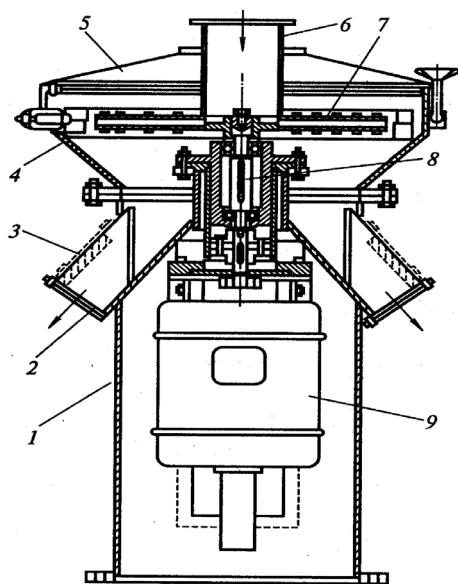


Рис. 2.11. Центробежная обрушивающая машина А1-МРЦ:

- 1 – цилиндрический корпус; 2 – патрубок;
3 – жалюзи; 4 – дека; 5 – крышка; 6 – питатель;
7 – ротор; 8 – вал; 9 – мотор-редуктор

Семена подают в цилиндрический питатель 6, закрепленный на крышке 5 корпуса по оси ротора. Из питателя семена поступают в каналы ротора, под действием центробежной силы они перемещаются с большой скоростью к деке. Вылетая из каналов, семена ударяются о деку, и их плодовая оболочка разрушается. Рушанка, отскакивая от деки, через патрубки 2 удаляется из машины.

<i>Техническая характеристика обрушивающей машины А1-МРЦ</i>	
Производительность, т/с	до 200
Частота вращения, мин ⁻¹	1200...1500
Диаметр ротора, мм	700

Центробежная обрушивающая машина РЗ-МОС (рис. 2.12) состоит из непосредственно машины 1 и присоединенных к ней двух циклонов 2. Вертикальный вал машины приводится в движение электродвигателем с помощью клиноременной передачи. На валу установлен дисковый ротор, который направляет семена к деке. К корпусу машины крепится цилиндрическая дека специальной конструкции. В верхней части машины расположен приемный бункер 3 для семян, решетка для отделения примесей, внутренний и наружный питатели для подачи семян к дисковому ротору. Циклон состоит из корпуса внутреннего цилиндрического сита.

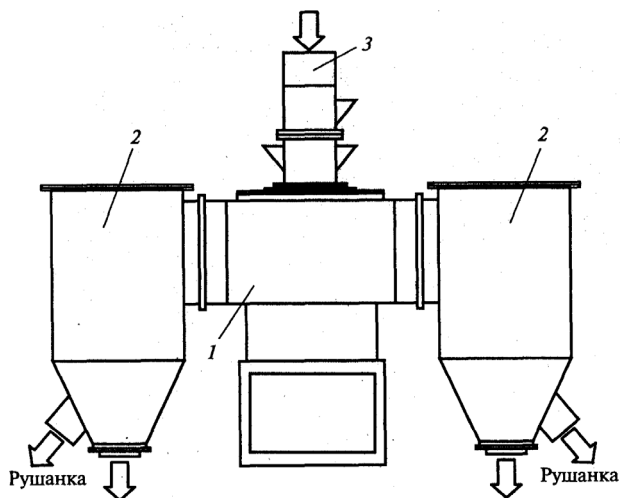


Рис. 2.12. Центробежная обрушивающая машина РЗ-МОС:

1 — непосредственно машина; 2 — циклоны; 3 — приемный бункер

Работа центробежной обрушивающей машины происходит следующим образом. Семена поступают в бункер 3, опускаются вниз к решетке, где удаляются крупные примеси. Далее семена разделяются на два потока внутренним и наружным питателем. Внутренний питатель подает семена на ту часть ротора, которая направляет семена на нижнюю часть цилиндрической деки, внешний питатель – на внешнюю ее часть. Конструкция верхней и нижней части цилиндрической деки устроена так, что обрушенные семена, или рушанка, направляются соответственно в верхнюю или нижнюю приемную часть машины. Полученная часть рушанки поступает в два циклона 2, в которых и происходит отделение рушанки от воздуха и масляной пыли за счет установки в них цилиндрических сит.

Таким образом, за счет мощного направленного однократного удара семени о деку в описанной машине образуется значительно меньше сечки и масляной пыли; кроме того, увеличивается производительность машины.

Техническая характеристика обрушивающей машины РЗ-МОС

Производительность, т/с	200
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	1500...2000
Диаметр, мм:	
ротора	380
деки	460
Габариты, мм	1350x830x1510

Разрушение оболочки хлопковых семян для извлечения из масляного ядра методом удара исключается вследствие высокой эластичности оболочки. Для этой цели в промышленности применяют метод разрезания в дисковых или в ножевых шелушителях.

Дисковый шелушитель МШВ (рис. 2.13) представляет собой стальной диск 6, являющийся рабочим органом машины. Диск заключен в чугунный кожух 2 и посажен на горизонтальный вал 7, вращающийся в радиальных шарикоподшипниках. К диску прикреплено шесть секторов ножей 1.

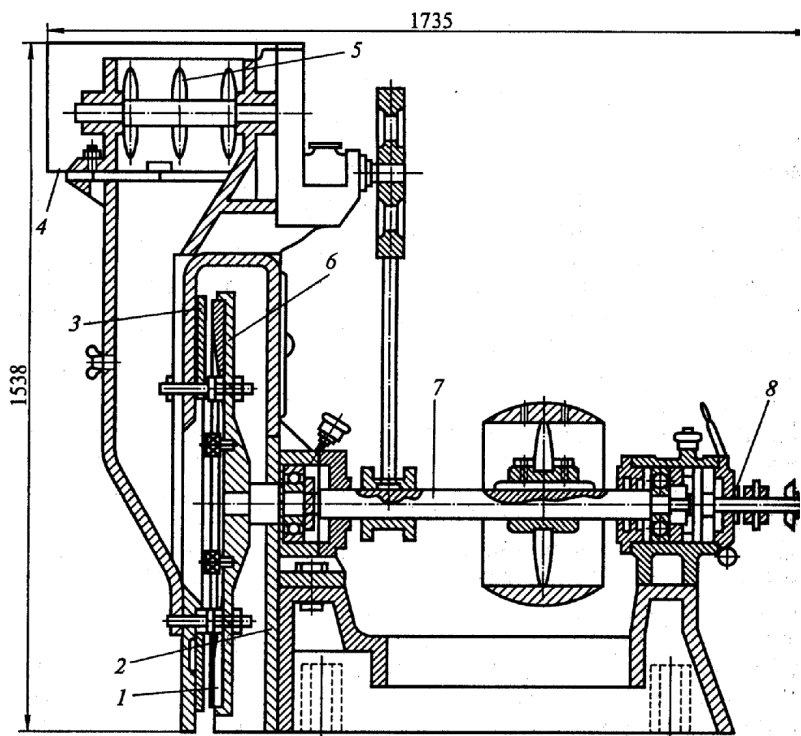


Рис. 2.13. Дисковый шелушитель МШВ:

1 – секторы ножей; 2 – кожух; 3 – ножи; 4 – регулировочная заслонка; 5 – лопасти;
6 – стальной диск; 7 – горизонтальный вал; 8 – болт

Лицевая поверхность диска проточена так, что рабочая плоскость ножей не строго вертикальна, а расположена под некоторым углом к вертикали. Диск вместе с горизонтальным валом может перемещаться в осевом направлении до 50 мм, что позволяет менять зазор и пропускать твердые предметы, попадающие в рабочее пространство машины. Для этой цели на корпусе заднего подшипника смонтирован выключающий механизм, состоящий из рычагов и пружин.

Для обеспечения возможности осевого перемещения вала его подшипниковые узлы имеют своеобразную

конструкцию: подшипники заключены в стаканы, которые вставлены в корпуса, где они могут аксиально перемещаться.

На внутренней поверхности крышки кожуха укреплено шесть ножей 3. Конический зазор, образующийся между неподвижными ножами, является рабочим пространством, в котором происходит процесс разрезания семенной оболочки. Для изменения зазора рабочего пространства в корпусе заднего подшипника предусмотрен регулировочный болт 8. Сверху кожуха установлен небольшой приемный бункер, в котором имеется ворошитель с лопастями 5, расположенными по винтовой линии.

Ножи шелушителя представляют собой сектор с центральным углом 60° (рис. 2.14). На лицевой поверхности ножей имеются рифлы треугольного профиля, расположенные по радиусу.

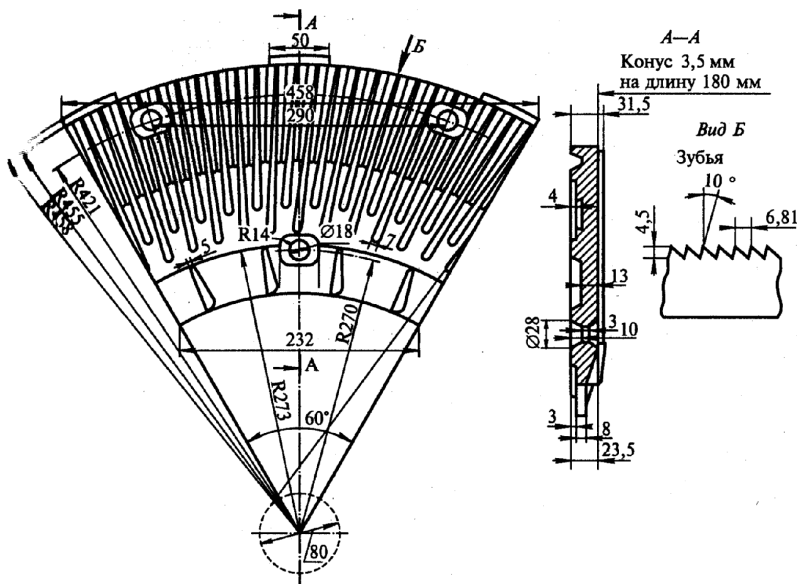


Рис. 2.14. Нож дискового шелушителя

Вертикальной точкой, внутри которой помещается регулировочная заслонка 4 (рис. 2.13), приемный бункер соединен с центром неподвижных ножей. Эта точка предназначена для подачи семян в рабочее пространство дисков.

Машина приводится в движение от одиночного электродвигателя через плоскоременную или клиноременную передачу. От горизонтального вала также плоскоременной передачей вращение передается через пару цилиндрических шестерен ворошителю. Передача семян в рабочее пространство машины происходит только при ее работе.

Работает шелушитель следующим образом. Семена, поступившие в приемный бункер, подаются в точку, по которой они подводятся в рабочее пространство между дисками. Благодаря вращению диска семена отбрасываются к периферии. Попадая между рифлями подвижных и неподвижных ножей, семена разрезаются и выбрасываются по периферии диска в кожух. Из кожуха рушанка отводится вниз для дальнейшей переработки.

По мере работы шелушителя режущие вершины радиальных рифлей срабатываются и работа машины ухудшается. Момент затупления рифлей ножей узнается по повышенной температуре кожуха, окружающего диски.

Смена ножей происходит следующим образом. Предварительно в мастерской подбирают комплект (шесть ножей) и подвергают грубой обработке на шлифовальном станке заднюю и боковые стороны сектора. Затем те секторы, которые на диске расположены диаметрально противоположно, уравнивают на весах и маркируют. Для изменения массы сектора с задней стороны в его специальные углубления подливают баббит или высверливают глухие углубления.

После набора секторов на диск в том порядке, в каком были маркированы в мастерской, и их закрепления убедиться в том, что диск уравновешен. Для этого поворачивают вручную диск и дают ему свободно вращаться; после оста-

новки диска отмечают его нижнюю часть. Затем еще раз сообщают вращение диску и наблюдают, где остановится его отмеченное место. Если снова внизу, то это указывает, что нижний сектор самый тяжелый. Для его уравнивания под крепежные болты диаметрально противоположного сектора подкладывают шайбы через окно в задней стенке кожуха. Если диск уравновешен, то при остановке он останется в том же положении. Если уравнивание не достигнуто, то после остановки диск начнет медленно вращаться и затем при остановке его тяжелая часть окажется внизу. Тогда операцию повторяют. Если при плохо отбалансированом подвижном диске шелушитель запустить в работу, то появятся большие вибрации, не позволяющие нормально работать.

Техническая характеристика дискового шелушителя

МШВ

Производительность, т/с	100...120
Частота вращения дисков, мин ⁻¹	1000...1200
Диаметр дисков, мм	920
Мощность двигателя, кВт	28
Габариты, мм	1735x1216x1538
Масса, кг	1450

Дисковый шелушитель АС-900 (рис. 2.15) по технологической схеме и принципу работы почти не отличается от вышеописанного шелушителя. Однако конструктивно он значительно отличается от него.

Стальной диск 19, являющийся рабочим органом машины, заключен в чугунный кожух 1. На наружной поверхности крышки сделана вертикальная течка 2, по которой семена из питающего устройства передаются в рабочую зону. На внутренней поверхности крышки и на стальном диске крепится по шесть чугунных секторов-ножей. Между подвижными и неподвижными ножами образуется рабочее пространство машины.

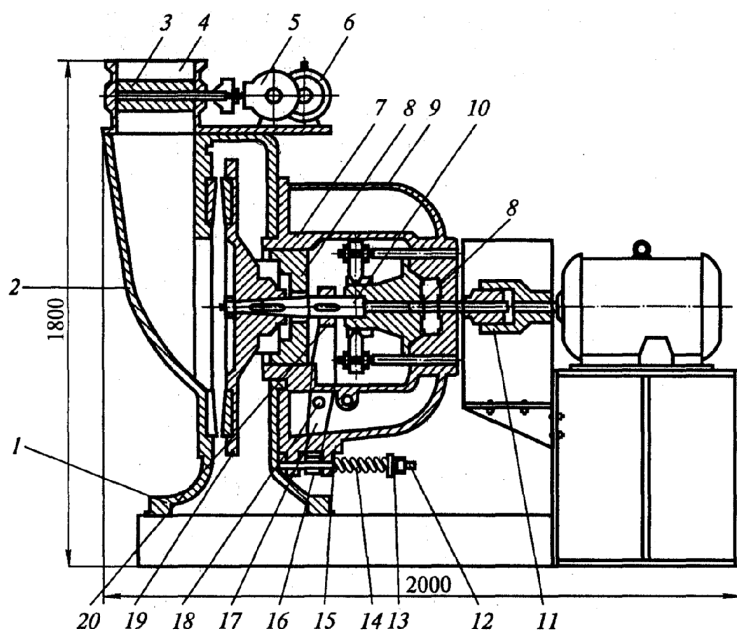


Рис. 2.15. Дисковый шелушитель АС-900:

- 1 – кожух; 2 – вертикальная течка; 3 – питатель; 4 – бункер; 5 – редуктор;
 6 – электродвигатель; 7 – стакан; 8 – шарикоподшипник; 9 – кронштейн; 10 – вал;
 11 – муфта; 12 – направляющий штырь; 13 – регулировочная гайка; 14 – пружина;
 15 – кронштейн; 16 – втулка; 17 – рычаг; 18 – ось; 19 – диск; 20 – втулка

Стальной диск насажен на горизонтальный вал 10, который вращается на шарикоподшипниках 8, и соединен с помощью шлицевой муфты 11 с электродвигателем.

Передний подшипник вставлен в стакан 7, который может перемещаться в корпусе. Подшипниковые узлы и отводной механизм вала расположены в чугунном кронштейне 9, прикрепленном к задней стенке кожуха. Отводной механизм предназначен для отвода вала в случае попадания крупных предметов в рабочее пространство машины. Он состоит из втулки 20, расположенной на валу и закрепленной на рычаге 17, который может поворачиваться на оси 18. Нижний конец рычага с помощью втулки 16 закреплен на направляющем

штыре 12, на который надевается пружина 14, одним концом упирающаяся в упор кронштейна 15, а другим – в регулировочную гайку 13. Отвод диска происходит следующим образом. Когда в рабочее пространство попадает крупный предмет, то возникающее осевое усилие отжимает диск 19 и вал 10 вправо.

При движении вала 10 вправо также вправо перемещается втулка 20, а с ней – поверхностный конец рычага 17, поворачиваясь вокруг оси 18. В этом случае нижний конец рычага 17 и втулки 16 передвигаются влево, причем направляющий штырь 12 также перемещается влево и сжимает пружину 14.

После прохождения крупным предметом рабочего пространства пружина 14 разжимается и отводит вправо направляющий штырь 12 вместе с втулкой 16 и нижний конец рычага 17. При этом верхний конец рычага 17 через втулку 20 подает влево вал 10 вместе с диском 19. Таким образом восстанавливается установленный зазор. Сверху кожуха установлено питающее устройство, состоящее из бункера 4, внутри которого помещен питатель 3. Питатель приводится во вращение от электродвигателя 6 через редуктор 5. Привод горизонтального (рабочего) вала машины также осуществляется от индивидуального электродвигателя.

Техническая характеристика дискового шелушителя АС-900

Производительность, т/с	80
Диаметр диска, мм	900
Частота вращения рабочего вала, мин ⁻¹	970
Мощность электродвигателя рабочего вала, кВт	17
Мощность электродвигателя питателя, кВт	0,4
Габариты, мм	2000х1200х1800
Масса машины, кг	1820

Ножевой шелушитель (рис. 2.16) также рекомендуется применять для переработки тонковолокнистых сортов хлопчатника.

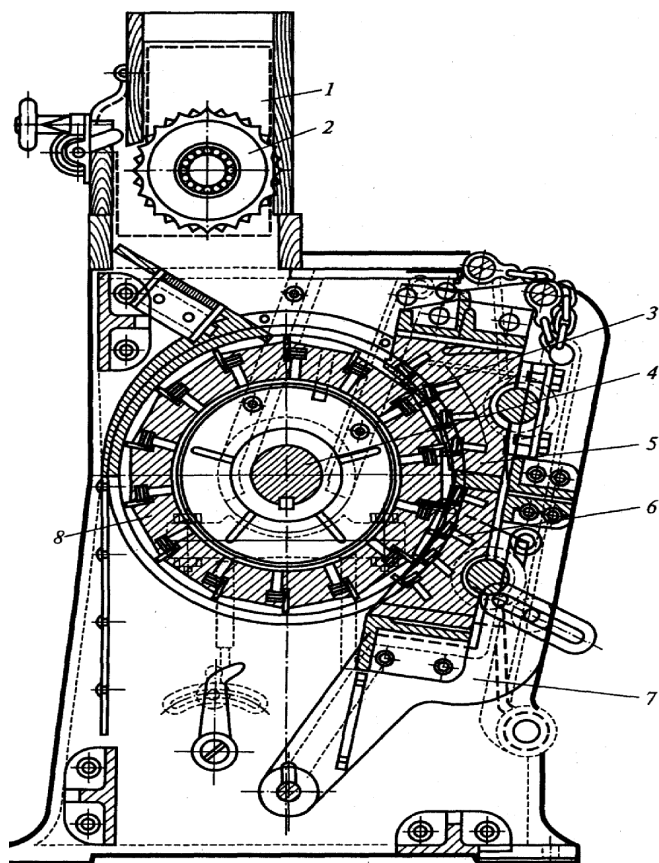


Рис. 2.16. Ножевой шелушитель:

1 – питающее устройство; 2 – рифленый питающий валик; 3 – ножи; 4 – вал; 5 – дека;
6 – ножи; 7 – эксцентриковое устройство

Ножевой шелушитель состоит из питающего устройства 1, ножевого барабана 8 и деки 5. Питающее устройство выполнено в виде рифленого питающего валика 2 с регулируемым шибером. Назначение питающего устройства – равномерно подавать семена в машину и равномерно распределять их по длине питающего валика, а следовательно,

и по ножевому барабану. Для изменения количества семян, проходящих через машину, служит заслонка. Ножевой барабан укреплен на валу 4 машины. На самом барабане при помощи винтов крепятся трехгранные ножи 3, каждый из которых имеет шесть режущих кромок, одна из них находится в работе. По мере ее износа нож поворачивается, и обновляется режущая кромка.

Техническая характеристика ножевого шелушителя

Производительность, т/с	70...80
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	950
Мощность электродвигателя, кВт	10
Габариты ножевого барабана (диаметр x длина), мм	596x760

Дека ножевого шелушителя набрана из пластинчатых колосников с прикрепленными к ним от 1 до 10 ножей 6 в зависимости от влажности обрушиваемых семян. При помощи эксцентрикового устройства 7 дека может придвигаться к ножевому барабану или отводиться от него. При этом изменяется расстояние между ними и степень измельчения семян. Так как зазор по всей длине постоянный, то в этой шелушительной машине разрушенные частицы будут меньше подвергаться вторичному измельчению, чем в дисковых шелушителях, что уменьшит замасливание отходящей лузги.

Ножевой барабан имеет диаметр 596 мм и работает с окружной скоростью 29,6 м/с, поэтому для эффективной работы барабана необходима его тщательная балансировка. Балансировка ножевого барабана может осуществляться так же, как и барабана бичерушки.

Ножевой шелушитель работает следующим образом. Поступающие в питающий бункер семена питающим устройством распределяются по длине ножевого барабана и попадают в щель между ножевым барабаном и декой. В этой щели семя подвергается воздействию ножей барабана и деки и разрезается. Разрезанные семена, пройдя щель

между ножевым барабаном и декой, выбрасываются в выводное отверстие машины в виде рушанки.

Ножевой шелушитель дает лучшие результаты по шелушению хлопковых семян, чем дисковый. Однако при попадании с семенами различных твердых предметов (камней, гаек, болтов) ножевой шелушитель может выйти из строя, что является его существенным недостатком.

2.4. Технология и оборудование для разделения семенной массы (рушанки)

Технология разделения рушанки. Выходящий из машин для рушения семенной оболочки продукт, рушанка, состоит из ядра, лузги, недоруша и сечки. Рушанка подвергается дальнейшей переработке – разделению на составные части. Необходимость деления рушанки вызвана следующим обстоятельством. Лузга имеет большую пористость и содержит мало масла. При дальнейшей совместной переработке с высокомасличным ядром она поглощает значительное количество выделяющегося масла, что увеличивает потери масла в процессе производства. Кроме того, растет объем перерабатываемого сырья, снижается производительность оборудования и, наконец, ухудшается качество получаемого масла за счет восков, которые переходят в него из лузги.

Состав рушанки по физическим свойствам компонентов разнообразен. От свойств и степени различия составных частей зависит выбор типа оборудования и режимов его работы. Широко применяют способы, основанные на различии размеров и электрофизических свойств, плотности, коэффициентов трения и динамических свойств.

Сепарирование рушанки только по линейным размерам применяется лишь для выделения ядра из рушанки хлопчатника. Рушанка других культур подвергается на

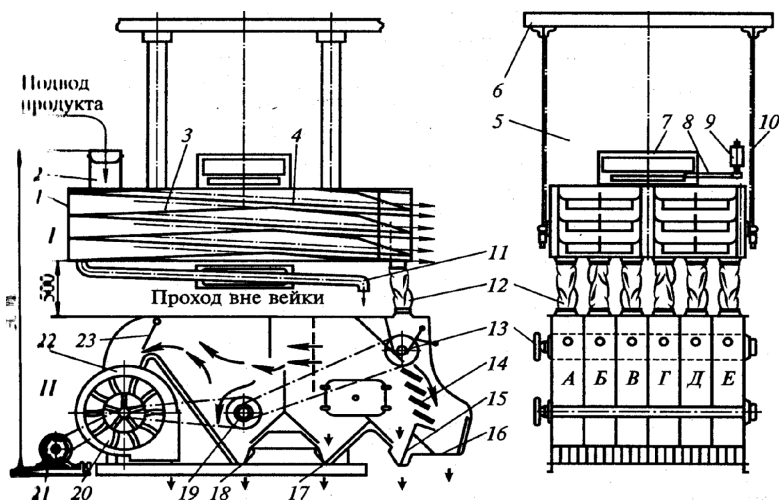


Рис. 2.17. Аспирационная семеновейка М2С-50:

1 – деревянный короб; 2 – приемная коробка; 3, 4 – сито; 5 – подвески; 6 – перекрытие; 7 – эксцентриковый механизм; 8 – клиноременная передача; 9 – электродвигатель; 10 – кронштейн; 11 – вневесечный проход; 12 – рукава; 13 – питающий валик; 14 – жалюзи; 15, 17, 18 – бункеры; 16 – канал; 19 – контрпривод; 20 – вентилятор; 21 – электродвигатель; 22 – корпус; 23 – шибер; I – рассев; II – вейка

ситовых поверхностях только фракционированию по линейным размерам с целью облегчения последующего процесса разделения ее по аэродинамическим свойствам.

Оборудование для разделения рушанки. Аспирационные семеновейки М1С-50 и М2С-50 применяются для разделения подсолнечной рушанки. Отличаются они только приводом рассева.

Семеновейка М2С-50 состоит из рассева I и вейки II (рис. 2.17), работающих от своего индивидуального привода. Рассев семеновейки предназначен для разделения рушанки на фракции примерно одного размера. Это необходимо для того, чтобы в аспирационном корпусе более контрастно проявилось различие в аэродинамических свойствах лузги и ядра. В аспирационном корпусе происходит разделение полученных с рассева фракций на ядро и лузгу.

Рассев представляет собой деревянный короб 1, который по длине разделен на две половины. В каждую половину рассева вставлено три яруса сит 4 с уклоном 3...5°, которые образуют ситовую поверхность. Под каждым рядом сит установлен поддон из листовой стали для передачи полученной фракции на следующее сито или для отвода ее.

Номера установленных сит зависят от размера перерабатываемых семян. На рис. 2.18 показан типовой набор сит.

Рассев подвешивается к перекрытию 6 при помощи четырех подвесок 5. Подвески бывают в виде:

- металлических тяг, имеющих в нижней части шаровую поверхность, на которую опирается рассев;
- стальных тросов, перебрасываемых через блок (нижний конец троса закрепляют на боковой поверхности рассева при помощи клинового зажима).

Рассев приводится в круговое поступательное движение с помощью эксцентрикового механизма 7 через клиноременную передачу 8 от электродвигателя 9, смонтированного на кронштейне 10, укрепленном на крышке корпуса.

Эксцентриковый механизм состоит из вала, двух балансиров и шкива. Массу балансиров можно изменять

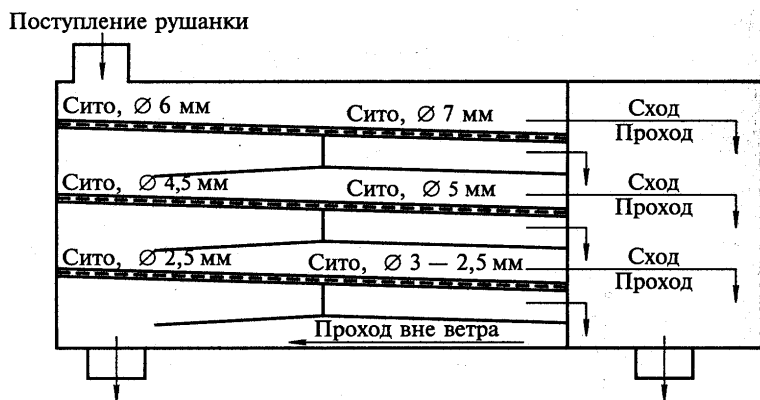


Рис. 2.18. Схема сит рассева семенвейки

сменными грузами, за счет чего регулируют величину эксцентриситета.

Семеновейка II выполнена в виде аспирационной камеры, по ширине разделенной продольными внутренними стенками на шесть самостоятельных камер А, Б, В, Г, Д, Е. Каждая камера имеет шибер 23 регулирования воздушного потока, жалюзи 14 для отделения ядра от лузги. Все камеры имеют общий питающий валик 13. Внизу по длине семеновейка имеет три бункера 15, 17, 18. В вейку вмонтирован вентилятор 20, приводимый в действие через ременную передачу от электродвигателя 21, установленного на фундаменте. Питающий валик 13 приводится во вращение от контрпривода 19, смонтированного на корпусе 22 и соединенного с валиком ременной передачей.

Семеновейка работает следующим образом. Обрушенные семена подаются в рассев через приемную коробку 2 на верхние сита, имеющие отверстия диаметром 6 мм первые 2/3 длины и диаметром 7 мм далее.

Передвигаясь на ситах с углом наклона 3° , лузга и необрушенные семена идут сходом и через рукава 12 поступают в первую камеру вейки А.

Проход через сита с отверстиями диаметром 6 мм по скату 3 поступает к началу второго яруса сит, а через отверстия диаметром 7 мм проход, состоящий из лузги и чистого ядра, скатывается во вторую камеру вейки Б.

Во втором ярусе установлены сита с отверстиями диаметром 4,5 мм на первые 2/3 длины и 5 мм далее. Сходом с этих сит идут целое мелкое ядро, крупные части лузги и ядра, которые попадают затем в третью камеру вейки В, проход отверстия диаметром 4,5 мм по скату поступает к началу третьего яруса, а проход диаметром 5 мм (частицы ядра и лузги среднего размера) – в четвертую камеру вейки Г.

В третьем ярусе установлены сита с отверстиями диаметром 2,5 мм на первые 2/3 длины и 3 мм далее.

Сход с этих сит (сечка ядра и лузги) поступает в пятую камеру вейки Д, проход через отверстия диаметром 3 мм (мелкие частицы ядра и лузги) уходит в шестую камеру вейки Е. Проход через отверстия диаметром 2,5 мм называют подсевом. Минувя вейку, он выводится из отсева через течку вневечного прохода П, а оттуда – в шнек для ядра.

