

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ КАДРОВ МАССОВЫХ ПРОФЕССИЙ

В. Г. ЩЕРБАКОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Допущено ВНИЦентром Государственного комитета СССР по народному образованию в качестве учебника для профессионально-технических училищ

Издание 3-е, переработанное и дополненное



МОСКВА "КОЛОС" 1992

ББК 35.782

Щ61

УДК 664.34.002 (075)

Редактор Куркина Н. В.

Рецензенты: Краснодарское ПТУ по подготовке специалистов масло-жировой отрасли (мастер производственного обучения УПК В. И. Бережная); масложир-комбинат "Краснодарский" (канд. техн. наук В. Т. Золочевский)

Щербаков В. Г.

Щ61 Технология получения растительных масел. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1992. — 207 с. ил. — (Учебники и учеб. пособия для подгот. кадров массовых профессий).

ISBN 5-10-002361-9

Дана характеристика масличного сырья, описаны способы его хранения и первичной обработки.

В третье издание учебника (второе вышло в 1984 г.) включены новые схемы переработки мелкой и крупной фракции семян подсолнечника, рассмотрены перспективные направления переработки семян (получение белковых продуктов из шрота), приведено новое современное оборудование.

Для подготовки квалифицированных рабочих по производству растительного масла в ПТУ и на производстве.

Щ $\frac{4001130000 - 098}{035 (01) - 92}$ 223-92

ББК 35.782

ISBN 5-10-002361-9.

© "Пищевая промышленность", 1975

© "Легкая и пищевая промышленность", 1984

© "Колос", 1992, с изменениями

Производство растительных масел — одна из ведущих отраслей пищевой промышленности. Основной ее продукцией являются растительные масла — пищевые и технические и белки пищевого и кормового назначения, получаемые из обезжиренных семян. Растительные пищевые масла составляют вместе с другими продуктами основу рационального питания человека. Они используются в пищу как в чистом (неизмененном) виде, например в виде салатного масла, так и в виде разнообразных продуктов, получаемых при переработке масел, — маргарина, кулинарного жира, майонеза и др. Технические масла используют для производства жирных кислот, мыл и моющих средств, окисленных масел, для