Воздух, отсасываемый из всех шести камер вейки вентилятором, проходит через рушанку, падающую из отсева на жалюзи 14. В зависимости от массы и парусности частиц рушанки струя воздуха отклоняет ее фракции от вертикали. Лузга как более легкая часть выносится воздухом в бункеры 17, 18, а смесь лузги и осколков – в бункер 15. Наиболее тяжелая часть рушанки (ядро) падает отвесно и через канал 16 подается в шнек для ядра.

По мере накопления лузги в бункерах 17, 18 открываются запорные клапаны, и лузга высыпается в сборный шнек. Смесь из бункера 15 также выпадает через клапан в шнек для переосева с целью подачи ее в контрольную семеновейку вторичного разделения.

Запыленный воздух вентилятором нагнетается в фильтр или батарейные циклоны. Шиберами 23 регулируют скорость воздуха в каналах веечных камер. Регулируя наклон жалюзи 14, изменяют также скорость движения материала и воздуха, чтобы добиться лучшего отделения лузги от ядра при меньшем переосеве и уносе ядра в лузгу.

Работа на семеновейке позволяет добиться лузжистости ядра не более 7...8 % и уменьшить вынос ядра с лузгой до 0,5 %.

Техническая характеристика семеновейки М2С-50

Производительность, т/сут	50... 60
Частота вращения вала отсева, мин ⁻¹	200
Эксцентриситет, мм	45
Площадь ситовой поверхности, м ²	11,5
Требуемое количество воздуха, м ³ /ч	9000
Габариты, мм	4225x2225x4770

2.5. Технология и оборудование для измельчения семян или ядра (получение мятки)

Технология измельчения семян или ядра. Масло содержится в клетках ядра, поэтому чем больше будет разрушенных клеток, тем меньше потребуется внешних воздействий для извлечения масла.

Основная цель измельчения – максимально возможное разрушение клеточной структуры и придание материалу такой внешней структуры, при которой проведение последующих технологических операций приведет к более полному извлечению масла. При измельчении семян или ядра образуется продукт, называемый мяткой.

Немаловажной задачей измельчения является достижение наибольшей однородности помола при оптимальном размере частиц. Наряду с этим помол должен обладать достаточной рыхлостью, проницаемостью и стойкостью для оптимизации последующих процессов влаготепловой обработки или экстракции.

Хорошее качество помола обеспечивается при влажности материала в пределах 5,5...6%. Качество помола (проход мятки через сито с ячейками размером 1 мм) должно быть (не менее): для подсолнечника – 60%, для хлопчатника 1-3-го сортов – 60%, 4-го – 50%.

Измельчение масличных семян или ядра в производстве растительных масел может иметь два назначения: в одном случае осуществляется подготовка мятки для последующего извлечения масла методом прессования; в другом – мятку готовят для прямой экстракции.

Оборудование для измельчения семян и ядра. Для измельчения семян и ядра с целью получения мятки и последующего получения масла методом прессования или прямой экстракции предназначен *пятивальцовый станок ВС-5* (рис. 2.19), устроенный следующим образом.

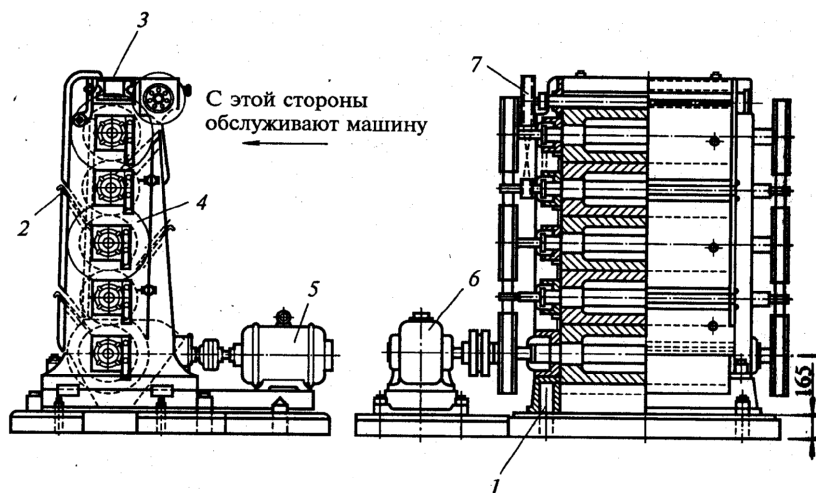


Рис. 2.19. Пятивальцовый станок ВС-5:

1 – стойка; 2 – направляющие щитки; 3 – планка (траверса); 4 – валки; 5 – электродвигатель; 6 – редуктор; 7 – питающий валик

На массивной чугунной плате болтами крепятся четыре чугунные стойки 1. Каждая пара стоек образует направляющие для подвижных подшипников валиков, которые называются буксы. Между парами стоек помещены валки 4, центры которых по вертикали сдвинуты на небольшую величину (10...12 мм). Для этого с одной щеки буксы состругивается металл, а на другую сторону накладывается пластина соответствующей толщины. Такая установка валков обеспечивает более плавную работу за счет смещения линии соприкосновения.

Валки изготавливают из чугуна специального состава и по особой технологии. Валик представляет собой пустотелый цилиндр диаметром 400 мм и длиной 1250 мм, по центру которого запрессовывается стальной вал. Шейки вала могут быть цилиндрическими или коническими.

Несмотря на то, что валы запрессовываются под большим давлением, во избежание возможного их проворачивания на валу ставят шпонки. Валы валков вращаются в

подшипниках качения: самый нижний валок (коренной), на который приходится наибольшая нагрузка, имеет роликоподшипник; у остальных валков предусмотрены шарикоподшипники.

Верхний валок вальцовки обычно делают нарезным. При этом ядро раздробляется на более мелкие частички, что обеспечивает их лучший захват гладкими валками. В верхней части машины расположен приемный бункер для ядра или семян, имеющий рифленый питающий валик с заслонкой. На углу питающего валика размещена кулачковая муфта, при помощи которой он может быть включен в работу или выключен.

Ширина щели между питающим валиком и заслонкой регулируется посредством двух натяжных винтов. Этот способ является недостатком конструкции, так как при такой регулировке возможен перекос заслонки, и, следовательно, на валки может быть подана лента материала различной толщины, что ухудшит разрушение ядра.

Верхние части стоек скреплены планками (траверсами) 3, в которые упираются пружины. Другими концами пружины опираются на верхний валок и прижимают его. Если между валками попадает твердый предмет, то пружины позволяют валкам несколько приподняться и пропустить его, что предотвращает поломку валка или порчу его рабочей поверхности. Сила нажатия пружины на валок по сравнению с его массой незначительна.

Для направления потока измельчаемого материала между валками имеются направляющие щитки 2. Поверхность их должна быть совершенно чистой, что обеспечивает максимальную производительность станка. Направляющие щитки изготавливают из листовой стали толщиной 4...6 мм, их свободно вставляют в пазы или в уголки, укрепленные на стойках станка.

В период работы вальцовки к поверхности валков прилипает измельчаемый материал; если его не удалять, то уменьшается полезная (рабочая) длина валков и, следовательно, производительность вальцового станка. Для снятия частиц, прилипших к поверхности валков, в вальцовке имеются ножи. Нож изготовлен из чугуна, имеет каплеобразное сечение, с эксцентрично насаженными (по отношению к центру тяжести) осями. Благодаря этому ножи всегда прижаты к поверхности валков.

Валки вальцового станка приводятся во вращение от индивидуального электродвигателя 5 через муфту и двухступенчатый редуктор 6. От редуктора (также через муфту) приводится во вращение нижний коренной валок; от него при помощи плоскоременной передачи вращение передается третьему и пятому валкам. Второй и четвертый валки вращаются за счет сил трения.

На валу четвертого валка имеется шкив, от которого при помощи перекрестной ременной передачи приводится во вращение питающий валик 7. Приводные валики имеют частоту вращения $145 \dots 150 \text{ мин}^{-1}$, а не приводные делают на 3...5 оборотов меньше. Благодаря этой разнице материал измельчается не только за счет раздавливания, но и за счет истирания.

При работе вальцового станка нужно наблюдать за равномерной подачей материала питающим механизмом. Особое внимание необходимо уделять состоянию поверхности валков. Для поддержания ее в хорошем состоянии раз в 2...4 месяца валки нужно подвергать шлифовке на специальном вальцешлифовальном станке. Хорошо прошлифованные валки имеют цилиндрическую форму. Такие валки, собранные в машине, должны иметь местный зазор не более 0,06...0,09 мм.

Техническая характеристика пятивальцового станка

Производительность, т/сут	60
Диаметр и длина вала, мм	400 и 1250
Частота вращения коренного вала, мин ⁻¹	150
Необходимая мощность электродвигателя, кВт	30
Габариты, мм	3000x1330x2500

Для нормальной работы станка влажность ядра должна быть 7...8%; при более высокой влажности производительность вальцовки резко снижается, ухудшается качество ее работы при одновременном повышении потребляемой мощности. Для удаления вала из станка ВС-5 все валки затягивают болтами, имеющимися в буксах и входящими через прорезь наружу задних стоек. Затем снимают передние стойки; для этого отвинчивают нижние крепежные болты. После этого любой валок можно легко вынуть из машины.

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство машинно-аппаратурной схемы для подготовки семян к извлечению.
2. Для чего предназначен, как устроен и работает сепаратор ЗСМ-100?
3. Охарактеризуйте устройство и принцип действия инерционного очистительного механизма.
4. Для чего необходимо очищать семена от примесей?
5. Какие существуют способы очистки семян?
6. Как устроены и работают зерновые сепараторы?
7. Для чего предназначены, как устроены и работают вейки?
8. Какое оборудование используют для измельчения семян и ядра?
9. Как производится обрушивание масличных семян?
10. Охарактеризуйте устройство и принцип действия аспирационной семеновейки.
11. Охарактеризуйте устройство и работу центробежной обрушивающей машины РЗ-МОС.

12. Какое оборудование применяется для измельчения масличных семян?
13. Как устроен дисковый шелушитель АС-900?
14. Охарактеризуйте устройство и принцип действия ножевого шелушителя.
15. Опишите устройство аспирационной семеновойки М2С-50.
16. Охарактеризуйте устройство и принцип действия пяти-вальцового станка ВС-5.
17. Как осуществляется очистка семян в воздушном потоке?
18. Опишите схему сит рассева семеновойки.
19. В чем заключается сущность технологии разделения рушанки?
20. Охарактеризуйте устройство и принцип действия ножевого шелушителя.
21. Опишите аппаратурно-технологическую схему приемки и подготовки семян подсолнечника к извлечению масла.
22. Охарактеризуйте аппаратурно-технологическую схему приемки и подготовки семян хлопчатника к извлечению масла.
23. Как осуществляется очистка семян от примесей по размерам?
24. Для чего предназначен, как устроен и работает воздушно-ситовой сепаратор?
25. Опишите работу дискового шелушителя МШВ.
26. Как работает центробежная обрушивающая машина РЗ-МОС?
27. Для чего предназначен, как устроен и работает сепаратор А1-БИС-100?
28. Как осуществляется очистка семян в магнитном и электрическом полях?
29. Для чего предназначена, как устроена и работает бичерушка МРН?

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

3.1. Характеристика способов получения растительных масел

Масло из семян масличных культур получают двумя способами: механическим, в основе которого лежит прессование измельченного сырья (при этом кроме масла получают жмых), и экстракционным, при котором специально подготовленное масличное сырье обрабатывают органическими растворителями (при этом кроме масла получают шрот). Вопросам получения растительных масел и их теоретическим особенностям посвящено большое количество работ. На рис. 3.1 приведена схема получения растительных масел. Сырье обезжиривается либо способом прессования (экспеллирования), либо способом экстракции.



Рис. 3.1. Схема способов получения растительных масел

Экстракционный способ получения масел применяют как по схеме прямой экстракции (без предварительного съема масла), так и после форпрессования, при которой на экстракцию направляется форпрессовая ракушка (жмых). Экстракционный способ дает возможность извлекать жир из семян почти полностью, однако имеет существенные недостатки, в частности, требуются дополнительные затраты на отгонку растворителя. На предприятиях с небольшим объемом производства этот способ экономически не оправдан.

Процесс прессования осуществляется по схеме либо однократного, либо двукратного прессования. На рис. 3.2 приведена принципиальная схема однократного прессования, а на рис. 3.3 – типовая схема; на рис. 3.4 – принципиальная схема двукратного прессования, а на рис. 3.5 – типовая схема. Прессование основано на механическом воздействии на масличное сырье, позволяющем отделять жировую фракцию. Однократное прессование не обеспечивает достаточного выделения жировой фракции из масличного сырья и не имеет широкого распространения из-за низкого выхода масла. Однако соевое масло, полученное прессовым методом, вызывает особый интерес благодаря большому количеству в нем витаминов и биологически активных веществ.

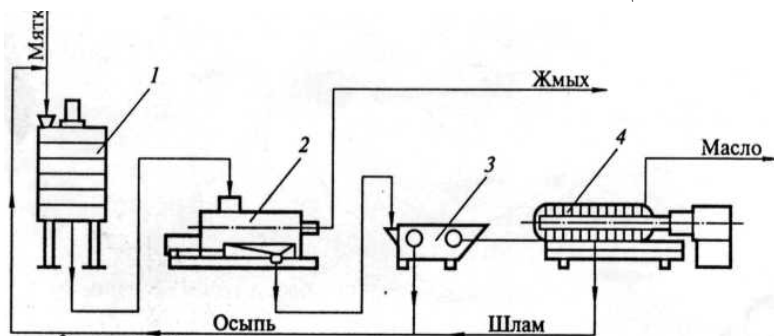


Рис. 3.2. Принципиальная схема однократного (первичного) прессования (форпрессовый цех):

1 – жаровня; 2 – форпресс; 3 – гущеловушка; 4 – фильтр-пресс

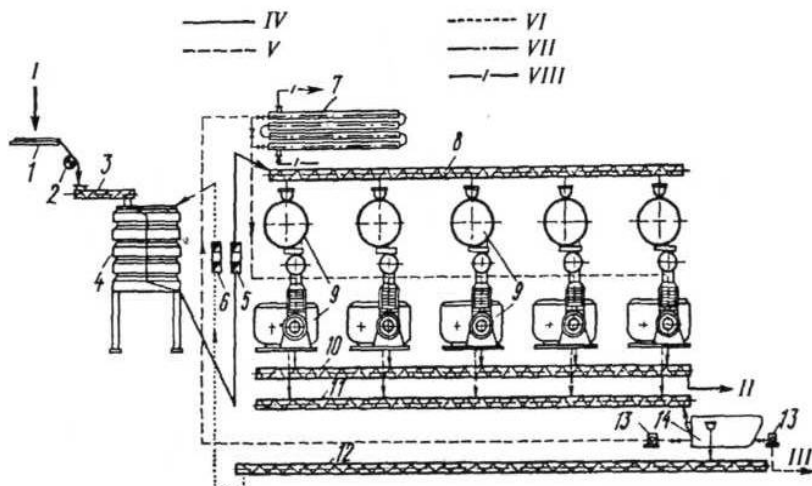
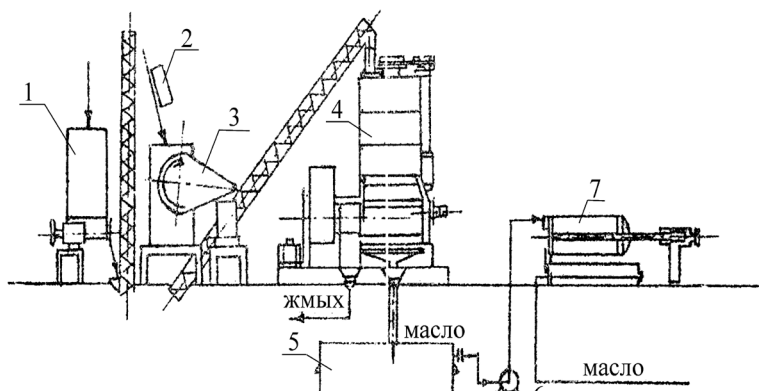


Рис. 3.3. Типовая схема получения масла однократным прессованием:

1 – вибросито; 2 – электромагнитный сепаратор; 3 – инактиватор; 4 – чанная жаровня; 5, 6 – нории; 7 – холодильник; 8 – распределительный шнек; 9 – прессы; 10, 12 – шнеки; 11 – сборный шнек; 12 – шнеки; 13 – насос; 14 – гущеловушка; I – мятка; II – жмых; III – масло; VI – зерная осыпь; фильтропрессовый шлам; VII – инертный газ (диоксид углерода, азот); VIII – вода



а)

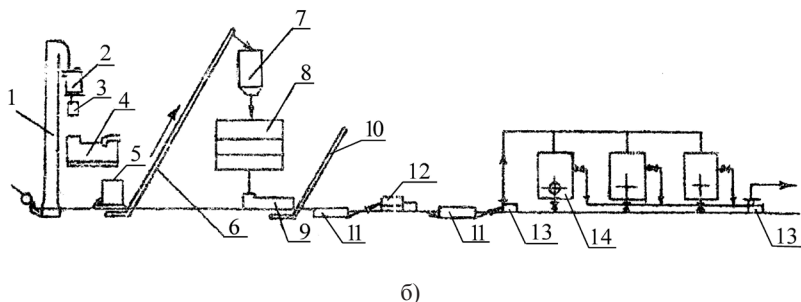


Рис. 3.4. Технологические линии первичного прессования растительного масла:

- а) 1 – загрузочное устройство; 2 – сепаратор магнитный; 3 – мельница; 4 – шнековый пресс; 5 – бак отстойник; 6, 8 – насос; 7 – рамный фильтр-пресс
- б) 1 – элеватор 46ПКЦМЗ-91-5; 2 – сепаратор Б6-МСА-1; 3 – колонка магнитная БК МА 2300А; 4 – машина рушильно-веечная Б6-МБС; 5 – станок вальцовый; 6, 10 – конвейеры скребковые цепные; 7 – накопитель для мятки; 8 – жаровня; 9 – пресс шнековый веерный Е8-МПШ; 11 – бак Е8-ММБ; 12 – фильтр-пресс; 13 – насос; 14 – бак Е8 ММА

3.2. Однократное прессование

При работе цеха по принципиальной *схеме однократного прессования* (рис. 3.2) мятка подается в жаровню 1, после чего в форпресс 2, а затем в гущеловушку 3, где за счет гравитационных сил происходит процесс отстаивания масла, в результате чего отделившаяся осыпь, содержащая большое количество масла, снова отправляется на переработку в жаровню. Предварительно очищенное масло поступает в фильтр-пресс 4 для горячей фильтрации. Полученное фильтрованное масло выводится из цеха.

Для лучшего отделения жировой фракции проводят влаготепловую обработку мятки, т.е. нагрев увлажненной мятки с последующим ее высушиванием. Мятку увлажняют водой и острым паром при нагревании и непрерывном перемешивании в специальных аппаратах – жаровнях.

В процессе жаренья создаются благоприятные условия для отжима масла, так как при увлажнении поверхности гидрофильных частиц мятки адсорбированное ими масло в результате избирательного смачивания вытесняется водой, поскольку белки имеют большее сродство к воде, чем к жиру. Кроме того, при повышенной температуре уменьшается вязкость масла, в результате чего оно быстрее и полнее выделяется из ткани. Массу, полученную после отработки в жаровне – мезгу, направляют на прессование, так получают масло горячего прессования.

При холодном прессовании мятку прессуют, не подогревая ее в жаровнях. Масло холодного прессования сохраняет натуральные вкус и запах, но оно получается мутным из-за белковых и слизистых веществ, перешедших из маслянистого сырья, и, как правило, проходит фильтрацию.

Наибольший эффект при переработке культур, маслянистость которых достигает 50%, обеспечивает двукратное прессование: предварительное на прессах непрерывного действия (форпрессах) под малым давлением с отжимом лишь части масла (60...85%) и вторичное на шнековых прессах – экспеллерах.

Исследованиями ученых и передовой производственной практикой установлены машинно-аппаратурные схемы первичного прессования растительного масла, приведенные на рис. 3.4а и 3.4б.

Сырье (рис. 3.4а) загрузочным устройством 1 подается на двухвалцовую мельницу 3, предварительно пройдя обработку в магнитном сепараторе 2. По транспортным элементам подготовленное сырье направляется в шнековый пресс 4 с жаровней, в которой осуществляется его кондиционирование. После прессования масло-сырец направляется в бак – отстойник 5 для предварительной очистки и далее центробежным насосом 6 подводится к рамному фильтр-прессу 7

для тонкой очистки масла. Центробежным насосом 8 очищенное сырое масло перекачивается в сборную емкость.

3.3. Вторичное прессование

По схеме вторичного прессования жмых после форпресса цеха первичного прессования направляется в цех вторичного прессования.

По схеме вторичного прессования (рис. 3.5) жмых после форпрессования направляют на молотковую дробилку 1, затем он проходит через электромагнитный сепаратор 2, где отделяют ферромагнитные примеси, и превращается в так называемую крупку, которая поступает на повторное тонкое измельчение.

Для этого применяют пятивальцовый станок 3 с расположением валков друг над другом. После вальцового станка полученную муку направляют в чанную жаровню 4, где она приобретает определенные качества, соответствующие технологическим требованиям.

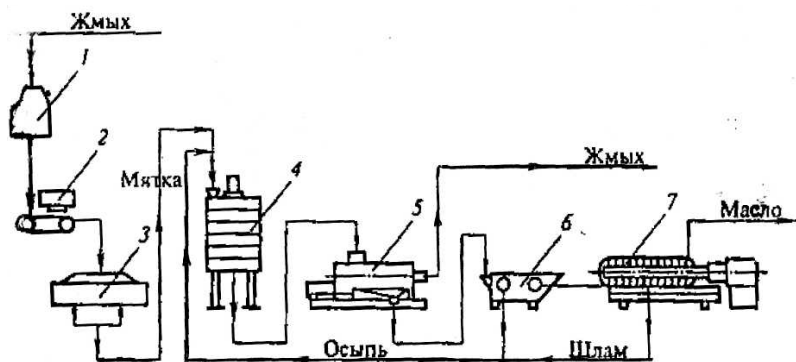


Рис. 3.5. Принципиальная схема вторичного прессования (окончательного извлечения масла):

1 – молотковая дробилка; 2 – электромагнитный сепаратор; 3 – вальцовый станок;
4 – чанная жаровня; 5 – шнековый пресс (экспеллер); 6 – гущеловушка; 7 – фильтр-пресс

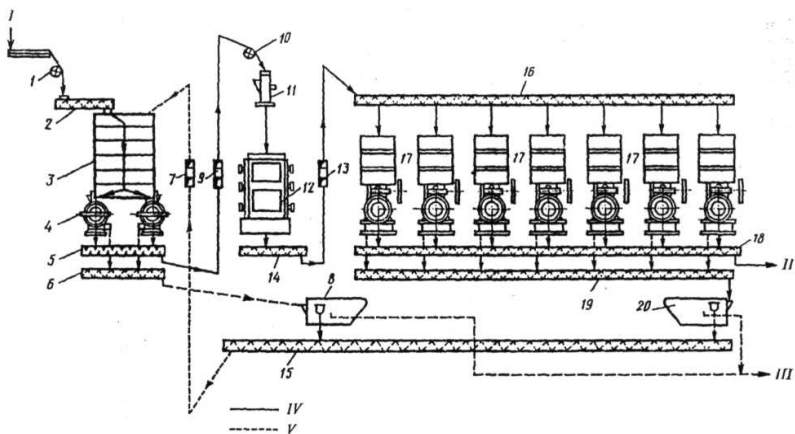


Рис. 3.6. Типовая схема получения масла двукратным прессованием:

1 – вибросито; 2 – инактиватор; 3 – чанная жаровня; 4 – форпрессы; 5 – помольный шнек; 6, 19 – сборные шнеки; 7, 9, 13 – нории; 8, 20 – механические гущеловушки; 10 – электромагнитный сепаратор; 11 – дробилка; 12 – пятивалцовый станок; 14, 15, 18 – шнеки; 16 – распределительный шнек; 17 – прессы окончательного прессования; 1 – мятка; II – масло; IV – мятка, мезга, жмых; V – осыпь, шлам

Из жаровни мезга попадает в шнековый пресс 5 (экспеллер) для окончательного съема масла. Здесь под действием давления, которое возникает в прессе при его работе, от мезги отделяется масло.

Выходящая из пресса экспеллерная ракушка содержит 4...6% масла и является ценным кормом для животных. Она собирается из прессов, измельчается и направляется на хранение.

Экспеллерное масло уступает по качеству форпрессовому, поэтому смешивать их не рекомендуется.

Масло, полученное с экспеллеров, подвергается такой же обработке, как и масло с форпрессов, то есть проходит гущеловушку 6 и фильтр-пресс 7.

На рис. 3.6 приведена типовая схема получения масла двукратным прессованием. Схема дальнейшей переработки полученной форпрессовой ракушки, содержащей 15...18% масла, не зависит от вида культуры; она обуславливается

только способом извлечения оставшегося масла – прессованием или экстракцией

Контрольные вопросы

1. Какое оборудование включает типовая схема получения масла двукратным прессованием?
2. В чем состоит сущность вторичного прессования?
3. Опишите технологические линии первичного прессования растительного масла.
4. В чем состоит сущность получения масла однократным прессованием?
5. Охарактеризуйте способы получения растительных масел.

4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАСЛА ЭКСТРАКЦИОННЫМ СПОСОБОМ

4.1. Машинно-аппаратурная схема процесса изготовления масла экстракционным способом

Машинно-аппаратурная схема (МАС) процесса производства масла экстракционным способом включает в себя следующие технологические стадии:

- подготовку материала к экстракции в целях создания оптимальной внешней и внутренней структуры материала для извлечения масла растворителем;
- собственно процесс экстракции;
- переработку мисцеллы для удаления из нее твердой фазы и разделения ее на масло и растворитель;
- обработку шрота для удаления из него растворителя с последующим кондиционированием по температуре и влажности;

– регенерацию и рекуперацию растворителя для повторного использования его путем выпаривания из шрота и мисцеллы с последующей конденсацией его паров в смеси с парами воды и воздухом.

Машинно-аппаратурная схема получения масла экстракционным способом приведена на рис. 4.1. Жмых, поступающий после форпрессования, измельчается на молотковой дробилке 1 и превращается здесь в крупку. Она проходит через электромагнитный сепаратор 2, где отделяются ферромагнитные примеси, и направляется в двухпарный плющильный вальцовый станок 3 для получения тонкой пластинки или лепестка.

Полученные лепестки перемещаются в экстрактор 4. При транспортировке следят, чтобы лепесток не разрушился, т. е. чтобы не образовалась мука. Экстрактор является основным аппаратом экстракционного цеха и предназначен для извлечения масла из лепестка. На данной схеме показан модернизированный шнековый экстрактор. Существуют экстракторы трех типов, которые будут рассмотрены ниже.

В результате контакта лепестка и бензина в экстракторе содержащееся в лепестке масло растворяется в бензине, образуя так называемую мисцеллу, которая отводится из экстрактора. По окончании экстракции остаток – шрот, содержащий примерно 1% масла и до 40 % растворителя и воды, также выводится из экстрактора и подвергается обработке.

Образующаяся в экстракторе мисцелла поступает из него в сборник 5, в который вместе с ней попадает некоторое количество мелкого шрота, поэтому при дальнейшей обработке мисцеллы загрязняется поверхность нагрева теплообменной аппаратуры. В связи с этим мисцеллу фильтруют в фильтрах специальной конструкции 7. Отлагающийся в фильтрах осадок (шлам) направляется снова в экстрактор

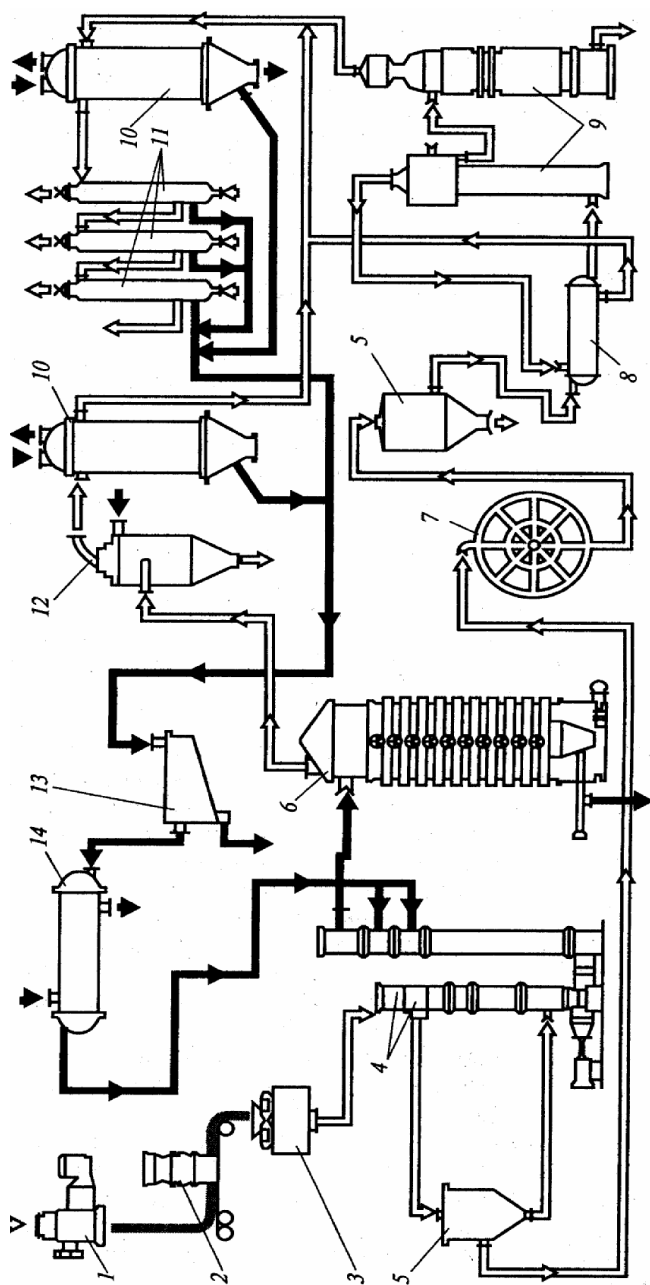


Рис. 4.1. Машинно-аппаратурная схема экстракционного цеха:

1 – молотковая дробилка; 2 – электромагнитный сепаратор; 3 – вальцовый станок; 4 – экстрактор; 5 – мисцеллоосборник; 6 – испаритель (тостер); 7 – фильтр; 8 – теплообменник (мисцеллопрогреватель); 9 – дистиллятор; 10 – водяной конденсатор; 11 – дефлегматор; 12 – шротоловушка; 13 – водоотделитель; 14 – бензоподогреватель

или, если он подвергается специальной обработке, присоединяется к выходящему из экстрактора шроту.

Фильтрованную мисцеллу собирают в промежуточной емкости мисцеллосборнике 5 и отсюда забирают по мере надобности. Таким образом, мисцеллосборник компенсирует неравномерность между количеством поступающей и отбираемой мисцеллы.

Для выделения масла мисцеллу из мисцеллосборника направляют в дистиллятор 9, но предварительно пропускают через теплообменник (мисцеллопрогреватель 8), где она подогревается до температуры, близкой к температуре кипения. Мисцеллоподогреватель обогревается парами бензина, отходящими из предварительного дистиллятора, что уменьшает расход пара из котельной на экстракционный цех.

Дистилляционный аппарат состоит из предварительного и окончательного дистилляторов. В предварительном дистилляторе нагретая мисцелла подвергается воздействию глухого водяного пара. При этом часть растворителя переходит в парообразное состояние и в таком виде устраняется из дистиллятора.

Из предварительного дистиллятора выходит упаренная так называемая крепкая мисцелла, поступающая в окончательный дистиллятор. Здесь она снова подвергается обработке глухим и острым водяным паром, в результате чего из мисцеллы полностью удаляется растворитель, который в виде смеси паров бензина и водяного пара уходит из дистиллятора. Полученное в окончательном дистилляторе масло выводится из него, охлаждается водой в теплообменнике, взвешивается и отправляется в маслохранилище.

Шрот, выходящий из экстрактора, не является отходом производства; он представляет собой ценный кормовой продукт. Однако выходящий шрот содержит значительное количество растворителя и в таком виде непригоден для

скармливания животным. Кроме того, если растворитель не удалять из шрота, то это приведет к большим его потерям.

Для удаления растворителя шрот направляют в чанный испаритель (тостер) 6, где он подвергается обработке глухим и острым водяным паром. В результате такой обработки растворитель переходит в парообразное состояние и в таком виде удаляется из чанного испарителя. Шрот охлаждается и направляется на хранение.

Пары бензина и воды, выходящие из чанного испарителя и дистиллятора, поступают в мокрую шротоловушку 12, а далее в водяной конденсатор 10. Конденсация паров здесь осуществляется за счет отнятия теплоты от паров охлаждающей водой. Однако из конденсаторов конденсат паров бензина и воды выходит еще с высокой температурой (50...45 °C), что приводит к большим потерям бензина. Для снижения температуры конденсата его подают во второй конденсатор 10.

Конденсатор представляет собой противоточный трубчатый теплообменник, в котором конденсат охлаждается протекающей водой. Выходящая из охладителя охлажденная смесь конденсата бензина и воды попадает в водоотделитель 13. Благодаря разнице плотности конденсат разделяется на два слоя: верхний – бензин, нижний – вода.

По соответствующим патрубкам вода направляется в дворовые бензолушки и затем в канализацию, а бензин – в обратное бензохранилище.

Во всех аппаратах и емкостях, где имеется бензин или мисцелла, воздушное пространство их насыщено парами растворителя. Если не улавливать пары, то это приведет к повышенным потерям бензина в производстве. Для улавливания паров бензина воздушное пространство всех аппаратов подключено к воздушной линии. Отводимая газовоздушная смесь по воздушной линии поступает в поверхностный конденсатор 10, где она охлаждается протекающей холодной

водой. В результате снижения температуры газовой смеси уменьшается упругость паров бензина.

Газовоздушная смесь становится пересыщенной парами бензина, и часть их конденсируется до тех пор, пока она не достигнет состояния насыщения.

Из поверхностного конденсатора газовой смеси попадает в дефлегматоры 11. Дефлегматор представляет собой поверхностный конденсатор, в котором дополнительно снижается температура газовой смеси. Благодаря этому уменьшается парциальное давление паров бензина, содержащихся в этой смеси. Она становится пересыщенной, и из нее конденсируется часть бензина. Смесь воды и сконденсированного бензина поступает в водоотделитель 13 для их разделения.

Очищенный бензин подогревается в бензоподогревателе 14 и снова направляется в экстрактор 4.

Обработанная таким образом газовоздушная смесь содержит определенное количество паров бензина, но описанным способом их уже нельзя уловить, поэтому смесь удаляется в атмосферу.

На некоторых заводах для поглощения паров бензина из воздушной смеси используют абсорбционные и адсорбционные установки, которые более полно улавливают бензин из смеси.

Способы экстракции. По характеру взаимодействия экстрагируемого материала и растворителя различают три способа:

- способ погружения материала в противоточно движущийся растворитель;
- способ многоступенчатого противоточного орошения материалов растворителем;
- смешанный способ (на первой стадии свежий материал замачивается и экстрагируется концентрированной

мисцеллой, а на второй – обезжиривается многоступенчатым орошением мисцеллой и чистым растворителем).

4.2. Оборудование для экстракции масла

Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250 принадлежит к группе экстракторов, работающих по способу погружения экстрагируемого материала в растворитель. В этих экстракторах извлечение масла происходит бесступенчато в условиях абсолютного противотока, иными словами, когда растворитель и экстрагируемый материал непрерывно передвигаются относительно друг друга.

Достоинства аппаратов:

- простота конструктивного оформления;
- небольшая потребная площадь для их установки;
- высокий коэффициент использования их вместимости (до 95...98%);
- незначительная возможность образования в аппаратах взрывоопасных смесей воздуха и паров растворителя;
- легкое обслуживание;
- малая металлоемкость.

Недостатки экстракторов:

- получение мисцелл с низкой конечной концентрацией (15...20%);
- нарушение первоначальной структуры экстрагируемого материала при его перемещении, что вызывает помутнение мисцеллы и усложняет ее фильтрацию перед дистилляцией;
- значительная высота аппаратов;
- возможность вымывания и уноса с мисцеллой мелких частиц экстрагируемого материала;
- возможность всплывания материала в случаях, когда его плотность ниже плотности конечных мисцелл.

Экстракторы этого типа представлены в основном двумя видами аппаратов: вертикальными шнековыми (НД-1000, НД-1250 и НД-1250 – модернизированный) и башенными экстракторами (фирма «Олье», Франция).

Модernизированный шнековый экстрактор НД-1250 (рис. 4.2) имеет три основных узла: загрузочную колонну 4 с декантатором 10, горизонтальный шнек 2 и экстракционную колонну 20. Корпус каждой колонны состоит из отдельных царг, соединенных между собой фланцами, внутри корпуса колонн помещаются рабочие шнеки 5. Для прохода растворителя рабочие шнеки реактора выполняются перфорированными.

Шнеки загрузочной и экстракционной колонн, а также горизонтальный придаточный шнек приводятся во вращение от индивидуальных приводов 1, 13, 14. Привод 13 загрузочной колонны снабжен вариатором для изменения частоты вращения шнекового вала и времени пребывания материала в экстракторе.

Декантатор 10 предназначен для самофльтрации мисцеллы через слой экстрагируемого материала и тонкослойного ее отстаивания. Он представляет собой цилиндр диаметром 2200 мм с конусным основанием. В конической части декантатора установлены три направляющие пластины 6, препятствующие проворачиванию материала при движении по шнеку. На верхнюю полумуфту вала шнека загрузочной колонны надет распределительный зонт 7, вращающийся вместе с валом. Декантатор, кроме того, снабжен элементами тонкослойного отстаивания.

Экстрагируемый материал в виде крупки, гранул или лепестка подается в загрузочную колонну экстрактора по наклонной 12 и центральной 11 питающим течениям; в конической части декантатора материал образует фильтрующий слой.

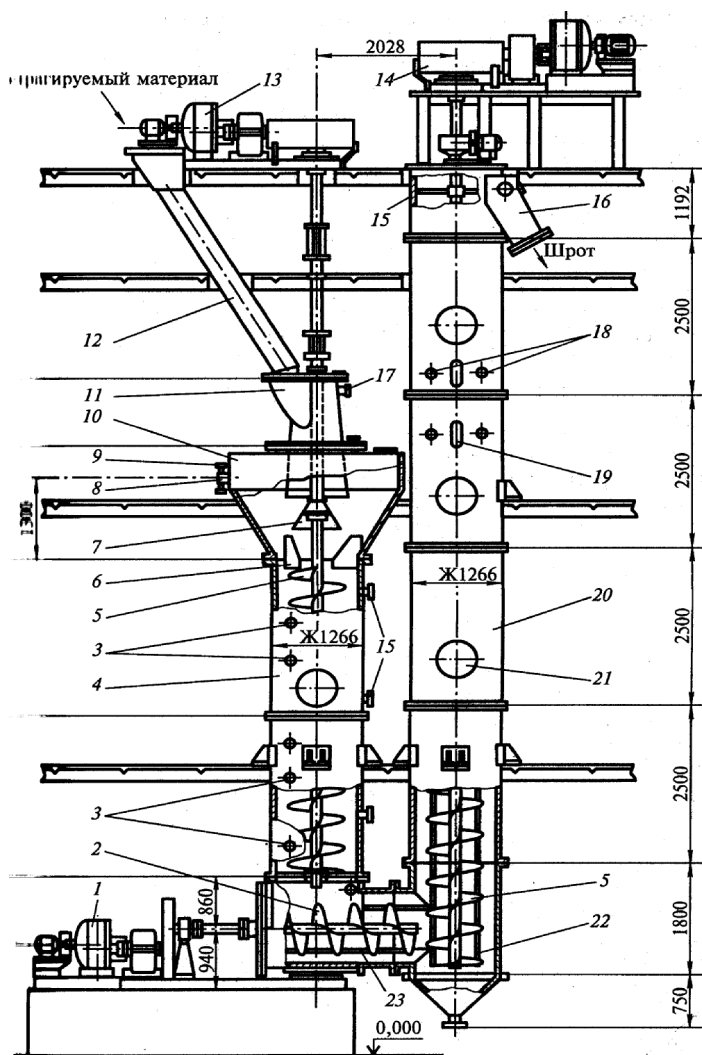


Рис. 4.2. Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250:

- 1, 13, 14 – электроприводы; 2 – горизонтальный шнек; 3 – размывочная система;
 4 – загрузочная колонна; 5 – шнеки; 6 – пластины; 7 – распределительный зонт;
 8, 18 – патрубки; 9, 17 – деаэроционные патрубки; 10 – декантатор; 11 – центральная питающая течка; 12 – наклонная течка; 15 – сбрасыватель; 16 – течка; 19 – смотровые окна; 20 – экстракционная колонна; 21 – люки-лазы; 22 – тормозящие планки;
 23 – направляющие планки

Попадая в загрузочную колонну экстрактора, материал в противотоке обезжиривается мисцеллой убывающей концентрации, проходя последовательно загрузочную колонну, горизонтальный шнек и экстракционную колонну.

На внутренней поверхности корпуса горизонтального шнека установлены направляющие планки 23, препятствующие проворачиванию материала и обеспечивающие его поступательное движение к вертикальному шнеку экстракционной колонны. Затем экстрагируемый материал благодаря тормозящим планкам 22, расположенным на внутренних стенках корпуса экстракционной колонны и препятствующим проворачиванию материала, вертикальным шнеком поднимается вверх до выгрузных отверстий. Проходя через чистый растворитель и зону стока, материал с помощью лопастей сбрасывателя шрота 15, укрепленного в верхней части шнекового вала экстракционной колонны, выводится из экстрактора через точки 16.

Шнековый вал экстракционной колонны, как и другие шнеки, вращается по часовой стрелке с частотой вращения $0,45 \text{ с}^{-1}$ и приводится в движение от редуктора привода экстракционной колонны через цепную передачу.

Шрот выходит из экстрактора с содержанием растворителя влаги 20...40%.

Растворитель насосом подается в верхнюю часть экстракционной колонны через патрубки 18 с форсунками, установленными в двух уровнях. Расстояние по вертикали между рядами форсунок составляет 1000 мм.

В зависимости от структуры обрабатываемого материала включается верхний или нижний ряд форсунок экстракционной колонны.

Растворитель проходит по принципу противотока навстречу экстрагируемому материалу всю экстракционную трассу, извлекает масло, находящееся в материале, и в виде мисцеллы выводится из экстрактора через три патрубка 8

со смотровым фонарем, установленных в цилиндрической части декантатора.

В верхней части загрузочной колонны мисцелла фильтруется через слой материала в декантаторе и выходит из экстрактора концентрацией 20...25%, с содержанием частиц экстрагируемого материала 0,4...1,0%.

*Техническая характеристика модернизированного
шнекового экстрактора НД-1250*

Производительность (количество перерабатываемых семян подсолнечника по схеме форпрессование – экстракция), т/сут	500
Шаг, мм:	
верхнего приемного витка	460
остальных витков	560 (450; 450)
Диаметр шнеков, мм	1242 (1220; 1220)
Диапазон изменения частоты вращения шнеков, мин ⁻¹	4,4 (3,5; 5,0)
Габариты, мм	5838x2535x13340

Для стабилизации температурного режима процесса экстракции экстрактор оборудован системой рециркуляции мисцеллы, а для размыва запрессовок – размывочной системой 3, состоящей из трубопроводов и самоочищающихся форсунок, конструкция которых исключает возможность попадания экстрагируемого материала в форсунку и забивание ее. Для выхода воздушно-газовой смеси в верхней части загрузочной и реакционной колонн экстрактора имеются деаэрационные патрубки 17 и 9 (патрубок экстракционной колонны на рис. 4.2 не показан), соединенные с системой, находящейся под вакуумом.

Экстрактор НД-1250 оборудован люками-лазами 21, смотровыми окнами 19, опорами-лапами для установки на несущей конструкции, необходимыми средствами автоматизации технологического процесса, а также электрической системой автоблокировки электродвигателей, позволяющей

предохранить оборудование от запрессовок, завалов, поломок и т.д.

В модернизированном экстракторе НД-1250 в отличие от ранее выпускавшейся серийной модели осуществлены следующие основные мероприятия по интенсификации процесса экстракции:

- увеличена высота экстракционной колонны на 2...2,5 м, что позволяет продлить контакт растворителя с экстрагируемым материалом и способствует более полному извлечению масла; предусмотрена более протяженная зона стока растворителя;

- снижена бензиномкость шрота и увеличен напор растворителя, вследствие чего улучшены гидродинамические условия процесса экстракции;

- на загрузочной колонне экстрактора установлен усовершенствованный декантатор для самофльтрации мисцеллы через слой экстрагируемого материала и тонкослойного ее отстаивания в восходящем потоке с ламинарным режимом движения;

- предусмотрена рециркуляция мисцеллы в нижней зоне экстрактора для стабилизации температурного режима процесса экстракции;

- установлен автоматический бензиноотводник для предотвращения переброса бензина в испарители;

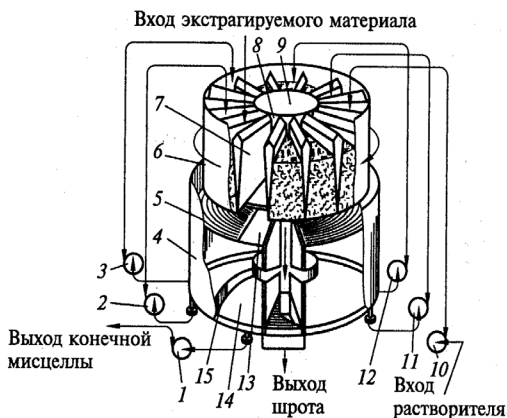
- загрузочная колонна экстрактора подсоединена к вакуумной системе через конденсатор с площадью поверхности охлаждения 150 м².

Одноярусный экстрактор (рис. 4.3) представляет собой аппарат, состоящий из цилиндрического газонепроницаемого корпуса 4, ротора 9, перфорированного днища 5, мисцеллосборников 14, загрузочного и разгрузочного устройств и привода.

Ротор 9 экстрактора состоит из наружной 6 и внутренней 8 цилиндрических обечаек, образующих кольцевое пространство, разделенное вертикальными радиальными перегородками 7 камеры. Перегородки 7 ротора 9, являющиеся стенками камер, сужаются книзу, благодаря чему материал в каждой ка-

Рис. 4.3. Одноярусный роторный карусельный экстрактор:

1 – насос для концентрированной мисцеллы; 2, 3 – насосы; 4 – корпус; 5 – перфорированное днище; 6 – наружная цилиндрическая обечайка; 7 – перегородки; 8 – внутренняя цилиндрическая обечайка; 9 – ротор; 10 – насос; 11 – регулиционный насос для слабой мисцеллы; 12 – насос для средней мисцеллы; 13 – участок днища; 14 – мисцеллосборник; 15 – радиальные перегородки



мере находится в расширяющемся книзу усеченном конусе, что предотвращает зависание материала при выгрузке.

Днище 5 экстрактора неподвижно, делит его на две части (верхнюю и нижнюю), зерной (щелевой) конструкции, имеет концентрически расположенные щелевые элементы трапецевидного сечения с расширением книзу.

К нижнему концу каждой перегородки (лопасти) ротора крепится пластина, нижний обрез которой не доходит до поверхности днища, и между подвижными лопастями ротора и неподвижным щелевым днищем образуется постоянный зазор. Конструкция днища, а также пластины, прикрепленные к лопастям ротора, предотвращают возможность забивания щелей днища частями материала.

В зерном днище предусмотрен секторный вырез, через который обезжиренный материал (шрот) выводится из экстрактора. Следующий за этим вырезом участок 13 днища выполнен сплошным. После того как освобожденная от шрота камера пройдет этот участок, в нее загружается свежий материал.

Загрузочное устройство состоит из бункера и двух-четырех шнеков разной длины для равномерной загрузки камеры экстрактора. Бункер снабжен мешалкой, предотвращающей зависание материала, и уравнивателем.

Выгрузка шрота производится через разгрузочный бункер шнеком с регулируемой частотой вращения.

Нижняя часть экстрактора разделена вертикальными радиальными перегородками 15, образующими камеры для сбора мисцеллы 14 (мисцеллосборники). Днища камер имеют уклон в сторону для вывода мисцеллы регулирующим насосом 11 для слабой мисцеллы, 12 и 3 – для средней, 2 – для крепкой и 1 – для конечной концентрированной мисцеллы.

Для подачи чистого растворителя используют насос 10.

Напорные трубопроводы отдельных ступеней снабжены теплообменниками типа «труба в трубе» для поддержания температуры мисцеллы на оптимальном уровне (50...60°C).

Двухярусный экстрактор (Германия) состоит из цилиндрического корпуса 3 (рис. 4.4) и двух вращающихся роторов: верхнего 10 и нижнего 4, укрепленных на самостоятельных валах 21 и 25. Роторы имеют внешние 22, 27 и внутренние 23, 26 стенки и приводятся во вращение с помощью зубчатых передач 11 и 6 от одного общего привода 8.

Каждый ротор разделен вертикальными радиальными перегородками 20 и 5 на 18 камер. Под каждым ротором расположено по два неподвижных днища: верхние 9 и 2 – зерновые (под ними помещается с помощью ротора материал) и нижние 7 и 28, имеющие уклон 12° к наружной стенке экстрактора, – сплошные.

Нижнее днище разделено вертикальными радиальными перегородками, образующими камеры для сбора и отвода к насосам рециркулирующей мисцеллы.

Экстрагируемый материал загружается в соответствующую камеру ротора первого яруса через бункер 15 с помощью питателя, состоящего из двух шнеков 13 разной длины. Они подают материал через две точки 12 радиально корпусу экстрактора и предназначены для равномерной загрузки камеры экстрактора. Шнеки приводятся во вращение от индивидуальных приводов 16.

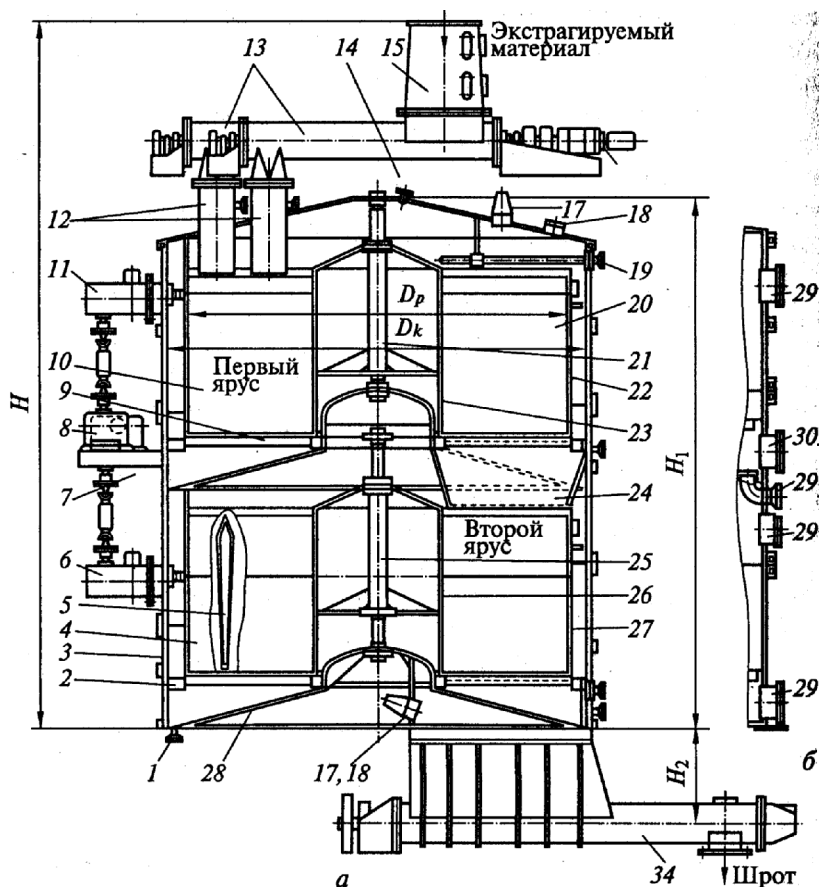


Рис. 4.4. Двухъярусный роторный карусельный экстрактор:

- а – общий вид; б – вид на люки-лазы и дополнительные патрубки; 1 – патрубок;
 2 – верхние зерновые днища; 3 – корпус; 4 – нижний вращающийся ротор; 5 –
 вертикальная перегородка; 6 – зубчатая передача; 7 – нижнее днище ротора; 8 – привод;
 9 – верхние зерновые днища; 10 – верхний вращающийся ротор; 11 – зубчатая передача;
 12 – две точки; 13 – два шнека; 14 – патрубок; 15 – бункер; 16 – индивидуальный
 привод; 17 – подвеска; 18 – смотровые окна; 19 – разбрызгиватели; 20 – вертикальная
 перегородка; 21 – вал; 22 – внешняя стенка ротора; 23 – внутренняя стенка ротора;
 25 – вал; 26 – внутренняя стенка ротора; 27 – внешняя стенка ротора; 28 – нижнее
 днище ротора; 29 – люки-лазы; 30 – патрубок; 31 – патрубки; 32 – разбрызгиватели;
 33 – патрубок; 34 – разгрузочный шнек

*Техническая характеристика двухъярусных
роторных карусельных экстракторов*

Показатель	1-й ярус	2-й ярус
Типоразмеры экстракторов	5000 (1800)	6000 (1800)
Производительность (в зависимости от типа семян и способа подготовки материала), т/сут.	280...500	350...600
Диаметр корпуса внутренний, мм	5400	6500
Диаметр ротора, мм	5000	6000
Высота слоя в роторе, мм	1800	1800
Количество роторных камер в ярусе	18	18
Мощность приводов, кВт: загрузочного шнека, мин ⁻¹ ротора разгрузочного шнека	4,6 4,6 6,7	4,6 4,6 9,0
Частота вращения шнека, мин ⁻¹ : загрузочного разгрузочного	10...60 10...44	15...67 0...125
Продолжительность одного оборота ротора, мин	29...173	34,5...208
Габариты, мм	9340x6640x1180	9610x7260x1910

В первом ярусе материал проходит последовательно восемь ступеней орошения мисцеллой убывающей концентрации, подаваемой насосами через орошающие трубы (разбрызгиватели) 19.

Верхний и нижний роторы экстрактора сообщаются между собой через шахту перегрузки материала 24 из разгружаемой камеры первого яруса в загружаемую камеру второго яруса. В камерах второго яруса материал также проходит последовательное орошение на восьми ступенях экстракции все более и более слабой мисцеллой через орошающие трубы (разбрызгиватели) 32. На последней ступени материал промывается чистым растворителем, проходит зону стока растворителя и выгружается через разгрузочный шнек 34, приводимый во вращение от индивидуального привода.

Смесь паров растворителя, воздуха и воды удаляют из верхней части экстрактора при помощи патрубка 14.

Для удобства эксплуатации экстрактор снабжен смотровыми окнами 18, приспособлениями для подвески 17, расположенными на верхней крышке, а также на боковой поверхности корпуса и в нижней части экстрактора. При проведении осмотра, ремонта и проветривании используют люки-лазы 29.

Для отвода мисцеллы на рециркуляцию из мисцеллосборников второго (нижнего) яруса экстрактора служат патрубки 1, а из мисцеллосборников первого (верхнего) яруса – патрубки 31.

В нижней части экстрактора имеется патрубок 33, через который мисцелла отводится из второго яруса экстрактора и с помощью насоса подается в орошающие трубы 19 первого яруса.

Конечная концентрированная мисцелла выводится из экстрактора через патрубок 30 и при помощи насоса направляется на фильтрацию.

В экстракторе осуществляется фильтрация рециркулирующей мисцеллы через слой экстрагируемого материала. Особое внимание уделяется фильтрации конечной мисцеллы, выводимой из экстрактора.

Оборудование для обработки мисцеллы. Дистилляционная установка модернизированной экстракционной линии НД-1250 приведена на рис. 4.5. Отфильтрованная мисцелла концентрацией 12...20% при температуре 40...50 °С из мисцеллосборника насосом 1 подается через теплообменник 2 (поверхность нагрева 20 м²) на первую ступень дистилляции в нижнюю часть вертикального дистиллятора 3. Поднимаясь по внутренней поверхности трубок в виде пленки, мисцелла интенсивно нагревается глухим паром давлением до 0,5 МПа, подаваемым в межтрубное пространство дистиллятора. Поверхность нагрева дистиллятора составляет 78,5 м².

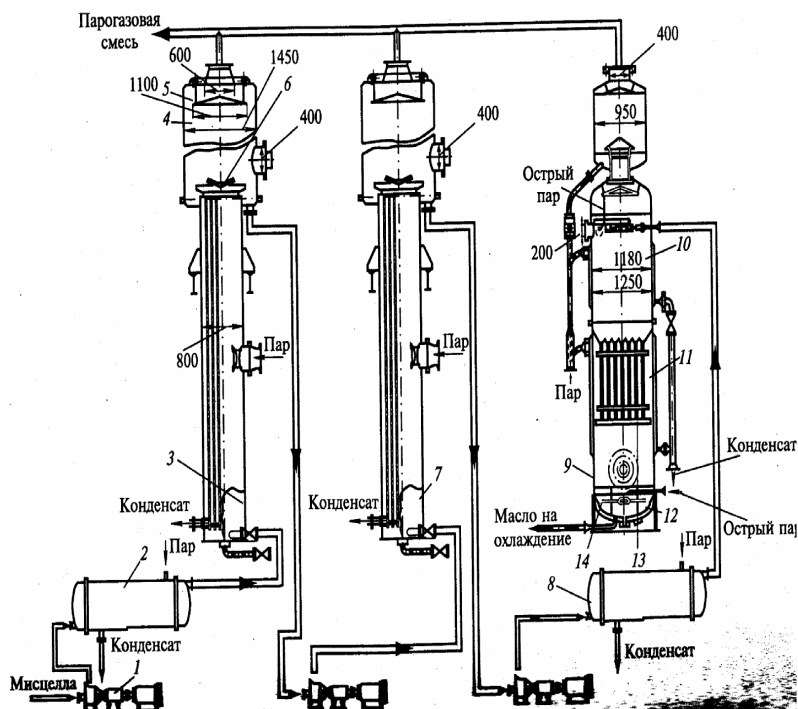


Рис. 4.5. Дистилляционная установка модернизированной экстракционной линии НД-1210:

1 – насос; 2 – теплообменник; 3 – дистиллятор; 4 – сепаратор; 5 – зонт; 6 – распылитель; 7 – дистиллятор; 8 – подогреватель; 9 – дистиллятор; 10 – первая камера; 11 – вторая камера; 12 – третья камера; 13 – листы орошения; 14 – барботер

От нагрева мисцеллы образуется большое количество пузырьков паров растворителя, которые, поднимаясь, увлекают мисцеллу вверх в сепаратор дистиллятора 4, расположенный в его верхней части. Для улавливания капель мисцеллы, уносимых парами бензина, перед горловиной сепаратора установлен зонт 5. В нижней части сепаратора помещен распылитель 6 для мисцеллы, способствующий разделению паров и мисцеллы.

По круговому периметру сепарационной части дистиллятора имеется карман, откуда упаренная до 55...60%

мисцелла температурой 60...85°C откачивается насосом на вторую ступень в дистиллятор 7, который по конструкции одинаков с дистиллятором первой и второй ступеней. Оба дистиллятора работают при атмосферном давлении.

Из сепарационной части дистиллятора второй ступени мисцелла концентрацией 90...95 % насосом откачивается в подогреватель 8, где нагревается до 110...115°C и далее подается на распылительные форсунки окончательного дистиллятора 9 (третья ступень дистилляции), который работает под разрежением, создаваемым парожекторным блоком.

В первой камере 10 окончательного дистиллятора применен метод дистилляции распылением, во второй 11 – в пленке, в третьей 12 – в слое. В распылительной камере благодаря перегреву мисцеллы в подогревателе 8 и большой поверхности испарения происходит интенсивная отгонка паров бензина.

После этого во второй камере капельки высококонцентрированной мисцеллы попадают на листы орошения 13, по которым стекают вниз в виде тонкой пленки. В это время при действии острого перегретого пара, который подается через барботер 14, масло дополнительно освобождается от бензина.

В дезодорационной камере масло обрабатывается в большом слое (400...500 мм) острым перегретым паром и подогревается глухим паром через рубашку в днище до 100...110 °C.

Экстракционное масло по переливной трубе непрерывно поступает в приемник, который оборудован поплавковым регулятором для поддержания постоянного уровня масла в дистилляторе. Из дистиллятора масло непрерывно откачивается в теплообменник для охлаждения до 50...60°C. Парогазовая смесь, образовавшаяся в дистилляторах, направляется в конденсатор улавливания паров бензина для его повторного использования.

*Техническая характеристика дистилляционной установки
модернизированной экстракционной линии НД-1250*

Производительность по маслу, т/с	30...40
Концентрация мисцеллы, %:	
начальная	12...20
после первой ступени	55...60
после второй ступени	90... 95

Оборудование для тепловой обработки шрота. Для тепловой обработки шрота применяют три типа аппаратов:

– чанные испарители (тостеры), в которых отгонка растворителя из материала осуществляется в перемещаемом слое;

– шнековые испарители, в которых растворитель из шрота отгоняется в частично взвешенном слое;

– установки, в которых отгонка растворителя из материала происходит во взвешенном состоянии в токе перегретых паров растворителя.

Третий тип аппаратов для отгонки растворителя из шрота в отечественной промышленности не эксплуатируется.

Десятичанный испаритель (тостер) (рис. 4.6) представляет собой аппарат колонного типа и состоит из десяти чанов 7, установленных один над другим. Каждый чан имеет паровую рубашку 11, в которую пар подается через патрубок 18, а конденсат из нее отводится через патрубок 12. Дополнительно днище каждого чана снабжено паровой рубашкой 10, в которую пар подается при помощи патрубка 19, конденсат из нее отводится посредством патрубка 8.

Сквозь все чаны проходит вертикальный полый вал 9, приводимый снизу во вращение от электродвигателя 24 через редуктор 23. На валу жестко закреплены ножи 6 по два в каждом чане, служащие для равномерного перемешивания шрота и перемещения его из одного чана в другой.

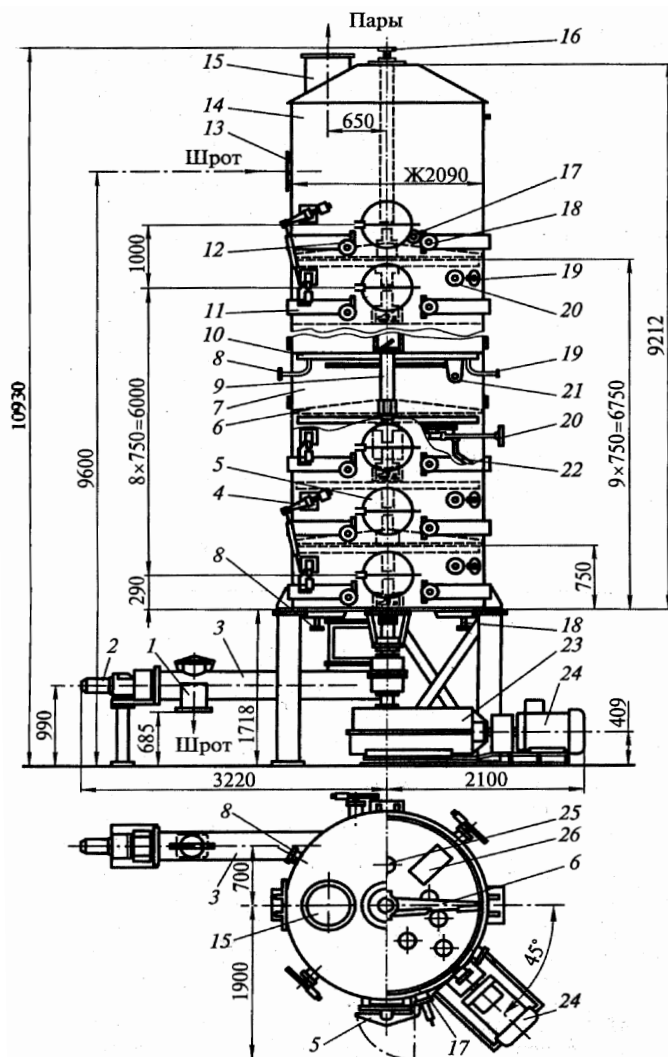


Рис. 4.6. Десятиканный испаритель:

- 1 – патрубок; 2 – привод; 3 – шнек; 4 – рычажный механизм; 5 – люк-лаз; 6 – ножи;
 7 – чан; 8 – патрубок; 9 – полый вал; 10, 11 – рубашка; 12 – патрубок; 13 – патрубок;
 14 – расширитель; 15-20 – патрубки; 21 – перепускной клапан; 22 – регуляторы уровня;
 23 – редуктор; 24 – электродвигатель; 25, 26 – отверстия

К полюму валу через патрубок 16 подводится острый пар, который далее подается к ножам. Кроме того, предусмотрена подача острого пара в каждый чан при помощи патрубка 20.

Перемещение шрота из чана в чан осуществляется через имеющиеся в днищах отверстия 26, которые закрываются сегментными перепускными клапанами 21, связанными с помощью рычажного механизма 4 с регуляторами уровня наполнения материала 22.

В днище каждого чана кроме нижнего имеются отверстия 25 для прохода смеси паров растворителя и воды из ниже расположенных чанов в верхнюю часть тостера – расширителя 14.

Отвод паров из тостера производится через патрубок 15.

Шрот из экстрактора с помощью шнекового питателя подается в тостер через патрубок 13. Отвод парового шрота из аппарата производится снизу разгрузочным шнеком 3 с индивидуальным приводом 2 через патрубок 1. Отбор проб шрота осуществляется через патрубок 17. Каждый чан оборудован для осмотра люком-лазом 5.

Для установки термометров и манометра предусмотрены патрубки.

Аппарат работает следующим образом. Шрот из экстрактора через шлюзовой затвор и питатель подается в верхнюю часть тостера – расширителя (при необходимости увлажняется водой в шнековом питателе). Из верхнего чана шрот непрерывно проходит последовательно все остальные, выдерживается определенное время в каждом чане (общее время 55...65 мин) для равномерного распределения влаги и для более полного испарения растворителя и воды. В чанах шрот нагревается, пропаривается острым паром и перемешивается ножами. Высота слоя в каждом чане поддерживается постоянной (около 400 мм).

Пары растворителя и воды из каждого чана через отверстия в днищах чана и обрабатываемый шрот отводятся в расширитель 14, где предварительно освобождаются от частиц шрота. Готовый шрот температурой 100...105°C, влажностью 8,5...10% и с содержанием растворителя не выше 0,05 % через шнек 3 и шлюзовой затвор выводится из тостера.

Техническая характеристика десятичанного испарителя

Производительность по шроту, т/сут.	до 170
Потребляемая мощность приводов, кВт:	
вала мешалки	48
разгрузочного шнека	2,2
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
вала мешалки	28
разгрузочного шнека	63
Габариты (ширина x высота), мм	4320x10930

Рекуперационная адсорбционная установка (рис. 4.7).

Пары растворителя из воздушно-паровой смеси улавливают на установках в попеременно работающих адсорберах – аппаратах, заполняемых твердыми пористыми веществами (адсорбентами).

Адсорбционный способ рекуперации растворителя основан на способности этих веществ при нормальной температуре избирательно поглощать тяжелые углеводороды и выделять их при последующем нагревании. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют твердые вещества с большой удельной площадью поглощающей поверхности. Наиболее распространенным адсорбентом является активированный уголь. Адсорбер представляет собой вертикальный стальной цилиндрический аппарат со сферическими крышкой и днищем. Внутри адсорбера в его нижней части расположена горизонтальная решетка с отверстиями, на которую укладывают слой активированного угля (3,5 м³). Над поверхностью угля установлен кольцевой барботер для подачи острого пара в период отгонки поглощенного углем растворителя. Работает установка следующим образом.

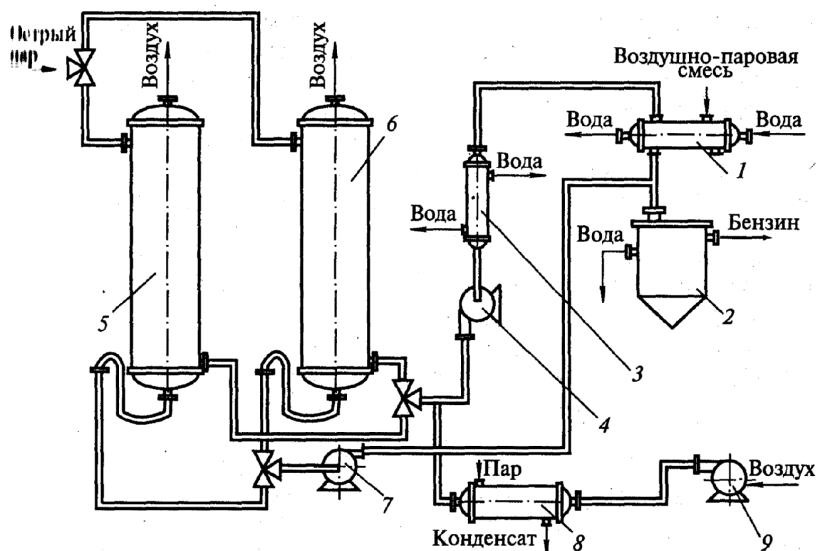


Рис. 4.7. Адсорбционная рекуперационная установка:

1,2 – водоотделители; 3 – охладитель; 4,7 – насосы; 5,6 – адсорберы; 8 – калорифер;
9 – вентилятор

Воздушно-паровая смесь, проходя через слой конденсатора 1, охлаждается и частично конденсируется.

Сконденсированная смесь бензина и воды направляется в водоотделитель 2. Оставшаяся смесь паров проходит через охладитель 3, а затем прокачивается насосом 4 через адсорберы 5 и 6. Проходя через слой активированного угля, она освобождается от паров растворителя, которые поглощаются адсорбентом. Очищенный воздух выходит в атмосферу.

Когда активированный уголь насыщается парами растворителя и снижается его поглотительная способность, аппарат отключают, а воздушно-паровую смесь направляют на другой адсорбер.

Активированный уголь, насыщенный парами растворителя, в целях извлечения из него растворителя обрабаты-

вают водяным паром температурой 105...110 °С, который подается навстречу потоку воздушно-паровой смеси.

Смесь паров воды растворителя поступает на конденсацию. Во время работы адсорбера часть растворителя конденсируется в нем и непрерывно выводится через гидравлический затвор и далее насосом 7 подается в водоотделитель 1.

После пропарки для восстановления адсорбционной способности уголь обрабатывают горячим воздухом. Для этого его направляют с помощью вентилятора 9 в калорифер 8 и затем подают во внешнюю часть адсорберов. Таким образом, адсорбент подсушивается воздухом. После этого аппарат вновь готов к работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое мисцелла и в чем состоит сущность ее дистилляции?
2. Какое оборудование включает в себя машинно-аппаратурная схема экстракции масла?
3. Какое оборудование применяют для дистилляции мисцеллы?
4. Какие существуют способы очистки парогазовой смеси (бензина)?
5. Как производится отгонка растворителя из шрота?
6. Технологические стадии процесса производства масла экстракционным способом.
7. Способы экстракции.
8. Достоинства и недостатки экстракторов.
9. Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250.
10. Устройство и принцип действия одноярусного роторного карусельного экстрактора.
11. Устройство и принцип действия двухъярусного роторного карусельного экстрактора.

12. Опишите устройство десятичанного испарителя.
13. Как работает адсорбционная рекуперационная установка?
14. Какое оборудование включает в себя машинно-аппаратурная схема экстракции масла?

5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

5.1. Принципиальная схема получения растительного масла прессованием

Масло в мятке находится в связанном состоянии. Эта связь масла с нежировым комплексом ядра проявляется в наличии поверхностного масла, капиллярного масла и масла в неразрушенных клетках.

Силы, удерживающие масло в той или иной форме связи, различны по величине, но достаточно прочно удерживают его. Это подтверждается тем, что при прессовании холодной, неподготовленной мятки получается малый выход масла. Основная цель подготовки мятки перед прессованием направлена на то, чтобы ослабить силы, удерживающие масло в мятке, и тем самым облегчить его выход при прессовании.

Существуют две схемы получения масла механическим способом: первичное прессование с использованием форпрессов и вторичное – с применением прессов экспеллерного типа.

Машинно-аппаратурная схема первичного прессования (форпрессовый цех) (рис. 5.1). Мятка, полученная в вальцовом станке, поступает в чанную жаровню 1, где начинается ее влаготепловая обработка. В результате этого происходят изменения форм связи масла с белковым комплексом ядра. При этом увеличивается содержание поверхностного масла, которое легко отжимается в прессах.

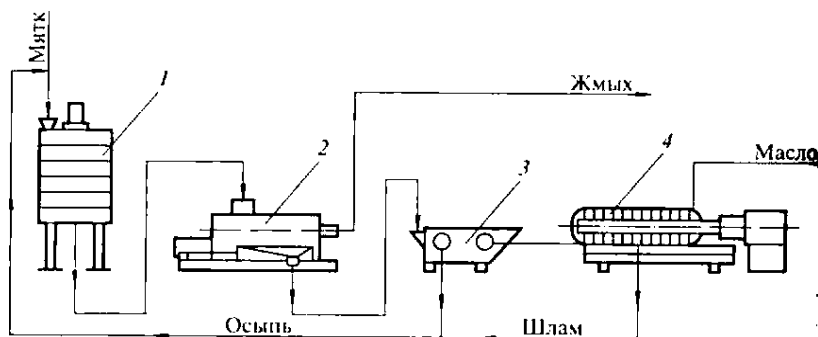


Рис. 5.1. Машинно-аппаратурная схема первичного прессования (форпрессовый цех):

1 – чанная жаровня; 2 – шнековый пресс; 3 – гущеловушка; 4 – фильтр-пресс

При выходе из жаровни обработанная мятка, которая теперь называется мезга, поступает в шнековый пресс 2 для съема масла – в так называемый форпресс. Здесь под действием давления масло частично отпрессовывается и стекает в поддон. Частично обезжиренная мезга, или так называемая форпрессовая ракушка, после выхода из пресса подвергается дальнейшей переработке.

Полученное форпрессовое масло направляют на предварительную очистку. При этом масло из прессов вместе с осыпью поступает на гущеловушку 3, где за счет гравитационных сил происходит процесс отстаивания масла, в результате чего отделившаяся осыпь, содержащая большое количество масла, снова отправляется на переработку в жаровню.

Предварительно очищенное масло поступает в фильтр-пресс 4 для горячей фильтрации. Шлам из фильтр-прессов содержит значительное количество масла, поэтому в фильтр-прессе его отжимают при помощи инертного газа. Обезжиренный таким образом шлам направляется снова в жаровню для переработки. Полученное фильтрованное масло выводится из цеха.

С целью улучшения качества и механизации технологических процессов при очистке прессового масла гущеловуш-

ки и фильтр-прессы заменяют на горизонтальные шнековые центрифуги и сепараторы.

Механические примеси из масла удаляются в поле центробежных сил, образующихся за счет вращения соответствующих рабочих органов этих машин.

Схема дальнейшей переработки полученной форпрессовой ракушки, содержащей 15...18% масла, не зависит от вида культуры; она обуславливается только способом извлечения оставшегося масла – прессованием или экстракцией.

Машинно-аппаратурная схема вторичного прессования (цех окончательного извлечения масла) приведена на рис. 5.2.

Жмых после форпрессования направляют в молотковую дробилку или на дисковую мельницу 1, затем он проходит через электромагнитный сепаратор 2, где отделяются ферромагнитные примеси, и превращается в так называемую крупку, которая поступает на повторное тонкое измельчение. Для этого применяют обычно пятивалцовый станок 3 с расположением валков друг над другом.

После вальцовки полученную муку направляют в чанную

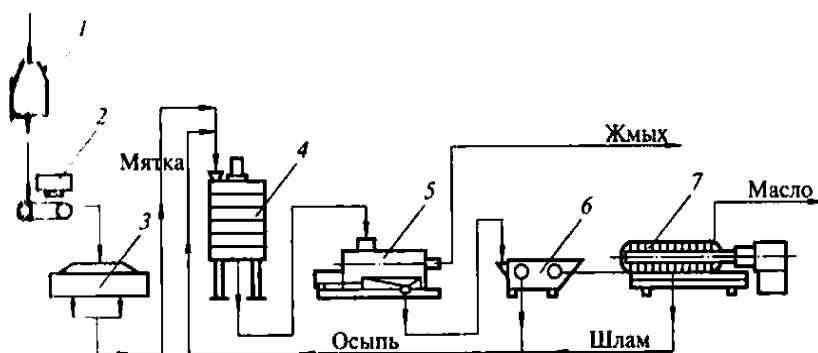


Рис. 5.2. Машинно-аппаратурная схема вторичного прессования (цех окончательного извлечения масла):

- 1 – дисковая мельница; 2 – электромагнитный сепаратор; 3 – пятивалцовый станок; 4 – чанная жаровня; 5 – шнековый пресс; 6 – гущеловушка; 7 – фильтр-пресс

жаровню 4, где она приобретает определенные качества, соответствующие технологическим требованиям. Из жаровни мезга попадает в шнековый пресс 5 (экспеллеры) для окончательного съема масла. Здесь под действием давления, которое возникает в прессе при его работе, от мезги отделяется масло.

Выходящая из пресса экспеллерная ракушка содержит 4...6% масла и является ценным кормом для животных. Ее собирают из-под прессов, измельчают и направляют транспортерами в склад на хранение. Масло, полученное с экспеллеров, подвергается такой же обработке, как и с форпрессов, т.е. проходит через гущеловушку 6 и фильтр-пресс 7.

Экспеллерное масло уступает по качеству форпрессовому, поэтому смешивать их не рекомендуется.

5.2. Принципиальная схема производства растительного масла прессовым способом

Производство растительного масла начинается с подготовки сырья. Масличность семян должна быть не менее 42,0%, влажность – не более 7,0%, кислотное число масла в семенах – не более 5 мг КОН/г, сорная примесь – не более 3,0%.

Исходная зерновая масса подвергается очистке, при поступлении в бункер 2 над весами 3 проходит магнитный сепаратор 1 с целью очистки от металлических примесей. Затем накапливается в бункере 4.

Семена из хранилища подаются в цех через автоматический весовой дозатор для производственной очистки на сепараторах 5.

В сепараторах производится очистка семян от минерального и органического сора. Легкие примеси из семян удаляются в аспирационных каналах сепараторов в воздушном потоке. Воздушный поток с легкими примесями подается в циклоны для очистки. Очищенный воздух вентилятором выбрасывается в атмосферу, а примеси сыплются в

бункер. Крупный минеральный сор, отделенный на ситах, подается в бункер для примесей наклонными цепными транспортерами.

Очищенные семена транспортируются в центробежные рушки 6 и 7, в которых происходит обрушивание семян методом однократного удара.

Отсюда рушанка самотеком поступает на семеновейки 8, где происходит отделение лузги от фракции ядра. Разделение рушанки осуществляется в рассеве на ситах по фракциям, которые затем поступают в соответствующий раздел аспирационной камеры 9, где за счет аэродинамических свойств лузга отделяется в воздушном потоке. Воздух с мелкими частичками лузги и рубашечки вентилятором семеновейки подается в циклон. Очищенный воздух выбрасывается в атмосферу, а частички лузги и рубашечки попадают в наклонный редлер, которым вместе с ядром подаются через магнитную защиту на вальцевые станки. Фракция недоруша и целяка из семеновеек направляется на повторное обрушивание на рушки недоруша 7. Фракция перевея из семеновеек направляется на контроль в аэросепаратор 9. Воздух из аэросепаратора с мелкими частичками лузги подается в циклоны для очистки. Очищенный воздух вентилятором выбрасывается в атмосферу, а частички лузги попадают в бункер лузги.

Фракция лузги из семеновеек направляется в бункер. Фракция ядра из семеновеек через магнитную защиту подается на измельчение на четырехвалковые вальцевые станки 10. Измельчение ядра осуществляется в три прохода между валками.

Измельченное ядро (мятка) подается в паровые жаровни 11 для проведения влаготепловой обработки. В каждом чане жаровен предусмотрен обогрев паром днища и цилиндрической части. В чанах жаровен происходит перемешивание материала при помощи вращающихся ножей.

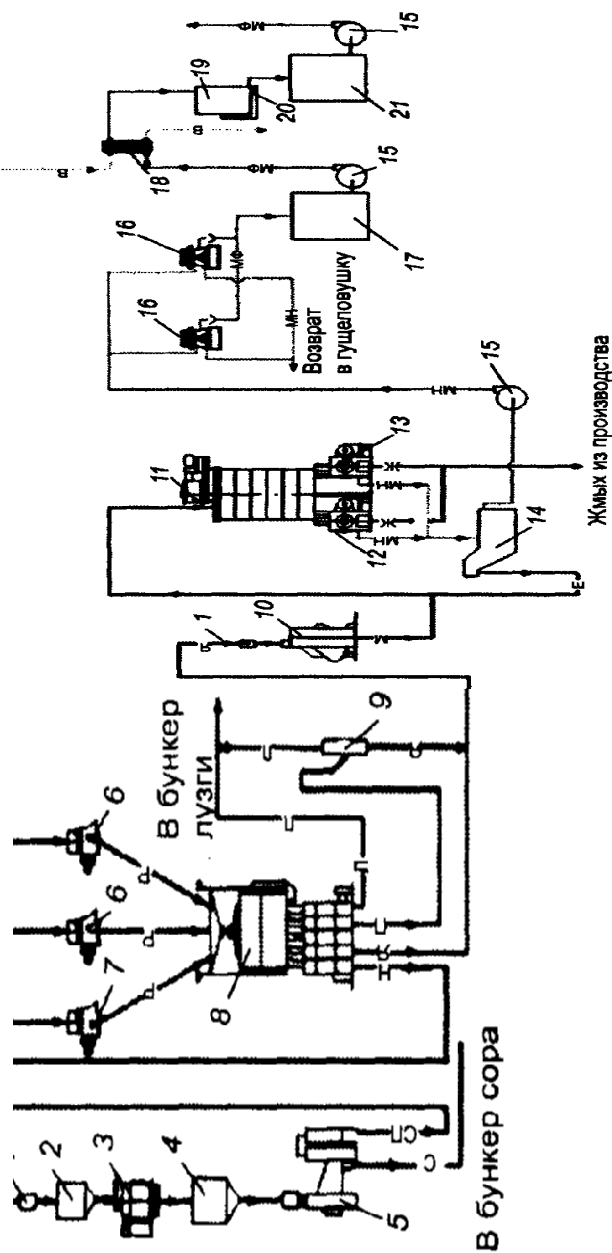


Рис. 5.3. Принципиальная схема линии производства растительного масла прессовым способом.

1 – магнитный сепаратор; 2 – бункер над весами; 3 – весы; 4 – бункер под весами; 5 – сепаратор; 6 – рушка центробежная; 7 – рушка центробежная недоруща; 8 – веялка; 9 – аэросепаратор для перьев; 10 – валковый станок; 11 – жаровня; 12, 13 – маслопресс; 14 – гущевуюшка; 15 – насос; 16 – фильтрпресс; 17 – бак мутного масла; 18 – охладитель; 19 – бак на весах; 20 – весы; 21 – бак чистого масла;

СП – семена; С – сор; Н – недорущ; П – перьев; Я – ядро; Ж – жмых; Л – лузга; Р – рушанка; М – мятка; Ш – шпан; МН – масло нефилтрованное; МФ – масло филтрованное; В – вода

Из жаровен мезга подается на шнековые прессы 12, 13 для непрерывного отжима масла методом однократного прессования.

Жмых из прессов подается для кондиционирования по влаге и температуре в охладительную колонку. Охлажденный жмых транспортируется в бункер для жмыха, откуда он отгружается в автотранспорт.

Прессовое масло шнеком направляется на первичную очистку в гущеловушку 14, в которой происходит отделение частичек жмыха от масла. Фуз из гущеловушки подается в жаровню 11. Масло из гущеловушки насосом 15 откачивается на фильтрацию 16. Для фильтрации рекомендуется использовать пластинчатые герметичные фильтры (типа АМА-фильтра). Отфильтрованное масло самотеком сливается в емкость для фильтрованного масла 17.

Из емкости масло насосом прокачивается через пластинчатый теплообменник 18, в котором охлаждается холодной водой до 40°C и перекачивается в бак 19 на весы для масла 20. Взвешенное масло направляется в бак 21 и насосом 15 – в маслохранилище. В цехе по описанной схеме качество конечных продуктов (масла и жмыха) при соблюдении необходимых технологических режимов соответствует требованиям нормативной документации. Масличность прессового жмыха – 8...10%. Выход масла, в зависимости от исходной масличности семян, составляет в среднем 39,0...41,0%.

Основным на производстве является наличие лаборатории, которая проводит обязательный контроль качества масла на всех этапах его хранения и переработки. В свете ужесточения требований к отходам производства органами экологического надзора при организации цеха рафинации необходимо решать вопросы утилизации отходов. Особое внимание необходимо уделить промывным водам, количество которых при периодической схеме может достигать

25% от производительности цеха по маслу, а концентрация жира в них может достигать 10000 мг/л.

Предельно допустимые концентрации жировых загрязнений в сточных водах у различных служб водоканалов составляют не более 70 мг/л (Мосводоканал – 5...20 мг/л).

5.3. Технология и оборудование для тепловой обработки мятки

Содержащееся в мятке масло распределено в виде тончайших пленок на поверхности частиц и удерживается на них огромными силами молекулярного воздействия (силовое молекулярное поле поверхности), величина которых намного больше величины давлений, развиваемых прессами для отжима масла.

Для преодоления или заметного ослабления сил, связывающих масло с поверхностью частиц мятки, и облегчения его отделения от нежировых компонентов служит процесс влаготепловой обработки. Этот процесс заключается в обработке мятки влагой и теплом при интенсивном перемешивании и доведении влажности и температуры получаемого товара, называемого мезгой, до оптимальных величин в течение определенного времени. Влаготепловая обработка осуществляется в специальных аппаратах (жаровнях). Вначале мятку увлажняют водой, при этом за счет уменьшения связанности масло переходит в относительно свободное состояние, а затем подвергают ее нагреванию и подсушиванию. Под действием влаги и тепла изменяются физико-механические свойства мятки, получается новая структура масличного материала (мезга), при которой обеспечивается максимальное извлечение масла при минимальных затратах энергии и исключаются глубокие изменения белковых веществ и масла.

При увлажнении мятки вода, попадая на поверхность частиц, проникает в места разрывов масляных пленок и поглощается гидрофильной поверхностью частицы.

Масло, находящееся на этой поверхности, вытесняется. В результате капельки укрупняются, уменьшается их связь с гидрофильной гелевой поверхностью частиц, что является основной целью и достигнутым эффектом технологического процесса увлажнения мятки.

При набухании геля частицы мятки значительно увеличиваются в объеме. Вследствие этого сдавливаются и уменьшаются в объеме заполненные маслом микроскопические и ультрамикроскопические каналы и происходит выжимание масла на поверхность частиц под влиянием давления набухания. С повышением температуры масла, содержащегося в мятке, усиливается тепловое движение его молекул, ослабляются молекулярные силы сцепления, снижается вязкость, уменьшается интенсивность силового молекулярного поля частиц мятки, за счет которого молекулы масла удерживаются на поверхности частиц. Следовательно, влаготепловая обработка оказывает существенное влияние на уменьшение связанности масла с гелевой частью мятки и значительно облегчает его отжим на прессах.

Применяемые температуры не приводят к глубоким химическим изменениям масла, однако в процессе обработки и отжима масла происходит накопление вторичных продуктов окисления. Поэтому рекомендуется не допускать нагрева мезги выше 105°C, сокращать время контакта мезги с воздухом и снижать до 5...6°C температуру масла сразу после его получения.

При переработке семян подсолнечника мятку увлажняют и нагревают острым насыщенным паром в жаровнях при высоте слоя 260...360 мм до влажности 5...6% и до температуры 100...105°C.

Таким образом, влаготепловая обработка является одним из важнейших приемов в подготовке материала к предварительному и окончательному извлечению масла прессованием или экстракцией и оказывает решающее влияние на количество и качество получаемого масла, жмыха или шрота.

Оборудование для тепловой обработки мятки. Все стадии влаготепловой обработки мятки происходят в жаровне, состоящей из чанов (рис. 5.4), которые изготавливают чугунными литыми или стальными сварными. В чане различают две части: днище 1 и цилиндрическую область – обечайку 4. Для передачи теплоты, необходимой для проведения процесса, чан имеет паровую рубашку 8. В зависимости от конструкции чана паровая рубашка выполняется в виде пустотелого днища или же устраивается в днище и на обечайке.

В пространство рубашки подается водяной пар (обычно насыщенный или слегка перегретый) давлением до 0,7 МПа, который конденсируется, отдает тепло поверхности нагрева, а через нее мятке. Паровое пространство находится под избыточным давлением, поэтому на чаны жаровни распространяются все правила Гостехнадзора для аппаратов, работающих

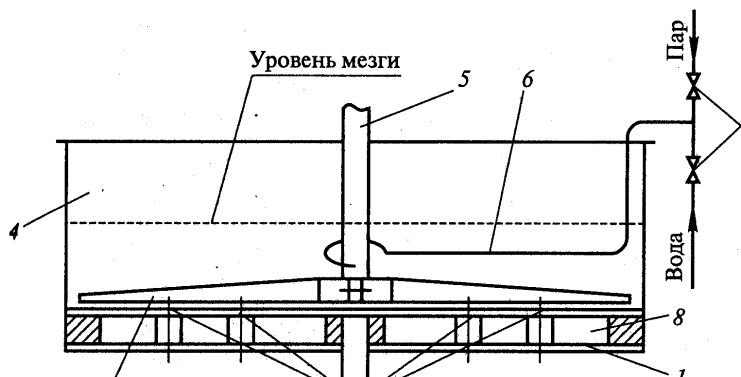


Рис. 5.4. Чан жаровни:

1 – днище; 2 – перемычки; 3 – мешалки; 4 – обечайка; 5 – вал; 6 – трубка; 7 – вентили;
8 – паровая рубашка

под давлением (наличие прошнурованных книг, проведение гидравлических испытаний и т.д.).

Во избежание пригорания мезги к поверхности нагрева ее нужно перемешивать. Для этой цели по геометрической оси всех чанов проходит вал 5 (рис. 5.4), на котором в каждом чане укреплены мешалки 3, называемые ножами. Эти ножи отливают из чугуна или стали, изготавливают в виде двух частей, которые соединяются на валу при помощи стяжных болтов.

Чтобы ножи не проворачивались на валу, они имеют вкладную шпонку. Рабочая плоскость ножа наклонена к горизонту под углом от 28 до 60°.

Для увлажнения щетки в чан подводится острый пар по трубке 6. Регулировка подвода пара осуществляется вентилем 7. Чаны имеют внутренний диаметр 2000...3000 мм и высоту (внутри) 430...680 мм.

Поверхность нагрева чугунных литых чанов расположена только в днище. Перемычки 2 из металла соединяют верхнюю и нижнюю части днища и создают жесткость конструкции.

В чанах из листовой стали днища изготавливают из двух дисков (верхнего и нижнего), сваренных по периферии. Диски установлены один от другого на определенном расстоянии, что обеспечивает образование парового пространства. Однако при подаче пара днище деформируется, что не позволяет достичь необходимого зазора между днищем и ножами.

В многочанной жаровне мезгу требуется перепускать из одного чана в другой. В днище чана имеется перепускное отверстие (обычно размером 350х350 мм). Под этим отверстием снизу установлено перепускное устройство.

Чтобы описанная конструкция имела необходимую жесткость, в днище устанавливают анкерные связи. В жаровнях встречаются анкерные связи двух типов.

Секторный перепуск имеет секторный затвор 2 (рис. 5.5а), который может поворачиваться на оси 1. Наглухо к секторному затвору прикреплен хвостовик 3, опирающийся концом на поверхность мезги, находящейся в размещенном ниже чане. Когда в этом чане мезга достигает установленного уровня, хвостовик поворачивает секторный затвор на оси, и он закрывает перепускное окно.

Как только уровень мезги в нижнем чане снижается (так как ее из него отбирают), хвостовик, следуя за поверхностью мезги, поворачивает секторный затвор на оси, и он прикрывает перепускное окно. Из верхнего чана мезга начинает пересыпаться в нижний. Этот процесс перепуска продолжается до тех пор, пока уровень мезги в нижнем чане не достигнет заданного.

Клапан Линка работает на том же принципе, но конструктивно оформлен иначе (рис. 5.5б). Под перепускным окном укреплен прямоугольный короб 2 со скрещенным дном. К коробу на шарнире крепится дно 1, которое имеет хвостовик 3, опирающийся на поверхность мезги в расположенном ниже чане. В отличие от секторного затвора в клапане Линка в зависимости от уровня мезги в расположенном

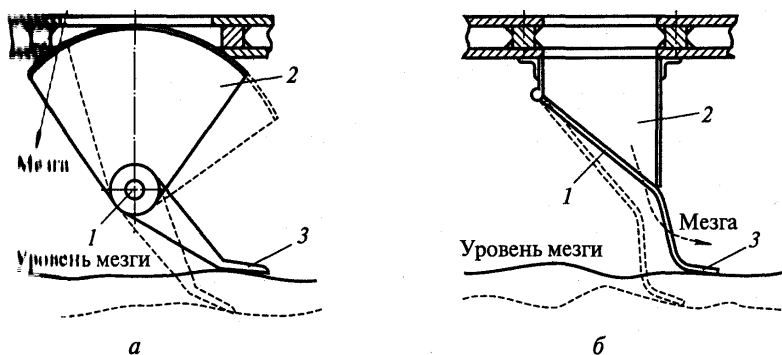


Рис. 5.5. Автоматические перепускные клапаны:

а – секторный перепуск; б – клапан Линка

ниже чане открывается дно перепускного короба, поворачиваясь на шарнире. Через образующуюся щель между дном и коробом мезга переходит из чана в чан. Клапан Линка точнее дозирует количество перепускаемой мезги.

В первом чане жаровни мятка увлажняется. С этой целью в чан устанавливают увлажнительную трубу 6 (рис. 5.4) по радиусу в направлении от стенки к валу. К стенке труба крепится при помощи специального кронштейна.

Свободный заглушенный конец трубы согнут петлей вокруг вертикального вала. Горизонтальная часть трубы имеет отверстие диаметром 3 мм. Причем суммарная площадь отверстия равна площади поперечного сечения трубы, расположенной в чане над ножами таким образом, что отверстия направлены по ходу движения увлажненной мятки. При таком расположении трубы отверстия не забиваются мяткой.

Мятку обычно увлажняют насыщенным паром, при этом она нагревается. Если влажность поступающей мятки мала, то увлажнять одним паром нельзя, так как потребуется много пара, который при конденсации внесет в мятку много тепла, что приведет к ухудшению качества получаемой мезги. В данном случае увлажнение производят смесью пара с водой; для этого к увлажняющей трубке подводится не только пар, но и вода. Регулируя вентили 7 на паровой и водяной линиях, можно обеспечить оптимальные увлажнение и нагрев мятки.

Для отвода паров, образующихся при сушке мезги, устанавливают вытяжную трубу, соединенную патрубками с чанами. Трубу рекомендуется изготавливать из чугуна, так как он лучше противостоит коррозии.

Образующийся кислый конденсат следует удалять из вытяжной трубы в канализацию. Жаровня может иметь естественную или принудительную вытяжку.

В настоящее время на маслозаводах эксплуатируются шести- и семичанные жаровни маслопрессовых агрегатов МПЖ-68 и РЗ-МОА.

Шестичанная жаровня Ж-68 (рис. 5.6) состоит из шести чанов 1 сварной конструкции, расположенных соосно один над другим и плотно соединенных с помощью пазовых соединений. Конструкция установлена на опоре 14.

Чаны смещены по часовой стрелке на 20° один относительно другого. Днища каждого чана и боковые стенки имеют паровые рубашки 6 и 11 для подачи в них греющего глухого пара.

На боковых стенках каждого чана расположены монтажные люки 2, закрываемые дверцами, и аспирационные окна 8. В нижнем чане размещены два симметричных окна 15 для выпуска мезги в маслопрессы, количество которой регулируется с помощью регулятора выхода мезги.

По оси аппарата через все чаны проходит вал 12, получающий вращение через упругую муфту от мотор-редуктора 7, установленного на крышке верхнего чана.

Перемещение мезги в чанах осуществляется горизонтально расположенными ножами 4, которые закреплены на валу с помощью муфт 5. Перемешиваемая ножами мезга перепускается из верхних чанов в нижние через отверстия 10, закрываемые перепускными клапанами, с помощью которых регулируется толщина слоя мезги в чанах. Уровень мезги в каждом чане контролируется указателем уровня.

Для подвода пара в паровые рубашки чанов и отвода конденсата из них снаружи предусмотрены трубная пароподводящая система 3 и отвод конденсата 13. Для верхнего и нижнего чанов установлена также душирующая система для дополнительного увлажнения. Возникающие в массе мезги газы отводятся через аспирационные окна в каждом из чанов в общую вертикальную вытяжную трубу 9 через патрубки, имеющие регулируемые заслонки. Снаружи жаровня покрыта теплоизолирующим слоем и облицована алюминиевыми листами.

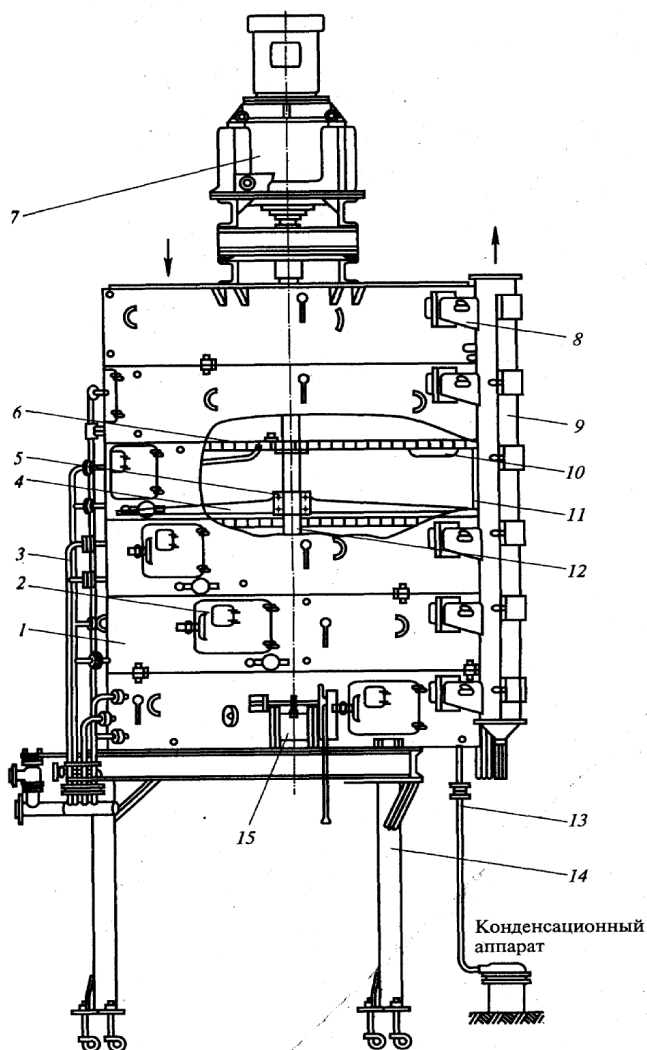


Рис. 5.6. Шестичанная жаровня Ж-68:

- 1 – чаны; 2 – монтажные люки; 3 – пароподводящая система; 4 – ножи; 5 – муфты;
 6 – паровая рубашка; 7 – мотор-редуктор; 8 – аспирационные окна; 9 – вытяжная труба;
 10 – отверстия; 11 – паровая рубашка; 12 – вал; 13 – отвод конденсата; 14 – опоры;
 15 – окна

Техническая характеристика шестичанной жаровни Ж-68

Производительность, т/с:	
для семян подсолнечника	150
для семян хлопчатника	160
Диаметр чана внутренний, мм	2100
Высота чана, мм	528
Общая поверхность нагрева чанов, м ²	33,5
Давление пара в патрубке, МПа	0,6
Частота вращения вала, мин ⁻¹	32
Мощность привода жаровни, кВт	30
Высота жаровни, мм	6830

Семичанная жаровня входит в состав маслопрессового агрегата РЗ-МОА (рис. 5.7). Она также предназначена для влаготепловой обработки мятки перед прессованием.

В отличие от жаровни Ж-68 имеет большую поверхность нагрева за счет увеличения количества рабочих цилиндров до семи и увеличения диаметра цилиндров. Чаны 4 изготовлены из углеродистой стали при помощи сварки. Паровая рубашка установлена не только на днище 3, но и на обечайке чана, поэтому поверхность нагрева одного чана составляет 11,9 м².

Увеличение поверхности нагрева позволяет удалить больше влаги.

С целью лучшей вытяжки отходящих паров используется вентилятор 2. Привод вертикального вала 1 осуществляется от электродвигателя, установленного на кронштейне жаровни, через редуктор.

Техническая характеристика семичанной жаровни

Производительность, т/сут.	300
Частота вращения вертикального вала, мин ⁻¹	17
Площадь поверхности нагрева, м ²	83,3
Давление греющего пара, МПа	0,6
Размеры чанов (диаметр х высота), мм	3000х680
Мощность электродвигателя, кВт	55

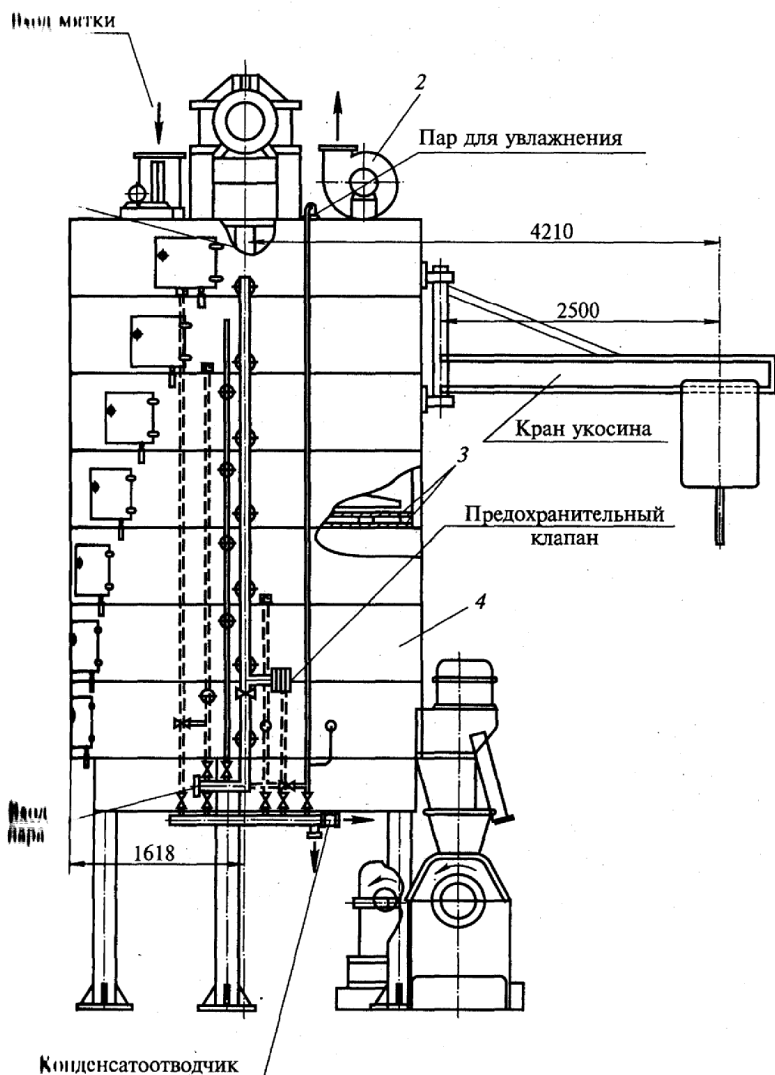


Рис. 5.7. Маслопрессовый агрегат РЗ-МОА:

1 – вертикальный вал; 2 – вентилятор; 3 – днище; 4 – чаны

5.4. Технология и оборудование для извлечения масла механическим способом

Для получения масла механическим способом с применением давления можно использовать гидравлические и шнековые прессы. Гидравлические прессы раньше имели широкое распространение, но из-за конструкционных недостатков в настоящее время вытеснены шнековыми прессами.

Шнековые прессы можно классифицировать по технологическому назначению на две группы:

- для предварительного съема масла (форпрессы);
- для окончательного съема масла (экспеллеры).

Форпрессы применяют в технологических схемах предварительного съема масла: форпрессование – экстракция и двукратное прессование. Основными признаками форпрессов являются: большие диаметры зерного цилиндра и шнекового вала, достигающие в приемной камере 320...250 мм; увеличенная частота вращения шнекового вала (18...28 мин⁻¹, а в некоторых конструкциях 30...100 мин⁻¹).

Для окончательного (второго) отжима масла в схеме двукратного прессования предназначен шнековый пресс-экспеллер. Экспеллер характеризуется меньшим диаметром зерного цилиндра и шнекового вала (130...155 мм), сниженной частотой вращения шнекового вала (4,5...5,5 мин⁻¹).

Маслопрессы. *Маслопресс МП-68* (рис. 5.8) из одноименного маслопрессового агрегата предназначен для предварительного съема масла. Основными узлами этого пресса являются станина 14, шнековый вал 7, зерная камера 9, питатель 5, механизм регулировки толщины ракушки (жмыха) 10, электродвигатель 1 и редуктор 2.

Станина изготовлена из двух литых корпусов, соединенных между собой сварными трубами и двумя швеллерами. В нижней части станины расположен маслосборник 15 для отвода поступающего из зерной камеры масла.

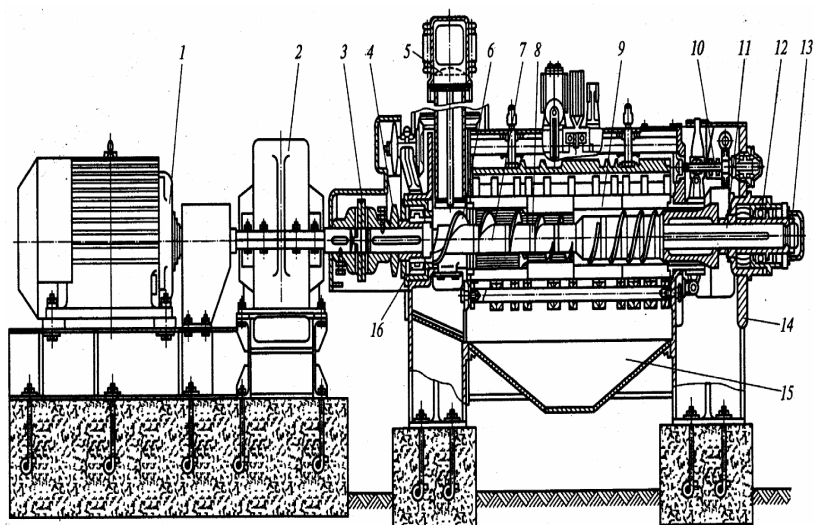


Рис 5.8. Маслопресс МП-68:

- 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – крестовая муфта; 4 – муфточка; 5 – питатель;
 6 – шнековые витки; 7 – шнековый вал; 8 – переходные кольца; 9 – зерная камера;
 10 – механизм регулировки толщины ракушки; 11 – ось вала; 12 – упорные подшипники;
 13 – концевая гайка; 14 – станина; 15 – маслосборник; 16 – двухрядные подшипники

Шнековый вал состоит из девяти отдельных шнековых витков 6 и переходных колец 8, собранных на оси вала 11. Шнековые витки имеют переменный шаг: от 300 (для первого витка) до 68 мм (для последнего витка). Ось шнекового вала опирается на радиальные сферические двухрядные подшипники 16, монтируемые в станине. Все части шнекового вала, надетые на ось, стянуты концевой гайкой 13.

С этого же конца ось упирается в упорные подшипники 12. Ось шнекового вала соединена с валом редуктора с помощью предохранительной крестовой муфты 3. При перегрузках штифты муфты срезаются, предохраняя маслопресс от поломок. Перед муфтой на оси крепится муфточка 4 цепной передачи привода течки питателя 5, предназначенной для ввода в него мезги. Питатель 5 состоит

из вращающейся течки с насаженной на нее конической шестерней. Корпус питателя крепится к нижнему чану жаровни. Внутри течки предусмотрены неподвижные скребки, очищающие стенки от налипшего материала. Толщина выходящего из пресса жмыха регулируется специальным механизмом 10 (рис. 5.8) с помощью наружного штурвала, изменяющего величину кольцевого зазора на выходе.

Электродвигатель маслопресса трехскоростной. Изменяя число его полюсов, можно получить различную частоту вращения шнекового вала.

Зеерная камера пятиступенчатая (рис. 5.9) состоит из цилиндров, собранных из отдельных стержней 1 сечением 19×11 мм, между которыми имеются зазоры для стока масла. Внутри зеера с каждой стороны всех цилиндров выступают ножи 2 для торможения вращательного движения мезги и очистки витков. Корпус зеера 3 состоит из двух разнимающихся по горизонтали полукорпусов в виде дуг, соединенных шарнирами 4 внизу и клиновым соединением 5 вверху. Геометрия зеерных пластин такова, что их можно использовать дважды путем поворота на 180° .

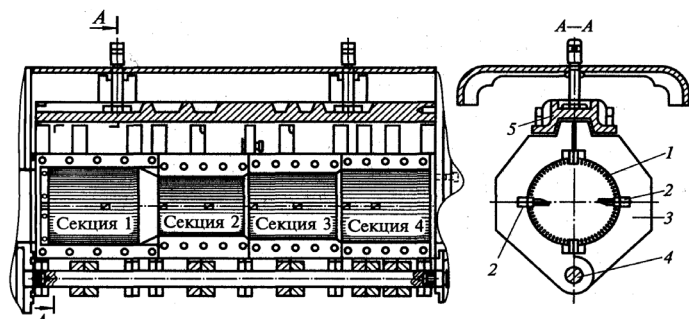


Рис. 5.9. Зеерная камера:

1 – стержень; 2 – ножи; 3 – корпус зеера; 4 – шарниры; 5 – клиновое соединение

Техническая характеристика маслопресса МП- 68

Производительность, т/с:	
для семян подсолнечника	70...75
для семян хлопчатника	80
Масличность жмыха, %:	
подсолнечника	16...20
хлопчатника	12...16
Частота вращения шнекового вала, мин ⁻¹	18; 24; 37
Толщина ракушки, мм	5...16
Мощность привода, кВт	28; 36; 40
Габариты (с приводом), мм	4870×1570×2100

Маслопресс ЕП (производство Германии) (рис. 5.10) служит для окончательного съема масла. Масличность жмыха по осям двукратного прессования составляет 4,5...4%.

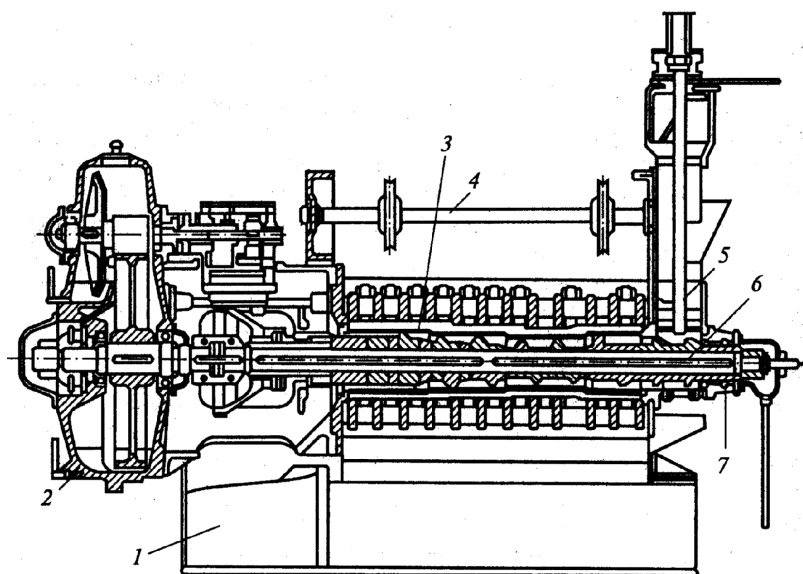


Рис. 5.10. Маслопресс ЕП:

1 – станина; 2 – кожух редуктора; 3 – зеер; 4 – вал; 5 – питатель; 6 – шнековый вал; 7 – опорный подшипник вала

Станина 1 пресса в отличие от других типов сварная. На задней стойке ее укреплен чугунный кожух редуктора 2. Между передней и задней стойками установлен зеер 3, состоящий из двух половинок. На передней стойке размещены опорный подшипник вала 7 и питатель 5.

Зеерный барабан четырехступенчатый. Зазор между пластинками создается специальными приливами на боковых поверхностях пластинок. Величина этих зазоров меняется по длине зеерного барабана и увеличивается по направлению к выходу жмыха.

Зеерный барабан имеет разъем в горизонтальной плоскости. Для простоты обслуживания барабана над ним установлен вал 4 с двумя боковыми блоками. Шнековый вал 6, как и в других типах прессов, составной, собирается из семи отдельных витков и восьми установочных колец, набираемых на вал и стягиваемых зажимной балкой. Положение регулировочного конуса изменяют при помощи специального устройства.

Устройство для зажима конуса в маслопрессе ЕП (рис. 5.11) выполнено следующим образом. Во вторичный вал редуктора 3 вставлен промежуточный вал 5, на котором установлена подвижная кулачковая полумуфта 2, подвижная рычагом. Одна часть подумуфты изготовлена на вторичном валу редуктора (вращается вместе с валом); другая полумуфта 1 отлита на стенке коробки передач (следовательно, она неподвижна). На промежуточном валу размещена шестерня 4, которая через «паразитную» шестерню 6 находится в зацеплении с «длинной» шестерней 7. Последняя, в свою очередь, находится в зацеплении с фигурной шестерней 8, расположенной на регулировочном конусе. Сам конус 9 насажен на втулку, которая навинчена на резьбу, имеющуюся на валу.

Если при помощи рычага подвижную кулачковую полумуфту включить в зацепление с полумуфтой на вторич-

ном валу редуктора, то начнет вращаться промежуточный вал, а вместе с ним и вся система шестерен. Шестерни подобраны с таким расчетом, что конус имеет несколько большую частоту вращения, чем шнековый вал. Следовательно, конус получает движение по отношению к шнековому валу, поэтому он будет навинчиваться на резьбу, прикрывая выходное отверстие пресса. Наоборот, если подвижную кулачковую полумуфту при помощи рычага ввести в зацепление с неподвижной полумуфтой 1, то вся система затормозится и конус остановится, а шнековый вал будет продолжать вращаться. В этом случае происходит свинчивание конуса по резьбе и, следовательно, увеличивается ширина выходной щели пресса.

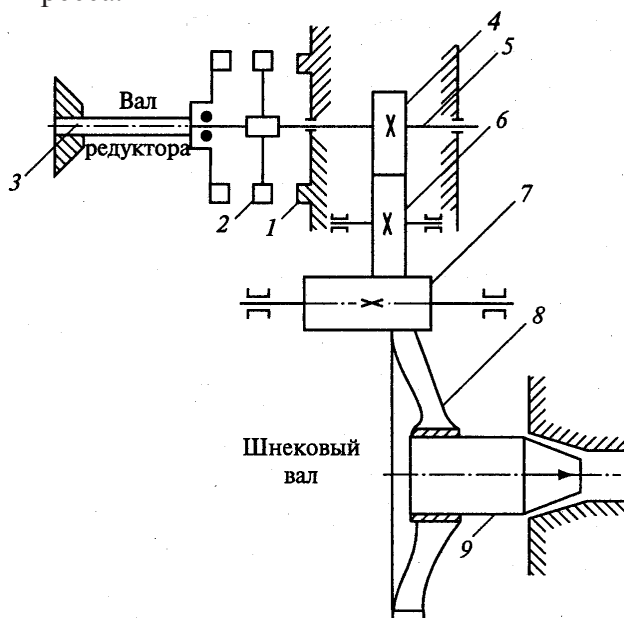


Рис. 5.11. Устройство для зажима конуса в маслопресс ЕП:

- 1 — полумуфта; 2 — кулачковая полумуфта; 3 — вторичный вал; 4 — шестерня;
5 — промежуточный вал; 6 — «паразитная» шестерня; 7 — «длинная» шестерня;
8 — фигурная шестерня; 9 — конус

Если же ширина выходной щели должна остаться без изменения, то кулачковую полумуфту ставят в нейтральное положение. При этом конус имеет такую же частоту вращения, как шнековый вал, и вся система шестерен вращается синхронно этой частоте. Из-за отсутствия движения конуса относительно шнекового вала регулировочный конус в отношении выходного отверстия остается неподвижным. Осевое перемещение фигурной шестерни конуса небольшое и составляет всего 80 мм. Однако, чтобы выходное отверстие зеера не закрылось полностью и не разъединилось зацепление фигурной шестерни с «длинной» шестерней, с обеих ее сторон предусмотрены концевые выключатели, которые при упоре в них шестерен переводят кулачковую полумуфту в нейтральное положение.

Шнековый вал пресса в отличие от других конструкций имеет сверленный канал, по которому пропускается охлаждающая вода или пар, что позволяет значительно сократить время процесса в период пуска. Однако нагрев вала шнекового пресса нужно вести осторожно, так как при быстром прогреве в витках, в месте шпоночной канавки, могут образоваться трещины из-за возникновения больших термических напряжений.

Техническая характеристика маслопресса ЕП

Производительность, т/ч	17... 20
Частота вращения шнекового вала, мин ⁻¹	4,9...5,8
Масличность получаемой ракушки, %	до 4,5
Мощность электродвигателя, кВт	12...15
Габариты, мм	2842×1680×3651

Контрольные вопросы

1. Как устроено и работает устройство для зажима конуса в маслопрессе ЕП?
2. Для чего предназначен, как устроен и работает маслопресс ЕП?

3. Охарактеризуйте устройство и работу зерной камеры.
4. Опишите устройство и работу маслопресса МП-68.
5. Как устроен и работает маслопрессовый агрегат РЗ-МОА?
6. Для чего предназначена, как устроена и работает шестичанная жаровня Ж-68?
7. Опишите устройство и работу автоматических перепускных клапанов.
8. Как устроен и работает чан жаровни?
9. Охарактеризуйте устройство и принцип действия принципиальной схемы линии производства растительного масла прессовым способом.
10. Опишите устройство и работу машинно-аппаратурной схемы первичного прессования (форпрессовый цех).
11. Как работает машинно-аппаратурная схема вторичного прессования?

6. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Растительные масла, полученные прессованием, содержат примеси в виде белков, оболочек и клеток семян, слизистых веществ, минеральных солей. Одной из основных технологических стадий производства масла является процесс рафинации (очистки), поскольку она во многом определяет качество и безопасность конечной продукции.

Очистка растительных масел зависит от способа производства, качества семян и влияет на объем производства. Поэтому процесс очистки представляет не только экономический, но и технический аспект задачи, решение которой заключается в подборе эффективных технологических схем.

6.1. Способы очистки растительных масел

На рис. 6.1 приведена схема, характеризующая способы очистки растительных масел.

Применяют схемы полной и частичной рафинации масла. Полная очистка обеспечивает получение масел, свободных от механических примесей, без специфических вкуса, запаха и цвета, с заданным содержанием свободных жирных кислот. После полной рафинации у масел практически отсутствуют органолептические признаки (вкус и запах). Частичная рафинация обеспечивает удаление из масла отдельных групп примесей и заканчивается на заданной стадии, определяемой дальнейшей переработкой или использованием масла.



Рис. 6.1. Способы очистки растительных масел

Полная очистка масел складывается из следующих процессов: удаления механических примесей; гидратации – удаления гидрофильных примесей (фосфолипидов, белков, углеводов); удаления восков (винтеризация); нейтрализации – удаления свободных жирных кислот и веществ кислой природы; промывки масла – удаления из него оставшихся после нейтрализации частиц мыла; высушивания – удаления влаги; отбеливания – удаления растворенных в масле красящих веществ; дезодорации – удаления из масла ароматических и вкусовых веществ.

Процессы очистки растительных масел исследовали многие ученые. Исследования В.Х. Паронян, Б.Н. Чубинидзе, И.С. Гавриленко подтвердили, что механические примеси (частички оболочек, жмыха) не только ухудшают товарный вид масла, но и обуславливают протекание ферментативных, гидролитических и окислительных процессов. Кроме того, эти примеси имеют белковое происхождение и способствуют протеканию сахараоаминных реакций, образованию липопротеидных комплексов. В результате денатурации белковых веществ в масло переходят одорирующие и красящие вещества. Все эти процессы ухудшают органолептические показатели и физиологическую ценность масел, поэтому механические примеси удаляют сразу же после получения масел. Обычно схема механической очистки включает комбинацию процессов отстаивания, фильтрования в гравитационном и центробежном полях и центрифугирования (центробежное осаждение и очистка).

Удаление механических примесей предусматривает освобождение масла от белковых примесей, частично фосфолипидов, в незначительном количестве ароматических и вкусовых веществ, а также влаги.

Удаление механических примесей из сырого растительного масла осуществляется путем отстаивания масла, филь-

трации его через пористые вещества, ткани, фильтровальную бумагу или слой сорбента и центрифугирования.

Отстаивание – это процесс разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Этот метод длителен и требует громоздкой аппаратуры, должен не только обеспечивать сохранение ряда свойств масла, но и улучшить эти свойства.

Фильтрация – отделение твердых частиц от масла с помощью тканевых фильтров под давлением или под вакуумом. Прессовые масла (форпрессовое и экспеллерное), как правило, проходят двойную фильтрацию: горячую – при 50...55°С, в результате чего удаляются механические примеси и частично фосфатиды, и холодную – при 20...25°С, при которой осаждаются фосфатиды, частично белковые и слизистые вещества.

Считается, что наиболее совершенным способом выделения мелких взвешенных частиц является осаждение их в центробежном поле. Для этих целей используются центрифуги и сепараторы. Из исследований В.И. Соколова следует, что при центрифугировании растительного масла удаляются не только взвешенные примеси, но и вода.

Установлено, что схема переработки растительного масла обусловлена физико-механическими свойствами семян, их природой, видом компонентов, назначением извлекаемого масла.

При получении масла для пищевых и технических целей стремятся полнее его извлечь. В этом случае основными операциями являются жаренье, горячее прессование и экстракция.

В то же время масло, используемое в медицине, не должно подвергаться изменениям, для чего применяют низкотемпературное прессование. Изучению проблемы повышения эффективности процесса тонкой очистки масла

посвящены работы многих научных, проектно-технологических и других организаций.

Созданию теоретических основ производства и очистки растительных масел, вопросам совершенствования конструкций аппаратов, оптимизации параметров и их рабочих органов посвящены работы В.А. Масликова, И.В. Гавриленко, А.И. Голдовского, В.П. Кичигина, В.П. Ржехина, В.В. Белобородова, Б.Н. Тютюнникова, В.Г. Щербакова, С.М. Доценко.

Применяют схемы полной и частичной очистки (рафинации) масла. Соевое масло, полученное различными способами частичной очистки, содержит в своем составе примеси и обычно не пригодно ни для пищевых, ни для технических целей.

Полная рафинация обеспечивает получение масел, свободных от механических примесей, без специфических вкуса, запаха и цвета, с заданным содержанием свободных жирных кислот. После полной рафинации у масел практически отсутствуют органолептические признаки (вкус и запах).

Последовательность процессов рафинации и получаемые при этом виды масел представлены на схеме (рис. 6.1), из которой видно, что иногда не для всех видов масел проводят весь цикл рафинации, часто ограничиваются только некоторыми операциями, например, выводят механические примеси и фосфолипиды, если все остальные показатели соответствуют требованиям стандартов для данного вида масла.

В соответствии с механизмом протекания процессов методы очистки масла условно делят на физические, химические, физико-химические.

К физико-химическим методам очистки относят процессы, с помощью которых из масла удаляют примеси, образующие истинные и коллоидные растворы, без химического изменения веществ, входящих в состав масла. Удаление та-

ких примесей из масла осуществляется путем гидратации и охлаждения.

К физическим методам относят отстаивание, фильтрацию, центрифугирование. С помощью этих методов из масел удаляют механические примеси и частично коллоидно-растворенные вещества, например, фосфолипиды, выпавшие в осадок, воду, попавшую в масло в процессе его извлечения, воски.

На рис. 6.2 приведена схема технологического процесса физической рафинации.

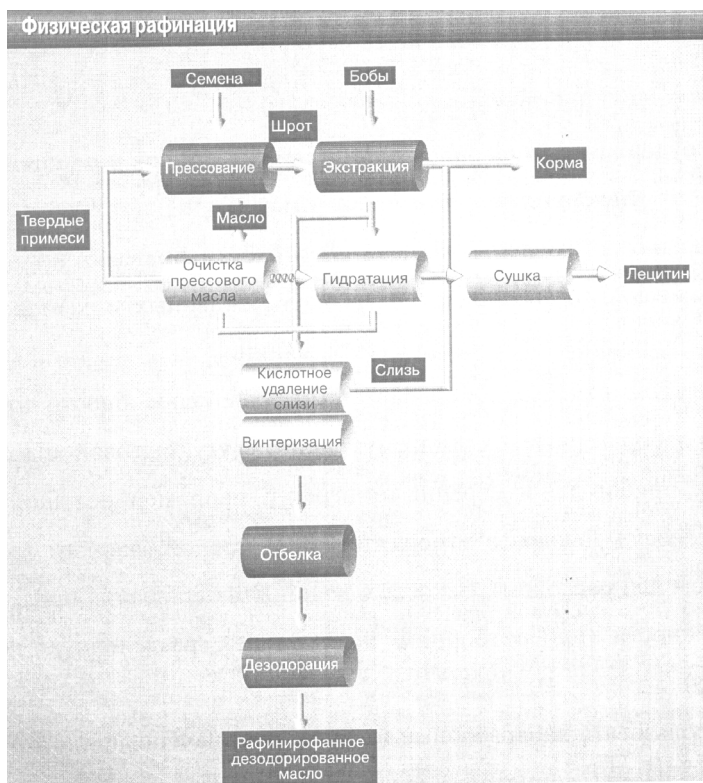


Рис. 6.2. Схема технологического процесса физической рафинации, предлагаемой фирмой Westfalia Separarter A.G.

При физическом методе рафинации свободные жирные кислоты удаляются дистилляцией в одну стадию во время дезодорации. Однако это возможно только в ограниченной степени для некоторых сырых масел. Другие масла, например хлопковое или рыбий жир, являются совершенно неподходящими для физической рафинации. К химическим методам очистки относят процессы, с помощью которых из масла удаляются примеси в результате химического изменения веществ, находящихся в масле (омыление жирных кислот).

На рис. 6.3 приведена схема химической рафинации фирмы Westfalia Separarter A.G.

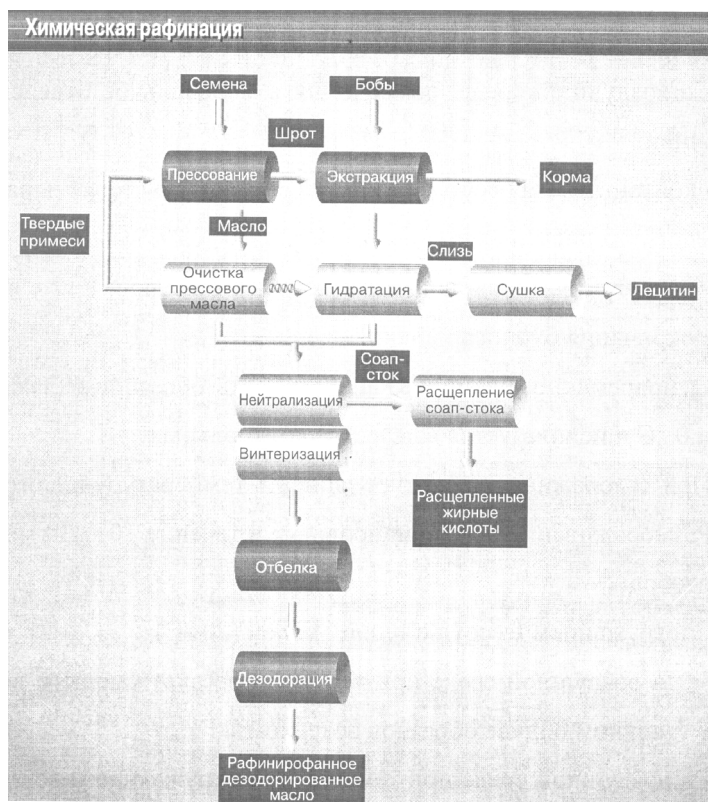


Рис. 6.3. Схема химической рафинации фирмы Westfalia Separarter A.G.

Удаление из масел примесей, образующих при рафинации новые химические соединения, осуществляется путем нейтрализации жирных кислот и других веществ, реагирующих с щелочами, сильными основаниями, кислотами и другими реагентами.

Химическая рафинация – традиционный метод, при котором свободные жирные кислоты сырых масел нейтрализуются каустической содой. Мыло натрия, полученное в результате, отделяется сепараторами. Нейтральные масла впоследствии отбеливают и дезодорируют. Этот метод впоследствии может использоваться для надежной рафинации фактически всех видов сырых масел, включая масла низкого качества, за исключением касторового.

6.2. Технологические схемы очистки растительных масел

6.2.1. Технологическая схема водной гидратации

Гидратация – обработка масла водой при нагревании. В результате гидратации белковые, слизистые вещества и фосфатиды набухают и переходят из коллоидного состояния в нерастворимое, то есть коагулируют и выпадают в осадок. Фосфолипиды и частично адсорбированные на них ароматические фосфатиды используются в животноводстве в качестве кормовой добавки. После высушивания в тонкоплёночных испарителях получают коммерческий лецитин. Лецитин – ценный побочный продукт, который используется в качестве эмульгатора в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

На рис. 6.4 приведена *схема водной гидратации*. Для подачи сырого масла на теплообменник используется насос специальной конструкции. Сырое масло нагревают до оптимальной температуры процесса. К маслу добавляют горячую

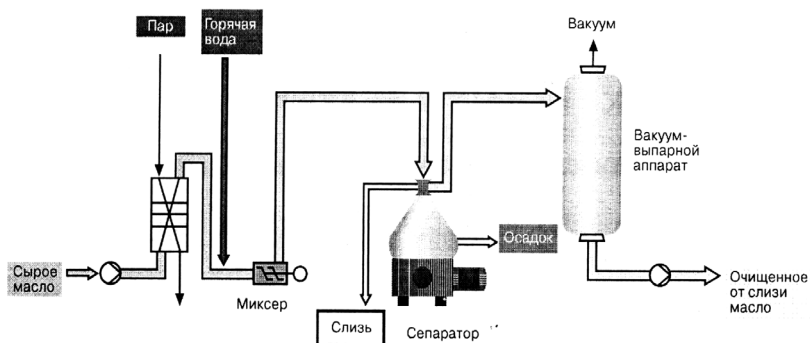


Рис. 6.4. Схема водной гидратации

воду в количестве, соответствующем содержанию фосфатидов в сыром масле, и интенсивно перемешивают. Вследствие интенсивного смешивания масла и воды набухание гидратируемых фосфатидов происходит очень быстро, и нет необходимости в дополнительном выдерживании продукта в специальной емкости. Для непрерывного отделения фосфатидов, не растворимых в масле, используется сепаратор.

В большинстве случаев рекомендуется дальнейшее снижение содержания фосфолипидов посредством промывки масла. В таких случаях к маслу добавляют некоторое количество горячей воды и сепарируют на второй центрифуге. После подобной обработки гидратированное масло либо подается на стадию отбелки, либо же высушивается в вакуум-сушильном аппарате, если в дальнейшем его планируется направить на продажу или хранение.

6.2.2. Технологическая схема гидратации с измененной линией нейтрализации

При обработке по схеме гидратации с измененной линией нейтрализации (рис. 6.5) сырое масло или масло после водной гидратации сначала нагревают до оптимальной температуры гидратации. Добавляют небольшое количество

ортофосфорной или лимонной кислоты и интенсивно перемешивают в центробежном смесителе. После соответствующего времени обработки часть этой кислоты нейтрализуют очень разбавленной каустической содой и одновременно для гидратации фосфатидов добавляют воду. Каустическая сода и вода также смешиваются с маслом в следующем центробежном смесителе. Смеситель перекачивает масло через реактор для гидратации на следующий теплообменник, который нагревает продукт до соответствующей температуры разделения. Разделение фаз на фосфатиды и масло происходит в сепараторе.

Технология гидратации. К химическим методам рафинации относится гидратация – удаление фосфатидов из сырого растительного масла, которые перешли в него из семян масличных культур.

Реакция проходит путем взаимодействия воды или других реагентов с жиром. Количество вводимой воды зависит от вида масла, содержания фосфатидов и составляет 0,3...10% массы гидратируемого жира.

Необходимость выведения фосфатидов из масла обусловлена тем, что они являются эффективным кормовым продуктом для сельскохозяйственных животных, успешно используются в хлебопекарном, кондитерском, лакокрасочном, парфюмерном, маргариновом производствах. Кроме того, присутствие фосфатидов понижает товарные качества масла и затрудняет дальнейшую переработку его.

Но не всегда следует удалять фосфатиды из масла (например, при использовании реальных масел в качестве салатных приправ). Между тем установлено, что при содержании в подсолнечном масле фосфатидов кислотное число его повышается на 0,25...0,3 мг КОН/г что, естественно, ухудшает качество масла.

На рис. 6.6 показана *машинно-аппаратурная схема гидратации масла непрерывным способом*. Работа схемы

осуществляется следующим образом. В коагулятор 6 при помощи насосов 1 и 3 подается сырое масло, которое предварительно отфильтровывается в фильтрах 2 и подогревается в теплообменнике 4. Вместе с маслом в смеситель 6 поступает умягченная вода или конденсат. При помощи мешалки смесь масла и конденсата перемешивается и передается в сепаратор 7, где разделяется на масло и гидратационный осадок. Далее масло подогревается в теплообменнике и направляется в сушилку 10. После сушки и охлаждения масло насосом 11 перекачивается в рафинационный цех, а гидратационный осадок через смеситель-коагулятор 16 насосом 15 передается в ротационно-пленочный сушильный аппарат 8. Высушенный фосфатидный концентрат через емкости 12 и 13 поступает в фасовочный аппарат 14.

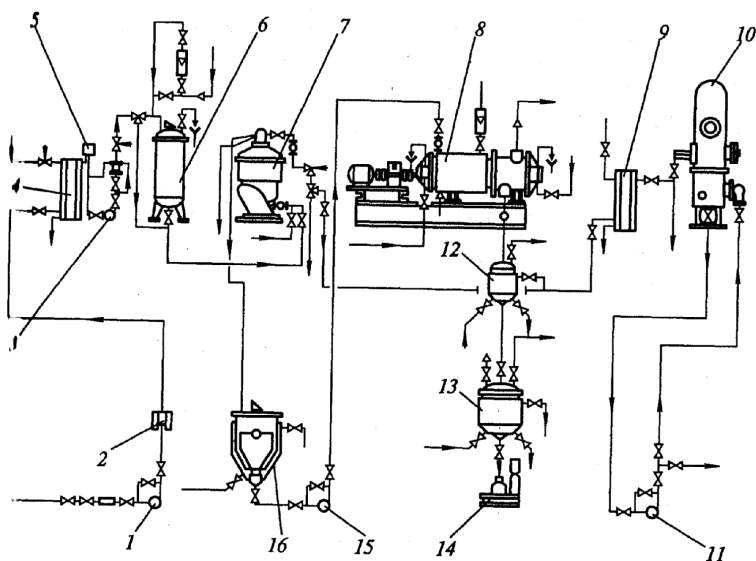


Рис. 6.6. Машинно-аппаратурная схема непрерывной гидратации масел:

1 – насос; 2 – фильтр; 3 – насос; 4 – теплообменник; 5, 6 – коагулятор; 7 – сепаратор;
8 – сушильный аппарат; 9, 10 – сушилка; 11 – насос; 12, 13 – емкости; 14 – фасовочный
аппарат; 15 – насос; 16 – смеситель-коагулятор

6.2.3. Щелочная и дистилляционная нейтрализация кислотности масла

Для нейтрализации кислотности масла применяют растворы щелочей различной концентрации.

При щелочной рафинации производится обработка масла щелочью в целях удаления свободных жирных кислот, присутствие которых отрицательно влияет на вкусовые достоинства масла, ускоряет окисление и приводит к порче.

Эффективность нейтрализации масла щелочью определяется величиной кислотного числа масла после нейтрализации. При охлаждении нейтрального масла с растворенным мылом из масла выделяется студнеобразный осадок. Этот осадок, soapstock, представляет собой смесь мыла, воды, нейтрального масла, механически увлеченного мылом при отстаивании, части красящих веществ, механических примесей. Из-за большого различия плотности soapstock легко отделяется от масла.

Распыление щелочи (натриевой, кальциевой) производится равномерно над всей поверхностью масла. Вслед за щелочью в масло вводится 3...4%-й раствор соли. Раствор соли способствует более быстрому отделению нежелательных примесей.

Концентрированные растворы подаются в масло температурой 20...25°C, слабые растворы нагреваются до 95...97°C и при такой температуре подаются в масло для нейтрализации. После введения всей щелочи масло в нейтрализаторе перемешивается в течение 15...20 минут. Это делается с целью укрупнения образовавшихся во время нейтрализации хлопьев мыла.

На рис. 6.7 приведена *схема нейтрализации негидратированного масла*. Для кондиционирования негидратированных фосфатидов к сырому негидратированному маслу добавляется небольшое количество ортофосфорной или лимонной кислоты. В некоторых случаях кислота добавляется в емкость с мешалкой перед сепаратором; время обработки может составить несколько часов. Однако более эффектив-

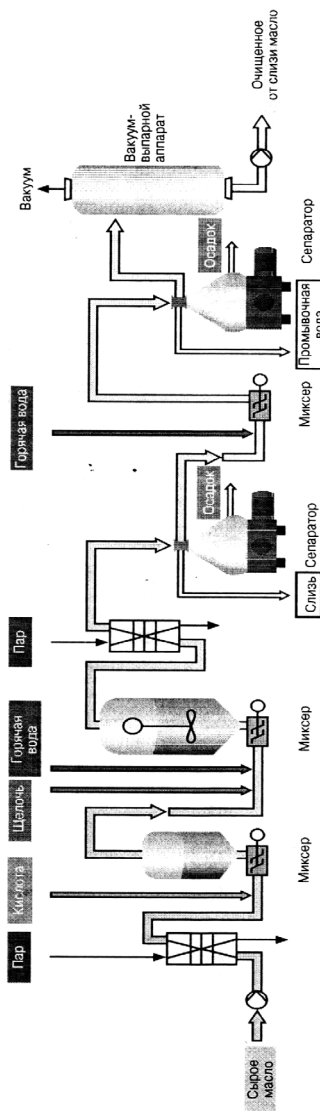


Рис. 6.5. Схема гидратации с измененной линией нейтрализации

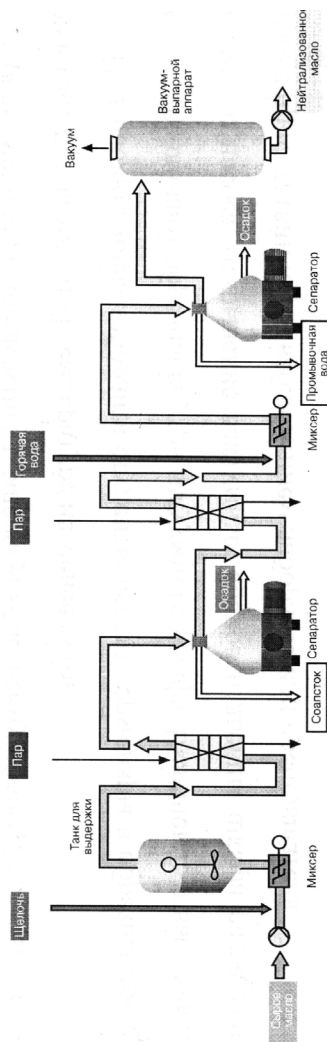


Рис. 6.7. Схема нейтрализации негидратированного масла

ный метод состоит в том, чтобы добавить кислоту перед центробежным смесителем. Интенсивное смешивание позволяет уменьшить время обработки до нескольких минут. После этого добавляют разбавленную каустическую соду для нейтрализации свободных жирных кислот. С каустической содой добавляют воду в достаточном количестве для гидратации фосфатидов. После нескольких минут обработки в специальных емкостях с мешалками масло нагревается и подается на первый сепаратор для отделения соапстока. Нейтрализованное масло промывается для дальнейшего снижения содержания остаточного мыла. Для этой цели к маслу добавляют некоторое количество горячей воды, смешивают в центробежной мешалке и разделяют на промывочную воду и масло в сепараторе. Остаточная влажность масла окончательно снижается в вакуумной сушилке.

Концентрированные растворы подают в масло температурой 20...25 °С, слабые растворы нагревают до 95...97° С и при такой температуре подают в масло.

Нейтрализатор периодического действия (рис. 6.8) предназначен для проведения кислотной реакции между свободными жирными кислотами и раствором щелочи с целью получения соапстока.

Он состоит из сварного корпуса 11, паровой рубашки 14, 15, плоской крышки 4, электродвигателя 7 и редуктора 6; привода вертикального вала 1, на котором установлена рамная мешалка 12, разъемной муфты 3 с рычагами привода 9; неподвижного распылительного устройства 5, подвижного распылительного устройства 10; емкости для раствора щелочи 2; шарнирной трубы 13 и лебедки 8.

Работа аппарата происходит следующим образом. Масло поступает в нейтрализатор через неподвижное распылительное устройство 5, нагревается глухим паром до температуры 90... 95 °С с помощью паровых рубашек 14, 15 и перемешивается рамной мешалкой 12. Затем через этот

же распылитель вводят водно-солевой раствор концентрации 1 %. После этого с помощью рычажного механизма 9 срабатывает муфта 3, отключая вращение мешалки, и через подвижное распылительное устройство подается раствор щелочи, и проводится реакция нейтрализации.

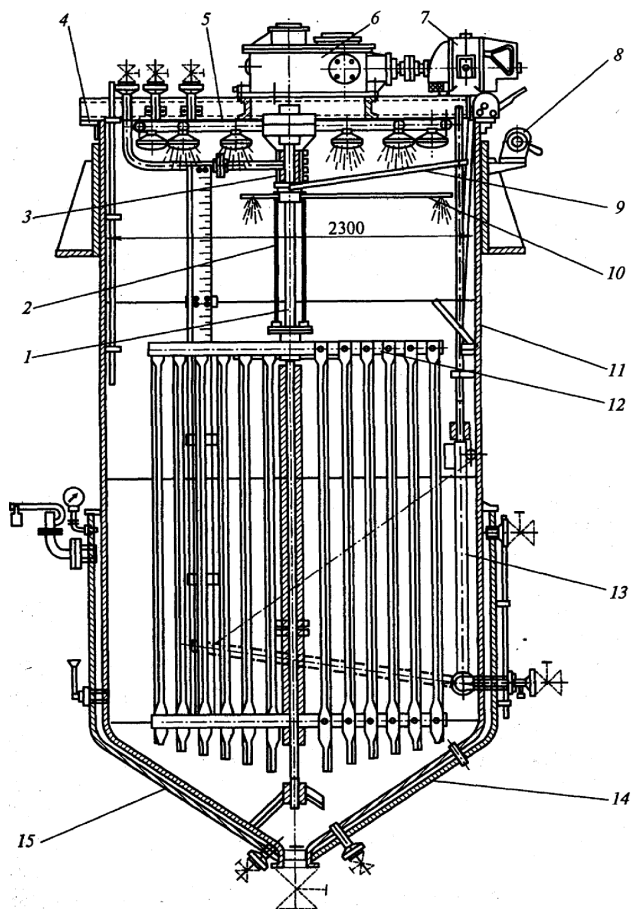


Рис. 6.8. Нейтрализатор периодического действия:

- 1 – вал; 2 – емкость для раствора щелочи; 3 – разъёмная муфта; 4 – крышка;
 5 – распылительное устройство; 6 – редуктор; 7 – электродвигатель; 8 – лебедка;
 9 – рычажный механизм; 10 – распылительное устройство; 11 – корпус; 12 – рамная
 мешалка; 13 – шарнирная труба; 14, 15 – паровые рубашки

Образовавшиеся в результате нейтрализации мыльные пленки, осаждаясь, попадают в мыльно-солевой раствор, при этом мыло растворяется, а нейтральный жир освобождается. Полученное масло далее направляют в аппарат периодического действия для промывки, сушки и отбелки.

По окончании процесса нейтрализации производят отстаивание, а затем с помощью шарнирной трубы 13 откачивание нейтрализованного масла. Образовавшийся мыльный осадок – соапсток выводят из аппарата через нижний штуцер. Затем аппарат обрабатывают острым паром, высушивают и снова запускают в работу. Нейтрализаторы выпускают вместимостью 5, 10, 20 и 40 т.

Техническая характеристика нейтрализаторов периодического действия с разной вместимостью V

Показатель	V_1	V_2
Вместимость, т	5	10
Площадь нагрева, мин^{-1}	8,1	10,7
Частота вращения мешалки, м^2	45	45
Мощность электродвигателя, кВт	7,5	11
Диаметр аппарата, мм	2400	2400

Дистилляционное снижение кислотности (дистилляционная нейтрализация) масла заключается в переводе жирных кислот из жидкого состояния в газообразное. Жирные кислоты способны кипеть и перегоняться, но температура их отгонки высока. Для снижения температуры кипения масло обрабатывают под вакуумом острым водяным паром. Масло перед дистилляцией нагревают до 240...280°C. Вакуум поддерживают от 2 до 5 кПа. Процесс дистилляции жирных кислот из жидких растительных масел ведут при 240...260°C, продолжительность – до 4 минут.

6.2.4. Удаление восков

Масло и воски имеет разную температуру кристаллизации. Для сырого масла температура кристаллизации восков составляет 8 °С, для гидратированного 10°С, для нейтрализованного щелочами 12 °С. При указанных температурах воски имеют кристаллы максимальных размеров, сравнительно легко отделяются от масла при фильтрации.

При обычной рафинации воски из масла не выводятся. Для их удаления масло сначала охлаждают до 8...12°С, затем подогревают до 20 °С. Это делается с целью снижения вязкости масла и получения более крупных кристаллов восков, а затем фильтруют. Масло, освобожденное от восков, при охлаждении до 0 °С не выделяет мути и остается прозрачным.

6.2.5. Отбеливание

Отбеливание – извлечение из масла красящих веществ путем обработки его адсорбентами (животным углем или отбельными глинами, например цеолитом, поверхностно-активными веществами, способными поглощать и удерживать на поверхности красящие вещества). При этом у масла снижается интенсивность окраски, что часто необходимо для придания маслам лучшего товарного вида. Адсорбенты не только обесцвечивают масло, но и удаляют белковые и слизистые вещества, мыла.

Технология отбелки масел. Процесс отбелки заключается в удалении из растительных масел красящих веществ путем их адсорбции на поверхности адсорбента. В растительных жирах содержатся различные красящие вещества (пигменты), окрашивающие их в специфический цвет. Так, присутствующие в масле каротиноиды придают ему окра-

ску от желтого до красного цвета, хлорофиллы – зеленую, госсипол в хлопковом масле – темно-коричневую.

Отбеливание жиров, или адсорбционная рафинация, является важным этапом в подготовке растительных масел к процессу гидрогенизации и получению маргариновой продукции.

В качестве адсорбентов в промышленности используют природные бентонитовые глины и другие полезные ископаемые, которые должны отвечать следующим требованиям:

- иметь высокую адсорбционную емкость и активность, чтобы при меньшем количестве адсорбента достичь отбеливающего эффекта;
- иметь развитую поверхность (пористость) и значительное количество активных центров;
- иметь высокую маслосъемность (количество масла в процентах, удерживаемое адсорбентом);
- не вступать в химическое взаимодействие с триглицеридами масел;
- легко отделяться от масла отстаиванием и фильтрованием.

На масложировых предприятиях применяют как периодическое, так и непрерывно действующее технологическое оборудование для отбелики жиров.

В машинно-аппаратурных схемах для непрерывной отбелики могут быть использованы как два аппарата вертикального или горизонтального исполнения для предварительной и окончательной отбелики, так и один колонный, который объединяет функции предварительной и окончательной отбелики.

Машинно-аппаратурная схема непрерывной отбелики масла с применением колонного аппарата приведена на рис. 6.9. Масло насосом 2 из емкости 1 прокачивается через теплообменник 3, где предварительно нагревается глухим паром; дозатором 4 подается в отбельный колонный аппарат 7 и с помощью четырех форсунок распыляется в его верхней

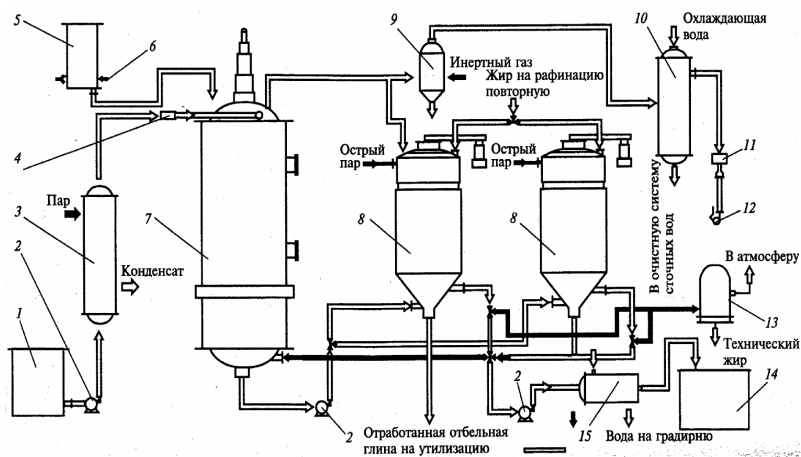


Рис. 6.9. Машинно-аппаратурная схема непрерывной отбелки масел в колонном аппарате

части. Туда же подается из емкости 5 адсорбент дозатором 6. После отбелки масло и адсорбент направляются на фильтрацию в один из фильтров 8; после отделения адсорбента масло охлаждается в холодильнике 15 и собирается в емкости 14. Отбельный аппарат и фильтр подключены к вакуумной системе через каплеуловитель 9, барометрический конденсатор 10 и вакуумные насосы 11 и 12. Для проведения очистки фильтров 8 предусмотрен циклон-разделитель 13.

Оборудование для отбелки жиров. Колонный аппарат непрерывного действия (рис. 6.10) предназначен для непрерывной отбелки жиров и представляет собой стальной сварной вертикальной конструкции реактор с цилиндрическим корпусом 1, сферическим дном 4 и крышкой 12.

Внутренняя полость аппарата разделена перегородками на пять секций. В верхней секции, отделяемой конической перегородкой 14, поступающее на отбеливание масло подсушивается и деаэрируется.

При входе в аппарат масло через парубки 9 поступает в четыре форсунки, которые распыляют его. Благодаря этому

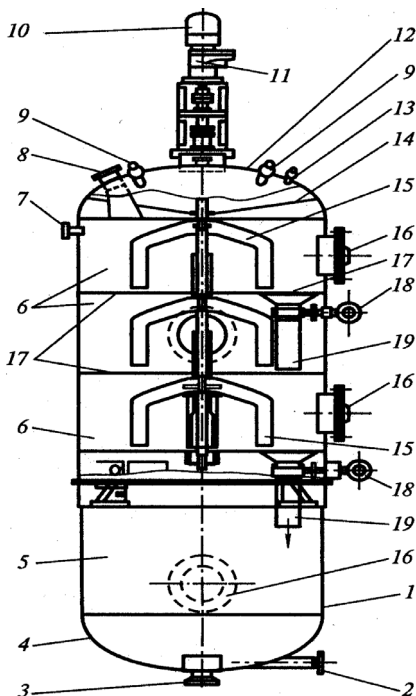
создается большая поверхность, что облегчает сушку и деаэрацию масла. Процесс ведется при остаточном давлении, равном 5,33 кПа. Такое давление поддерживается во всех секциях.

Из верхней секции масло переходит в первую отбеливающую секцию 6, одновременно в которую непрерывно через патрубок 8 подается необходимое количество отбеливающей глины. Масло интенсивно перемешивается с ней при помощи лопастей механической мешалки 15. Отсюда суспензия по наклонной перегородке 17 переходит во вторую, из нее в третью отбеливающие секции. Ступенчатая отбелка интенсифицирует процесс обесцвечивания. Переход суспензии из секции в секцию осуществляется по переточным воронкам 19. Скорость перехода регулируется автоматически управляемыми задвижками 18. Пройдя последовательно через все секции, суспензия поступает в нижнюю сборную секцию 5, из которой откачивается на фильтрование.

Механическая мешалка приводится в движение электродвигателем 10 через редуктор 11. Для внутреннего осмотра и ремонта служат люки 16. Патрубки 2, 3, 7 и 13 предназначены для присоединения аппарата к материальным и вакуумным коммуникациям.

Рис. 6.10. Колонный аппарат непрерывного действия:

- 1 – корпус; 2, 3, 7, 13 – патрубки; 4 – сферическое дно; 5 – сборная секция; 6 – первая отбеливающая секция; 7, 8 – патрубок; 9 – парубки; 10 – электродвигатель; 11 – редуктор; 12 – крышка; 14 – конические перегородки; 15 – механическая мешалка; 16 – люки; 17 – перегородка; 18 – задвижки; 19 – переточные воронки



*Техническая характеристика колонного аппарата
непрерывного действия:*

Производительность по маслу, т/ч	12,5
Мощность электродвигателя, кВт	5,5
Частота вращения мешалки, мин ⁻¹	36,0
Остаточное давление в аппарате, кПа	5,33
Габариты (диаметр х высота), мм	2100×5000

6.2.6. Дезодорирование

Дезодорирование – процесс отгонки ароматических летучих веществ, сообщающих маслу запах и вкус. Носителями вкуса, и особенно запаха, являются легколетучие вещества: углеводороды, альдегиды, кетоны, спирты, низкомолекулярные жирные кислоты и их эфиры, эфирные масла. На дезодорирование направляют предварительно отбеленные масла. Принцип этого процесса основан на различии в температурах испарения ароматических веществ и собственно жиров (триглицеридов).

Контрольные вопросы

1. Что такое дезодорирование?
2. Для чего предназначен, как устроен и работает колонный аппарат непрерывного действия?
3. Опишите машинно-аппаратурную схему непрерывной отбелки масел в колонном аппарате.
4. В чем заключается технология отбелки растительных масел?
5. Каковы особенности винтаризации?
6. Охарактеризуйте устройство и принцип действия нейтрализатора периодического действия.
7. Каковы особенности дистилляционного снижения кислотности?

8. Охарактеризуйте схему нейтрализации негидратированного масла.
9. Опишите машинно-аппаратурную схему непрерывной гидратации масел.
10. Охарактеризуйте схему гидратации масел с измененной линией нейтрализации.
11. Характеристика способов очистки растительных масел.
12. В чем заключается сущность технологической схемы водной гидратации?
13. Опишите схему химической рафинации фирмы Westfalia Separarter A.G.
14. Охарактеризуйте устройство и принцип действия схемы технологического процесса физической рафинации, предлагаемой фирмой Westfalia Separarter A.G.

7. УДАЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Перед товаропроизводителями стоит задача максимального выхода чистого масла за относительно короткое время без снижения его качественных показателей. Существует несколько методов разделения суспензий и различные конструкции машин, аппаратов и устройств. Наиболее распространенными способами разделения вязких неоднородных систем являются фильтрование, центрифугирование и осаждение.

Среди многочисленных схем очистки растительных масел наиболее приемлемыми для малых предприятий являются методы отстаивания, фильтрования и центрифугирования.

Метод отстаивания основан на выпадении частиц, взвешенных в сыром масле, под действием силы тяжести. Примеси в виде твердых частиц, коллоидных растворов, воды имеют более высокую плотность, чем масло, и под действием силы тяжести выпадают в осадок.

Отстаивание масла – длительный процесс, требующий использования большого количества емкостей для масла, подготовленного к отстаиванию. С целью ускорения отделения механических примесей масло отстаивается при повышенных температурах, так как вязкость горячего масла ниже и это ускоряет процесс оседания механических примесей, однако это приводит к дополнительным затратам.

Метод фильтрации основан на том, что поры фильтрующего материала способны пропускать частицы только определенных размеров. Для фильтрации применяются фильтры различных конструкций, работающие под давлением или под вакуумом, периодического и непрерывного действия. В качестве фильтрующего материала может использоваться такой адсорбент, как цеолит.

Горячее фильтрование ведется при температуре не ниже 50...55°C. Если горячее масло не очистить от механических примесей, белковых веществ, минеральных загрязнений, то это снижает качество масла и получаемых из него продуктов

Холодное фильтрование проводят при температуре 20...25°C после горячего. Фильтруется масло, охлажденное до температуры коагуляции в нем фосфатидно-белкового комплекса.

Осадок (фуз), полученный в результате отделения твердых или коллоидно-растворенных примесей, состоит из азотсодержащих, углеводсодержащих веществ, фосфолипидов, красящих веществ, масла, мезги, жирных кислот, стеринов, каротиноидов, витаминов и веществ, определяющих запах масла. Фузы обычно не находят прямого применения.

Процесс центрифугирования заключается в отделении примесей от масла под действием центробежной силы, развиваемой на рабочих органах центрифуг. При воздействии центробежных сил смесь масла и примесей разделяется на две фракции: очищенное масло и примеси.

Простейшая схема очистки прессового масла включает отстойник, танк для выдерживания масла после прессования, после чего масло подается в устройство для очистки (например, в детандер или фильтрующую центрифугу).

7.1. Отстаивание растительных масел под действием гравитационного поля

Процесс осаждения под действием силы тяжести называется отстаиванием. Осаждение (отстаивание) – процесс, широко применяемый в перерабатывающей промышленности для разделения суспензий, эмульсий, дымов, пылей. Скорость осаждения в гравитационном поле невелика. Поэтому процесс отстаивания мало эффективен и не обеспечивает выделение из разделяемой системы частиц с высокой степенью дисперсности.

Отстаивание суспензий протекает в несколько стадий, которые можно наблюдать, если тщательно перемешать разбавленную суспензию и поместить ее в стеклянный цилиндр. Вначале твердые частицы равномерно распределены в жидкости, но через короткий промежуток времени они начинают осаждаться, причем на дне цилиндра оседает слой наиболее крупных твердых частиц. Над осадком образуется слой сгущенной суспензии, в которой твердые частицы располагаются настолько тесно, что дальнейшее уплотнение слоя возможно только путем вытеснения жидкости из промежутков между частицами (зона стесненного осаждения 3). Выше находится переходная зона, плотность которой уменьшается снизу вверх по направлению к зоне исходной суспензии, – зона 2, причем в обеих этих зонах частицы осаждаются свободно под действием сил тяжести. Над зоной расположен слой чистой или осветленной жидкости (зона 1). По мере отстаивания зоны 1 и 2 возрастают, причем одновременно происходит уплотнение зоны.

Отстаивание заканчивается, когда зона 2 и переходная зона исчезают, и завершается уплотнение сгущенной суспензии, что соответствует полному разделению ее на осадок и осветленную жидкость .

Состояние, при котором переходная зона исчезла, но еще не началось уплотнение сгущенной суспензии (зоны 3), носит название критической точки.

При этом различают суспензии двух типов:

а) суспензии, в которых скорость осаждения постоянна до критической точки и затем уменьшается с уплотнением зоны 2;

б) суспензии, в которых скорость осаждения уменьшается с самого начала отстаивания, причем не появляется четкой границы между осветленной жидкостью и сгущенной суспензией, т.е. границы, соответствующей критической точке.

В процессе непрерывного отстаивания в аппарате образуются те же зоны, что и при периодическом отстаивании, но эти зоны не изменяются по высоте.

Отстаивание – это частный случай разделения неоднородных жидких или газообразных систем в результате выделения жидких или твердых частиц под действием гравитационной силы. Отстаивание применяется для грубого разделения суспензий, эмульсий, пылей и характеризуется низкой скоростью процесса. Отстаиванием не удастся полностью разделить неоднородную смесь на дисперсную и дисперсионную фазы. Однако простое аппаратное оформление процесса и низкие энергетические затраты определили широкое применение этого метода разделения в перерабатывающей и смежной промышленности.

При отстаивании должны соблюдаться следующие условия: продолжительность пребывания разделяемого потока в аппарате должна быть равна или больше времени осаждения частиц; линейная скорость потока должна быть мень-

ше скорости осаждения. При нарушении первого условия частицы не успевают выделиться и осесть в аппарате, при нарушении второго возникающие вихревые потоки взмучивают и уносят осаждающиеся частицы из отстойника.

7.2. Технология и оборудование для первичной очистки масла

Технология первичной очистки масла. В процессе предварительного или окончательного съема масла в шнековых прессах в него попадают частицы мезги и жмыха, которые выносятся потоками масла через зерновые щели. Наличие в масле твердых примесей снижает его качество и затрудняет дальнейшую переработку, а контакт примесей с маслом ведет к интенсификации его окисления, ферментативному гидролизу и, следовательно, к ухудшению биологической ценности масла, его органолептических свойств и т. п.

Кроме того, в процессе маслодобыwania в него переходят фосфатиды, воски, свободные жирные кислоты, красящие и другие сопутствующие вещества. Некоторые из них существенно влияют на качество масла и его технологические свойства. Фосфатиды, стеролы, токоферолы повышают биологическую ценность масла, а воски, свободные жирные кислоты, госсипол снижают его качество.

Вместе с тем наличие фосфатидов в масле ухудшает его технологические свойства, затрудняя рафинацию и гидрогенизацию. Поэтому первичная очистка масла имеет существенное значение в обеспечении сохранности его качества.

В процессе первичной очистки масла в основном удаляют механические примеси. Первичную очистку масла осуществляют сразу после его получения.

Для очистки растительных масел от механических примесей применяют отстаивание (в гущеловушках), инерционную очистку (на вибрационных ситах), центрифуги-

рование (в центрифугах и сепараторах) и фильтрацию (на фильтр-прессах).

В качестве фильтрующей поверхности (перегородки) используют специальную ткань (бельтинг, лавсан, капрон и др.). На существующих фильтр-прессах фильтрация ведется при постоянной скорости до создания давления не более 0,2 МПа.

Наиболее совершенным способом выделения мелких взвешенных частиц является осаждение их в центробежном поле. Для этих целей используются центрифуги и сепараторы.

В схемах первичной очистки масла на многих заводах применяют горизонтальные шнековые центрифуги непрерывного действия типа НОГШ и жидкостные разделительные и осветлительные сепараторы.

Оборудование для первичной очистки масла. *Механизированная гущеловушка* (рис. 7.1) представляет собой простейший сепаратор, предназначенный для удаления механических примесей из прессового масла. Гущеловушка состоит из прямоугольной емкости 1, в которой находится скребковый цепной механизм, включающий в себя двойную цепь 5 с укрепленными на ней скребками 6.

Цепь натянута и перемещается с помощью четырех звездочек 3, закрепленных на валиках.

Масло с примесью до 10% механической взвеси поступает в гущеловушку через приемный карман 2. Взвесь, содержащаяся в масле, постепенно переносится вверх, подается на сетчатую поверхность горизонтальной перегородки 7, откуда перемещается скребками к выводному шнеку 4.

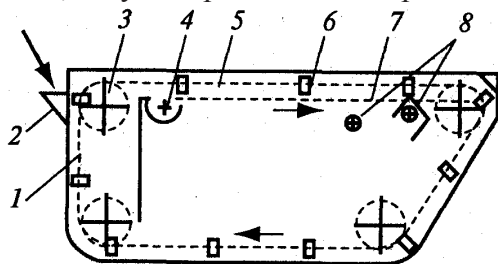


Рис. 7.1. Механизированная гущеловушка:
1 – емкость; 2 – приемный карман; 3 – звездочки; 4 – выводной шнек; 5 – двойная цепь; 6 – скребки; 7 – перегородки; 8 – патрубки

Очищенное масло с содержанием взвеси до 0,3% выводится на последующую обработку через патрубки 8, расположенные под сетчатой перегородкой. Движение цепей скребкового механизма проходит медленно, со скоростью 2...3 м/ч, производительность гущеловушки равна 8...10 т масла в час. Изготавливают ее обычно как нестандартизированное оборудование.

Вибрационное сито (рис. 7.2) представляет собой металлическую коробку 3, которая при помощи S-образных пружин 1 крепится к раме 4. Одна опора рамы укреплена шарнирно, другая прикреплена к направляющей рейке. Благодаря этому корпус может принимать различный уклон. Внутри металлическая коробка вдоль разделена перегородкой на две камеры. В каждой из них при помощи винтов натянуто плетеное сито с размерами отверстий 0,25×0,25 мм. В центре коробки под ситом варена труба 2, на которой помещен приводной вал, имеющий эксцентрик с эксцентриситетом 0,3...0,5 мм.

Благодаря эксцентриситету при вращении вала металлическая коробка, а с ней и сита получают колебания в вертикальной плоскости. Масло, подвергающееся очистке, поступает на сито, фильтруется здесь и выводится через поддон. Крупные частицы, содержащиеся в масле, совершая колебания в вертикальной плоскости, соединяются в более крупные части и схо-

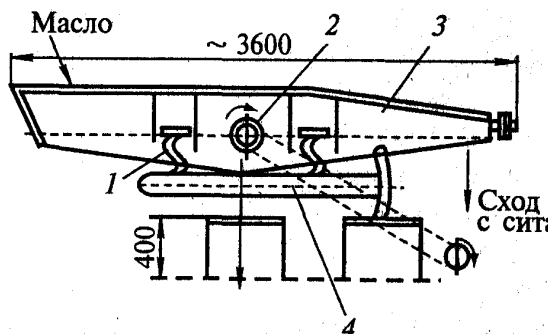


Рис. 7.2. Вибрационное сито:

- 1 – пружины; 2 – труба;
- 3 – металлическая коробка;
- 4 – рама

дят с сита. Вал вибрационного сита приводится в движение от индивидуального электродвигателя через ременную передачу.

Техническая характеристика вибрационного сита

Площадь сит, м ²	2,4
Частота вращения вала, мин ⁻¹	2700
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габариты, мм	3600×1295×960

В дисковом фильтре (рис. 7.3) предусмотрен центробежный сброс подсушенного осадка.

Фильтр состоит из корпуса 4, крышки 3, рубашки 5 и полого вала 6.

Полый вал 6 вместе с фильтровальными дисками 7 приводится во вращение электро- или гидродвигателем через шкив 1. В нижней части вала установлен подпятник 8. Частота вращения вала достигает 250 мин⁻¹. Вал имеет сальниковые тефлоновые уплотнения 2. Перед фильтрованием на фильтровальные элементы намыывают слой вспомогательного вещества, суспензия которого готовится в суспензаторе. Готовая суспензия прокачивается насосом через фильтровальные элементы до образования намывного слоя толщиной 15...30 мм. Фильтрат из дисков через отверстия в полой валу поступает внутрь вала и выводится из фильтра в суспензатор.

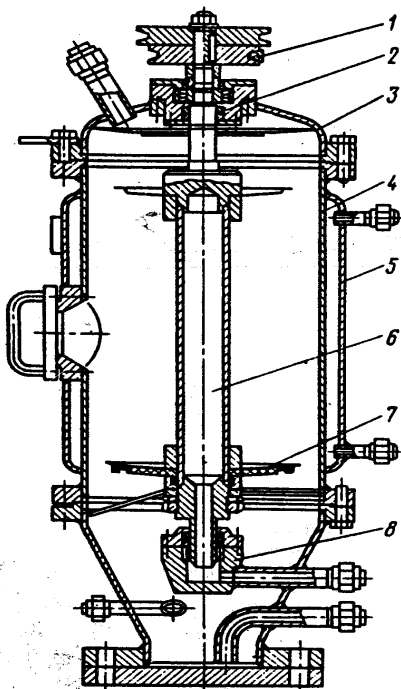


Рис. 7.3. Дисковый фильтр:

- 1 – шкив; 2 – сальниковое уплотнение;
- 3 – крышка; 4 – корпус фильтра;
- 5 – рубашка; 6 – вал; 7 – фильтровальный элемент; 8 – подпятник

Аналогично проводится фильтрование суспензии. После окончания фильтрования суспензии осадок промывается обратным током фильтрата и подсушивается воздухом.

Ленточный фильтр (рис. 7.4) состоит из рамы, приводного и натяжного барабанов, между которыми натянута бесконечная перфорированная резиновая лента. Под ней расположены вакуум-камеры, соединенные в нижней части с коллекторами для отвода фильтрата и промывной жидкости. За счет вакуума лента прижимается к верхней части вакуум-камер. К резиновой ленте натяжными роликами 7 прижимается фильтровальная ткань, выполненная также в виде бесконечной ленты.

Суспензия подается на фильтровальную ткань из лотка 5. Фильтрат под вакуумом отсасывается в камеры и отводится через коллектор в сборник.

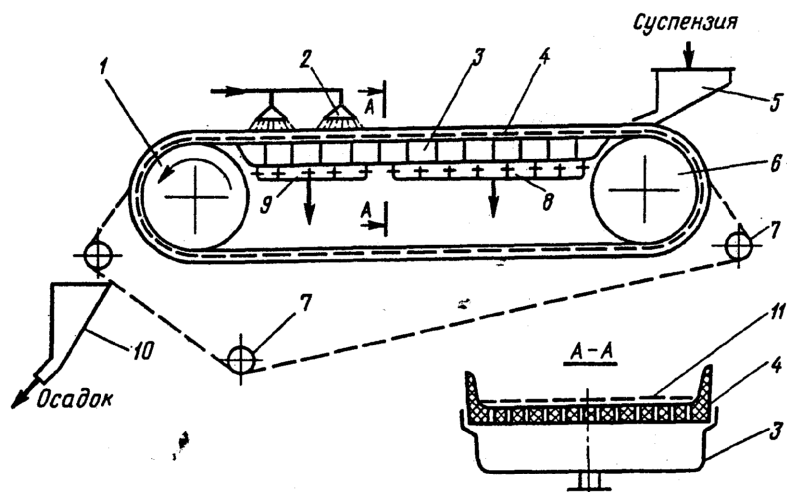


Рис. 7.4. Ленточный вакуум-фильтр:

- 1 – приводной барабан; 2 – форсунка; 3 – вакуум-камера; 4 – резиновая лента;
5 – лоток; 6 – натяжной барабан; 7 – натяжные ролики; 8 – коллектор для отвода
фильтрата; 9 – коллектор для отвода промывной жидкости; 10 – сборник осадка;
11 – фильтровальная ткань

Промывная жидкость подается через форсунки 2 на образовавшийся осадок и отсасывается в камеры, из которых через коллектор 9 отводится в сборник.

На приводном барабане фильтрующая ткань отделяется от резиновой ленты и огибает направляющий ролик. При этом осадок соскальзывает с фильтровальной ткани и падает в сборник осадка. После окончания фильтрования осадок промывается обратным током фильтрата и подсушивается воздухом.

На приводном барабане фильтрующая ткань отделяется от резиновой ленты и огибает направляющий ролик. При этом осадок соскальзывает с фильтровальной ткани и падает в сборник осадка. При прохождении фильтровальной ткани между роликами 7 она промывается, просушивается и очищается.

Нутч-фильтр (рис. 7.5), работающий как под вакуумом, так и под избыточным давлением, широко распространен в малотоннажных производствах. Выгрузка из него осадка механизирована. Для сброса осадка фильтр снабжен перемешивающим устройством в виде односторонней мешалки.

Для удаления осадка из фильтра на цилиндрической части корпуса предусмотрен люк. Суспензия и сжатый воздух подаются через отдельные штуцера, фильтрат удаляет-

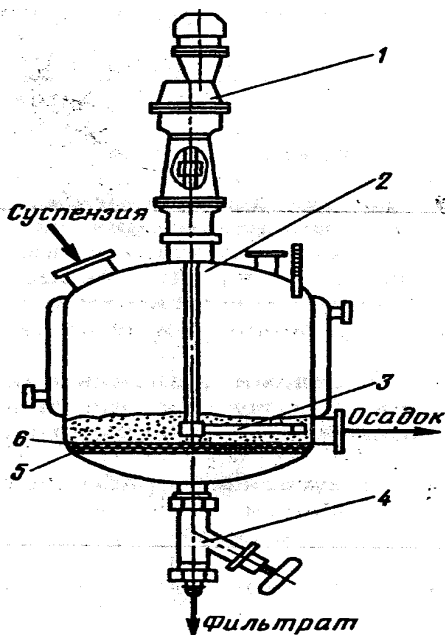


Рис. 7.5. Нутч-фильтр с перемешивающим устройством:

- 1 – привод; 2 – корпус фильтра;
- 3 – мешалка; 4 – спускной кран;
- 5 – фильтровальная перегородка;
- 6 – фильтровальная ткань

ся через спускной кран 4. Фильтр снабжен предохранительным клапаном.

Цикл работы фильтра состоит из заполнения его суспензией, фильтрования суспензии под давлением, удаления осадка с фильтровальной перегородки при вращающейся мешалке и регенерации фильтровальной перегородки. В таких фильтрах может проводиться одновременно промывка осадка. Для фильтрования суспензии применяют фильтровальные перегородки из картона, бейлинга и синтетических волокон. Преимуществами фильтровальных перегородок из синтетических волокон являются высокая механическая прочность, термическая и химическая стойкость.

Из таких волокон изготавливают фильтровальные перегородки с постепенно изменяющейся плотностью, что обеспечивает глубинное фильтрование суспензий, содержащих малое количество твердой фазы. Меняющаяся по глубине плотность фильтровального материала позволяет захватывать частицы по всей глубине фильтра. При этом крупные частицы задерживаются в наружных, а мелкие – в глубинных слоях фильтра.

Селективное фильтрование обеспечивает высокую скорость фильтруемой среды, предотвращает закупоривание поверхностных пор и продлевает срок службы фильтров.

Фильтр-пресс (рис. 7.6) состоит из набора прямоугольных вертикальных чередующихся пластин (рам и плит) 2, между которыми располагают в виде салфеток фильтрующую ткань. Весь набор собирают с помощью двух горизонтальных направляющих балок 6 круглого сечения, закрепленных в опорной неподвижной раме 5. Фильтр-прессы изготавливают из чугуна, стали или нержавеющей стали. С помощью подвижной нажимной плиты 3 и упорной плиты 1 все плиты и рамы прочно зажимают в пакет зажимным устройством 4 (может быть ручным, электромеханическим или гидравлическим).

При зажиме фильтр-пресса сквозные отверстия в плитах и рамах вверху и внизу образуют сквозные каналы для подачи суспензии и отвода фильтрата. Масло после очистки при помощи гущеловушки или вибрационного сита содержит еще значительное количество мелких частиц мезги, которые на сите не могут быть отделены. Для удаления их применяют фильтрацию.

Наибольшая производительность фильтра может быть достигнута при постоянной скорости фильтрации. Однако осуществить такой режим трудно, так как с увеличением толщины осадка давление фильтрации возрастает. Поэтому наибольшее распространение получил режим фильтрации при постоянном давлении.

После зажима пакета суспензию под давлением подают в рамное пространство через отверстия в рамах и плитах. Жидкость проходит сквозь фильтрующую ткань в канавки на плите, по которым стекает через боковые отверстия в сборник фильтрата.

Твердая фаза образует слой осадка на ткани, который по мере накопления выгружают при разборке рам и плит,

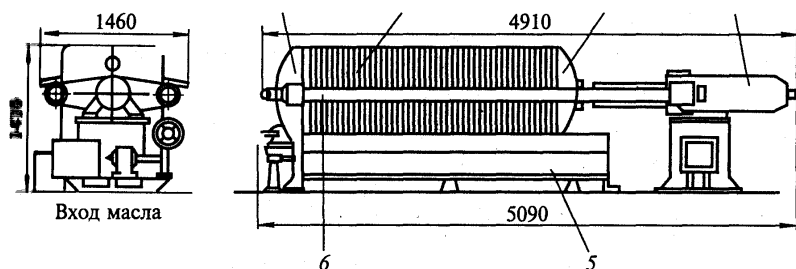


Рис. 7.6. Фильтр-пресс:

1 – упорная плита; 2 – пластины; 3 – нажимная плита; 4 – зажимное устройство;

5 – неподвижная рама; 6 – горизонтальная направляющая

счищая его остатки на ткани лопаткой. Перед выгрузкой подают пар для уменьшения в осадке жиров.

Фильтр-прессы имеют различную фильтрующую поверхность, удобны в эксплуатации, надежны. Однако для их обслуживания требуются большие затраты физического труда, поэтому они используются лишь в случае непригодности фильтров других конструкций.

Фильтр-прессы обозначают условным индексом. Например, ФПМ40-820/45У означает: фильтр закрытого типа, с электромеханическим зажимным устройством, поверхностью фильтрования 40 м², размером рамы в свету 820 мм, толщиной рамы 45 мм, из углеродистой стали.

Фильтр-пресс размещают на специальном металлическом корыте со шнеком, куда поступает в начальный момент фильтрации мутный фильтрат (его затем перефильтровывают). Сюда же сбрасывают шлам при чистке фильтра. Над фильтр-прессом монтируют монорельс с ручной талью грузоподъемностью 1 т для монтажа рам и плит.

7.3. Центрифуги

Центрифуги разделяют по технологическому назначению на три типа:

- осветляющие – для очистки жидкостей от твердых примесей;
- разделяющие – для разделения суспензий и эмульсий;
- концентрирующие – для сгущения суспензий путем отделения части жидкой фазы.

Центрифуги классифицируют по следующим признакам:

- по величине фактора разделения;
- по величине индекса производительности;
- по режиму работы;
- по способу выгрузки осадка;
- по конструктивным признакам.

Исходя из конструктивных признаков центрифуги различают по расположению и способу закрепления вала. По этому признаку их делят на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

Существуют три вида вертикальных центрифуг: стоячие, подвешенные на колоннах, висячие.

Горизонтальные центрифуги с ножевым съемом осадка работают периодическим способом, но поскольку в них возможна полная автоматизация всех операций, они называются автоматическими центрифугами.

Существуют фильтрующие центрифуги, отстойные и сверхцентрифуги. В фильтрующие центрифуги непрерывного действия суспензия подается непрерывно, а также непрерывно из них удаляются осадок и фильтрат.

По способу удаления осадка фильтрующие центрифуги непрерывного действия разделяются на центрифуги с инерционной выгрузкой, с выгрузкой пульсирующим поршнем и со шнековой выгрузкой.

Фильтрующие центрифуги периодического действия бывают с ручной, гравитационной выгрузкой, с выгрузкой ножами (автоматически).

Отстойные центрифуги периодического действия подразделяют на центрифуги с ручной выгрузкой, с выгрузкой ножами, с центробежной выгрузкой. Отстойные центрифуги непрерывного действия бывают со шнековой выгрузкой.

Для разделения тонких суспензий и эмульсий требуется воздействие весьма значительных центробежных сил, в этих случаях применяют сверхцентрифуги, которые делятся на трубчатые сверхцентрифуги и жидкостные сепараторы.

Фильтрующие центрифуги с ручной и гравитационной выгрузкой имеют следующие достоинства в сравнении с аналогичными центрифугами отстойного типа: низкая конечная влажность осадка и возможность его тщательной промывки.

Следует отметить недостатки тарельчатых сепараторов и трубчатых сверхцентрифуг: сложность устройств и трудность изготовления сепараторов.

Главным отличием фильтрующих центрифуг от отстойных является то, что они имеют перфорированный барабан, обтянутый фильтровальной тканью.

Центрифуга ОГШ-321К (рис. 7.7) горизонтальная, непрерывного действия, со шнековой выгрузкой осадка предназначена для разделения суспензий средней дискретности. На маслодобывающих предприятиях она применяется для первичной очистки масел от механических примесей.

Основным узлом центрифуги является ротор 8 цилиндрикоконической формы, расположенный горизонтально на двух опорах подшипников 5. С торцов ротор закрыт цапфами. Крышками он опирается на подшипники качения. Главные опорные подшипники смонтированы на станине 7.

Вращение ротора осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу 1. Внутри ротора соосно расположен шнек 3 для перемещения твердого осадка к разгрузочным окнам ротора.

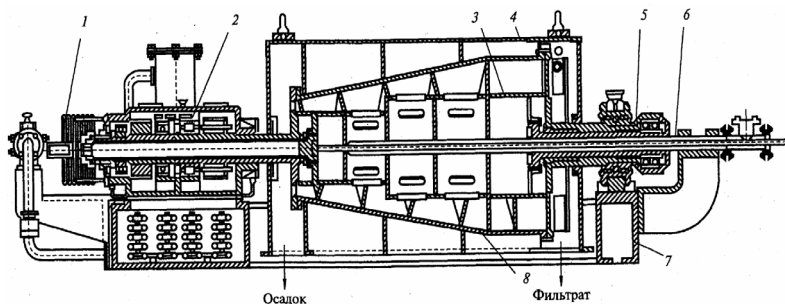


Рис. 7.7. Горизонтальная центрифуга ОГШ-321К:

1 – клиноременная передача; 2 – планетарный редуктор; 3 – шнек; 4 – приемный отсек кожуха; 5 – подшипники; 6 – питающая труба; 7 – станина; 8 – цилиндрикоконический ротор

Шнек состоит из полого цилиндрического барабана, на наружной поверхности которого расположены спирали. Внутри полого барабана приварены перегородки, которые разделяют его на три камеры, служащие для приема суспензии. Камеры имеют три разгрузочных окна. К торцам барабана шнека прикреплены цапфы, образующие опорные шейки шнека. Левая цапфа шнека снабжена шлицами, которыми она соединяется с водилом второй ступени планетарного редуктора 2.

Вращение шнеку передается от ротора через планетарный редуктор 2, который обеспечивает вращение шнека в одну сторону с ротором при отставании на 1% от частоты вращения последнего.

Разность угловых скоростей шнека и ротора создает условия принудительного перемещения осадка вдоль внутренней поверхности барабана ротора. Через полые цапфы ротора и шнека проходит питающая труба 6, по которой подводится суспензия во внутреннюю полость барабана шнека, откуда она через окна выбрасывается во внутреннюю полость ротора.

Под действием центробежных сил в роторе твердая фаза отделяется от жидкой, причем твердая фаза осаждается на стенках ротора и транспортируется шнеком к разгрузочным окнам в узкой стороне ротора. На пути продвижения осадка к разгрузочным окнам в зоне обезвоживания из осадка удаляется влага. Жидкость устремляется к широкой стороне ротора и через сливные окна в первой цапфе выбрасывается в приемный отсек кожуха 4 центрифуги и сливается затем в сборник.

Твердая фаза через разгрузочные окна ротора попадает в приемный отсек кожуха, откуда под действием собственной массы падает вниз. Загрузка, отделение твердой фракции от жидкой, выгрузка осадка и слив фугата происходят непрерывно.

Техническая характеристика центрифуги ОГШ-321К

Производительность по осадку, кг	400...500
Производительность на входе, м ³ /ч	до 8
Фактор разделения	2200
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	3500
Относительная частота вращения шнека, мин ⁻¹	16,5...23,5
Наибольший диаметр ротора, мм	325
Длина ротора, мм	540
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габариты, мм	650×1560×970

В непрерывно действующих фильтрующих центрифугах с пульсирующей выгрузкой осадка (рис. 7.8) фильтрат из центрифуги выводится непрерывно, а осадок периодически выгружается из барабана пульсирующим поршнем 4. Поршень-толкатель 4 перемещается в горизонтальном направлении в барабане с помощью штока 2, который находится внутри полого вала барабана 1. Шток вращается вместе с валом и совершает одновременно возвратно-поступательные движения (10...16 ходов в минуту), длина каждого хода составляет примерно 0,1 длины барабана.

Сервомеханизм автоматически изменяет направление движения поршня. Суспензия подводится по оси вала 1 в приемный конус 5. В конусе имеются отверстия, по которым суспензия поступает в барабан 6. Внутренняя поверхность барабана покрыта фильтровальным ситом 7. Осадок, отложившийся на поверхности сита, промывается и перемещается поршнем к открытому концу барабана. Из барабана осадок выгружается в камеру для осадка.

В автоматических отстойных центрифугах (рис. 7.9) загрузка материала, промывка и выгрузка осадка выполняются автоматически. Суспензия по трубе 6 подается в барабан 2, при вращении которого образуется осадок.

Осадок после отделения жидкости снимается ножом 3 или скребком, который срезает его и направляет в желоб 4, по которому он отводится из центрифуги. Масло собирает-

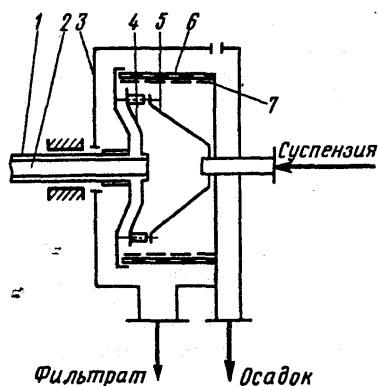


Рис. 7.8. Фильтрующая центрифуга непрерывного действия с пульсирующей выгрузкой осадка:

1 – полый вал; 2 – шток; 3 – корпус; 4 – поршень-толкатель; 5 – приемный конус; 6 – барабан; 7 – сито

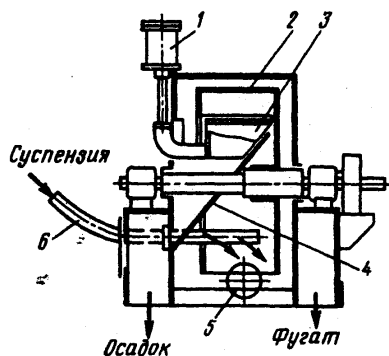


Рис. 7.9. Автоматическая отстойная центрифуга:

1 – гидравлический цилиндр; 2 – барабан; 3 – нож; 4 – желоб; 5 – штуцер для удаления фугата; 6 – труба

ся в кожухе и отводится по трубе 5. Нож управляется при помощи гидравлического цилиндра 1, с ножом заблокирован пневматический молоток, который ударяет по желобу для облегчения выгрузки осадка.

Фильтрующая центрифуга (рис. 7.10) периодического действия с вертикальным валом.

Фильтрующая центрифуга состоит из станины 1, перфорированного барабана 2, крышки 3, кожуха 4, ступицы 5 и вала привода 6. В центрифуге суспензия загружается в барабан сверху. После загрузки суспензии барабан приводится во вращение от электродвигателя 7 через клиноременную передачу 8. Суспензия под действием центробежной силы отбрасывается к внутренней стенке 9 барабана 2. Жидкая дисперсионная фаза проходит через фильтровальную перегородку 10, а осадок выпадает на ней. Фильтрат по сливному патрубку направляется в сборник.

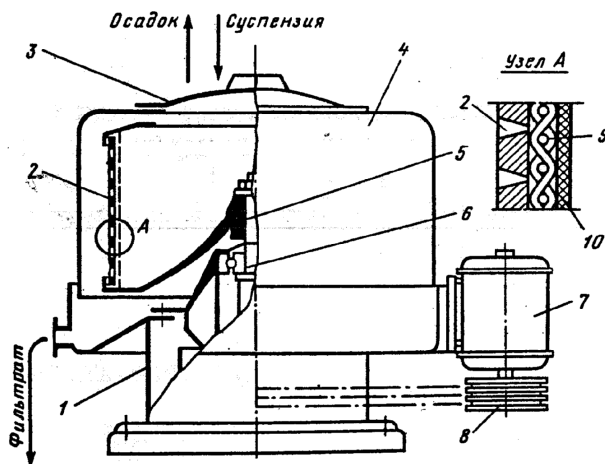


Рис. 7.10. Фильтрующая центрифуга периодического действия:

- 1 – станина; 2 – перфорированный барабан; 3 – крышка; 4 – кожух; 5 – ступица;
6 – вал; 7 – электродвигатель; 8 – шкив с ременной передачей; 9 – дренажная сетка;
10 – фильтрующая ткань

Осадок после окончания цикла фильтрования выгружают вручную через крышку 3.

Отстойная центрифуга периодического действия с ручной выгрузкой осадка (рис. 7.11) состоит из барабана 2, насаженного на вращающийся вал 1 и помещенного в корпус 3. Под действием центробежной силы, возникающей при вращении барабана, твердые частицы осаждаются в виде сплошного слоя осадка на стенке барабана, а осветленная жидкость переливается в кожух и удаляется через расположенный внизу патрубок. По окончании процесса осадок выгружается из центрифуги.

Процесс в отстойной центрифуге состоит из разделения (осаждения) суспензии и отжима или уплотнения осадка.

Необходимость облегчить ручную выгрузку осадка привела к созданию так называемых саморазгружающих-

ся центрифуг. Основным отличием последних от обычных центрифуг с нижней выгрузкой является форма ротора.

Ротор такой центрифуги состоит из цилиндрической верхней и конической нижней частей. Угол наклона стенок нижней части обычно принимается больше угла естественного откоса отфугованного осадка, что обеспечивает самостоятельную отгрузку под действием силы тяжести.

В саморагружающейся отстойной центрифуге (рис. 7.12) осадок удаляется под действием гравитационной силы. Такую центрифугу выполняют с вертикальным валом 1, на котором располагается перфорированный барабан 2. Суспензия подается на загрузочный диск 3 при вращении барабана с низкой частотой. Нижняя часть барабана имеет коническую форму, причем угол наклона делается большим, чем угол естественного откоса осадка. После окончания цикла фильтрования и остановки барабана осадок под действием гравитационной силы сползает со стенок барабана и удаляется из центрифуги через нижний лоток.

Помимо цилиндрических центрифуг находят применение конические фильтрующие с вертикальным валом.

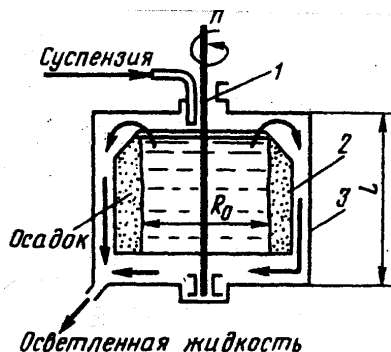


Рис. 7.11. Отстойная центрифуга с ручной выгрузкой осадка:

1 – вал; 2 – барабан; 3 – корпус

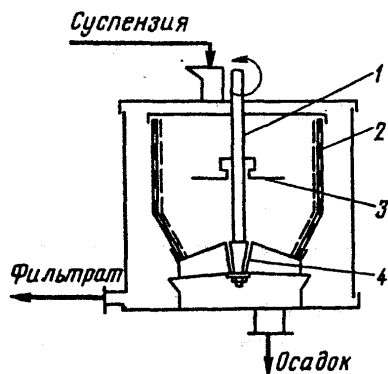


Рис. 7.12. Отстойная центрифуга с гравитационной выгрузкой осадка:

1 – вал; 2 – барабан; 3 – распределительный диск; 4 – упорная втулка

Сепаратор А1-МСИ (рис. 7.13) предназначен для первичной очистки масел на маслодобывающих предприятиях от механических примесей после использования гущелюшек, вибрационных сит или центрифуг. Корпус 1 сепаратора выполнен из чугунного литья и является жестким основанием для монтажа всех прочих узлов и деталей машины. В нижней части он оканчивается опорами для крепления к фундаменту, а в верхней – чашеобразной полостью 4 для барабана 5, внутри которого смонтирован на тарелкодержателе 8 пакет тарелок 6.

Главным рабочим органом сепаратора служит барабан 5. Сверху он закрывается крышкой 7. Барабан в собранном виде при помощи втулки надевается на конический хвостовик вертикального полого вала веретена 10, который крепится при помощи двух подшипниковых опор – верхней упругой (горловой) 9 и нижней 13, состоящей из двухрядного сферического шарикоподшипника, свободно сидящего своим наружным кольцом во втулке, закрепляемой в нижней части станины.

Для подачи в сепаратор масла на очистку служит нижний патрубок. Через него масло под давлением поступает внутрь полого вала, из которого оно попадает через распределитель на тарелки барабана.

После сепарирования более тяжелая фракция (механические примеси) направляется к периферии барабана для осадка, выводится через отводящий патрубок, а легкая фракция (масло) через полость тарелкодержателя отводится через верхний патрубок для очищенного масла.

Для наблюдения за работой сепаратора имеются тахометр 3 и смотровые окна в колпаке станины.

Дросселируя, регулирующий клапан после отводного патрубка для масла создает такое рабочее давление в барабане, при котором масло в смотровом стекле становится светлым, прозрачным. Если сильно прикрыть клапан, противо-

давление возрастет, граница между фракциями сместится к периферии, масло будет выходить с механическими примесями и мутнеть.

Горловая опора состоит из радиально-упорного подшипника в стальном стакане и устанавливается в радиаль-

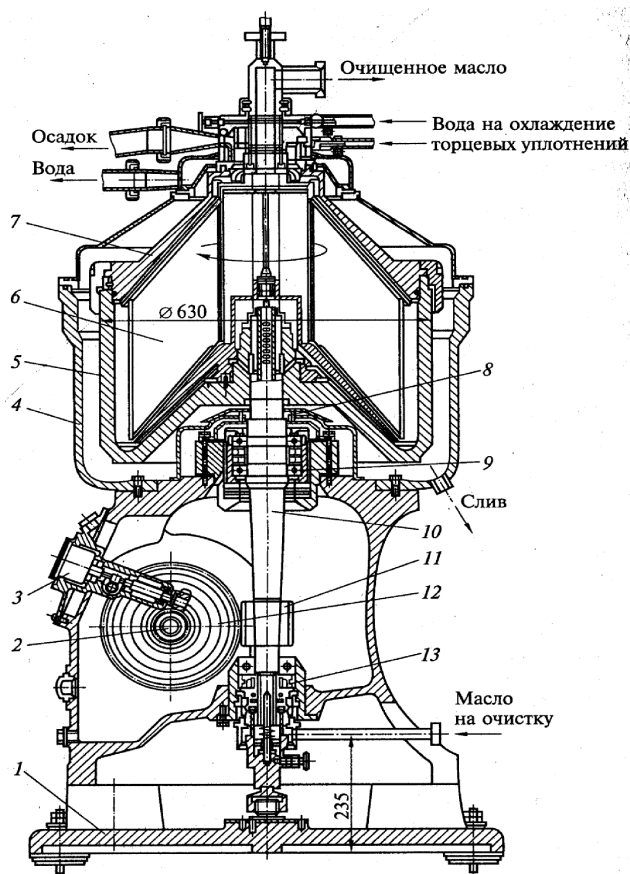


Рис.7.13 Сепаратор А1-МСИ:

- 1 – корпус; 2 – горизонтальный вал; 3 – тахометр; 4 – полость; 5 – барабан; 6 – пакет тарелок; 7 – крышка; 8 – тарелкодержатель; 9 – горловая опора; 10 – полый вал; 11 – червяк; 12 – червячная шестерня; 13 – нижняя опора

ных направлениях шестью пружинами сжатия, а в вертикальном – шестью пружинами снизу и четырьмя сверху.

Между обеими опорами в нижней части вертикального вала (веретена) сепаратора насажен и зафиксирован червяк 11, с которым находится в зацеплении червячная шестерня 12 горизонтального вала 2 привода сепаратора. На консольной части этого вала надета центробежная фрикционная муфта с вмонтированным в нее двухколодочным тормозом, который заблокирован электродвигателем, укрепленным на кронштейне станины.

Передача крутящего момента вертикальному валу сепаратора происходит в тот момент, когда электродвигатель наберет определенную частоту вращения. При этом колодки фрикционной муфты прижимаются центробежными силами к ее внутренней поверхности и происходит сцепление.

Техническая характеристика сепаратора А1-МСИ

Производительность, кг/ч	1000
Диаметр тарелки, мин/макс., мм	220/600
Количество тарелок, шт.	56
Зазор между тарелками, мм	1
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	5000
Мощность электродвигателя, кВт	13
Габариты, мм	1485×1132×1900

О достоинствах и недостатках центрифуг можно судить по фактору разделения и индексу производительности. Индекс производительности осадительных центрифуг с горизонтальной осью вращения находится в пределах 14,2...480 м² при максимальной мощности привода 130 кВт, вертикальных цилиндрических центрифуг – 38,4...1500 м² при максимальной мощности привода 40 кВт, средний индекс производительности осветляющих многокамерных сепараторов с вертикальной осью (кларификаторов) равен 4842 м². Таким образом, можно сделать вывод, что конические центрифуги с вертикальной осью вращения имеют преимущества по среднему индексу производительности,

в таких центрифугах средний индекс производительности больше в 2,7...3,0 раза.

Для центрифуг, предназначенных для очистки растительных масел, важными показателями являются: производительность при определенной степени очистки, зависимость показателей качества очистки от конструктивно-кинематических параметров центрифуги, технологических свойств сырого масла и фильтровальной перегородки.

7.4. Двух- и трехступенчатые схемы очистки растительных масел

На предприятиях масложировой промышленности применяют сложные технологические схемы очистки растительных масел. На рис 7.14 приведены технологические схемы двух- и трехступенчатой очистки растительных масел.

Очистку масла по двухступенчатой схеме (рис. 7.14а) производят в следующем порядке. Неочищенное масло транспортируется шнеком 1 в гущеловушку 11 для очистки от крупных взвешенных частиц.

Выходящее из гущеловушки масло дополнительно очищают на механизированном фильтре 5, куда оно поступает через промежуточный бак 10 и напорный бак 2.

Фильтрованное масло является конечным продуктом первичной очистки и может быть направлено на дальнейшую переработку или после охлаждения на длительное хранение. Перед удалением шлама с поверхности дисков фильтра нефилтрованное масло откачивается насосом 6 обратно в напорный бак 2.

Шлам, содержащий значительное количество масла, через емкость 8 насосом 7 подается на центрифугу 3, где происходит разделение на обезжиренный шлам, возвращаемый в жаровни, и масло, направляемое на фильтрацию.

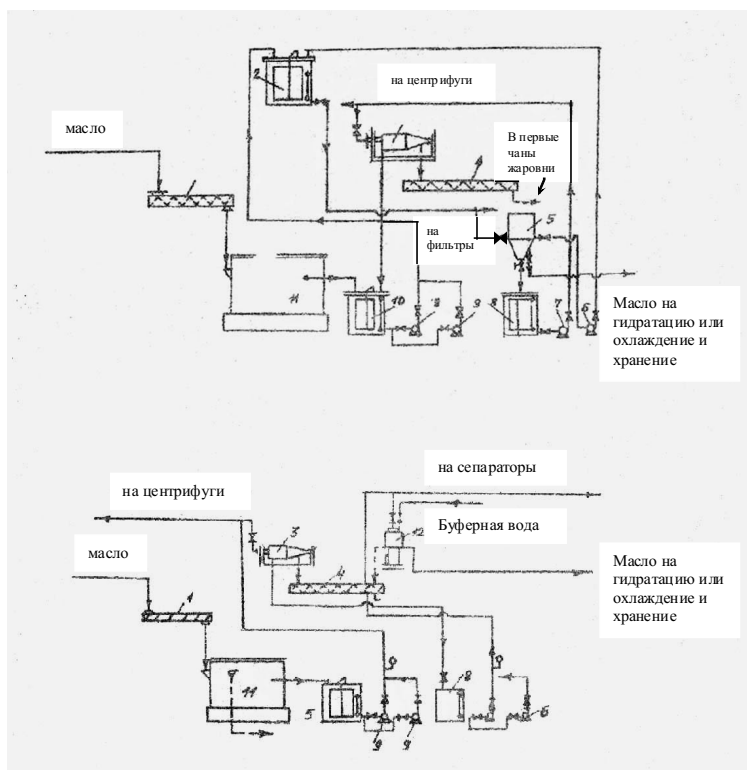


Рис 7.14. Технологические схемы двух- и трех-
ступенчатой очистки масла:

1 – шнек маслосборный; 2 – напорный бак; 3 – центрифуга НОГШ -325; 4 – шнек;
5 – механизированный фильтр; 6, 7, 9 – насосы; 8 – сборник для масла; 10 – бак для
масла; 11 – гуцеловушка; 12 – сепаратор AI-MCH

По схеме трехступенчатой очистки масла (рис. 7.14б) отсутствует дисковый механизированный фильтр. Очистка масла осуществляется по схеме: гуцеловушка – центрифуга НОГШ 250 – сепаратор AI-MCH.

Технологические схемы двукратной и трехкратной очистки растительных масел имеют сложную структуру, содержат большое количества оборудования, поэтому в условиях сельскохозяйственных предприятий может исполь-

зоваться в модернизированном виде, то есть масло может подаваться на повторную очистку на то же оборудование.

В любом случае требуется тщательная проработка как технологических, так и экономических аспектов проблемы.

Контрольные вопросы

1. Как производится очистка масла на сепараторе А1-МСИ ?
2. Опишите работу отстойной центрифуги с ручной выгрузкой осадка.
3. Приведите классификацию существующих центрифуг.
4. Охарактеризуйте устройство и принцип действия горизонтальной центрифуги ОГШ-321К.
5. Опишите принцип действия технологических схем двух- и трехступенчатой очистки масла.
6. Как производится очистка масла на фильтрующей центрифуге периодического действия?
7. Опишите работу автоматической отстойной центрифуги.
8. Охарактеризуйте устройство и принцип действия фильтрующей центрифуги непрерывного действия с пульсирующей выгрузкой осадка.
9. В чем заключается сущность отстаивания растительных масел под действием гравитационного поля?
10. Какие типы суспензий существуют?
11. В чем заключается технология первичной очистки растительных масел?
12. Какие технические средства относятся к оборудованию для первичной очистки масла?
13. Охарактеризуйте устройство и принцип действия механизированной гущеловушки.
14. Как работает вибрационное сито?
15. Опишите устройство и принцип действия дискового фильтра.
16. Как работает ленточный вакуум-фильтр?

17. В чем заключается сущность работы нутч-фильтра с перемешивающим устройством?
18. Охарактеризуйте устройство и принцип действия фильтр-пресса.
19. В чем заключается сущность работы отстойной центрифуги с гравитационной выгрузкой осадка?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции: учеб. / В.И. Манжесов, И.А. Попов, Д.С.Щедрин, С.В. Калашникова, Т.Н. Тертычная, Н.Н. Хабаров, Е.Е. Курчаева, М.Г. Сысоева; под общ. ред. В.И. Манжесова. – СПб.: Троицкий мост, 2010. – 704 с.
2. Россия в цифрах 2010: краткий статистический сборник. – Офиц. изд. – М.: Росстат, 2010. – 558 с.
3. Основные показатели сельского хозяйства в России в 2009 году / Федеральная служба государственной статистики. – М.: Росстат, 2010. – 66 с.
4. Харченко Г.М. Механико-технологические основы фильтрации растительных масел в конических центрифугах (основы теории и расчета): монография / Г.М. Харченко; Алт. гос. аграр. ун-т. – Барнаул: Азбука, 2008. – 158 с.
5. Земсков В.И. Структурно-технологические основы моделирования процесса получения и рафинации растительных масел: монография / В.И. Земсков, Г.М. Харченко; Алт. гос. аграр. ун-т. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 175 с.
6. Арутюнян Н.С. Рафинация масел и жиров: теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестерова. – СПб.: Г-ОРД, 2004. – 288 с.
7. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий переработки продукции растениеводства / под ред. Ю.А. Калошина. – М.: ИРПО, 2000. – 363 с.
8. Технология переработки продукции растениеводства / под ред. Н.Г. Личко. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
9. 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.
10. Гавриленко Г.В. Оборудование для производства растительных масел / Г.В. Гавриленко. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 748 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	5
1.1. Характеристика основных масличных культур (подсолнечника и сои)	5
1.2. Состояние производства растительных масел	8
1.3. Ассортимент и характеристика растительных масел	9
1.4. Состав и свойства растительных масел	13
1.5. Размерные характеристики неоднородных систем.....	17
1.6. Применение растительных масел.....	22
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА.....	24
2.1. Схемы переработки масличных семян.....	24
2.1.1. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян подсолнечника к извлечению масла.....	25
2.1.2. Аппаратурно-технологическая схема приемки и подготовки семян хлопчатника к извлечению масла.....	28
2.2. Технология и оборудование для очистки семян от механических примесей	31
2.3. Технология и оборудование для разрушения семенной оболочки	42
2.4. Технология и оборудование для разделения семенной массы (рушанки)	61
2.5. Технология и оборудование для измельчения семян или ядра (получение мятки).....	66
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	72
3.1. Характеристика способов получения растительных масел	72
3.2. Однократное прессование	75
3.3. Вторичное прессование.....	77
4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАСЛА ЭКСТРАКЦИОННЫМ СПОСОБОМ	79

4.1. Машинно-аппаратурная схема процесса изготовления масла экстракционным способом.....	79
4.2. Оборудование для экстракции масла	85
5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.....	104
5.1. Принципиальная схема получения растительного масла прессованием	104
5.2. Принципиальная схема производства растительного масла прессовым способом.....	107
5.3. Технология и оборудование для тепловой обработки мятки.....	111
5.4. Технология и оборудование для извлечения масла механическим способом.....	121
6. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	128
6.1. Способы очистки растительных масел	129
6.2. Технологические схемы очистки растительных масел	135
6.2.1. Технологическая схема водной гидратации	135
6.2.2. Технологическая схема гидратации с измененной линией нейтрализации.....	136
6.2.3. Щелочная и дистилляционная нейтрализация кислотности масла	139
6.2.4. Удаление восков	144
6.2.5. Отбеливание	144
6.2.6. Дезодорирование.....	148
7. УДАЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ	149
7.1. Отстаивание растительных масел под действием гравитационного поля.....	151
7.2. Технология и оборудование для первичной очистки масла	153
7.3. Центрифуги.....	161
7.4. Двух- и трехступенчатые схемы очистки растительных масел	172
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	176

Составитель **Харченко Галина Михайловна**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

Учебное пособие

Редактор Н.К. Крупина
Компьютерная вёрстка Н.С. Пияр

Подписано в печать 6 октября 2011 г. Формат 60х84 $\frac{1}{16}$
Объем 9,3 уч.-изд. л., 11,2 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Изд. № 93. Заказ № 337

Отпечатано в издательстве
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб.106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru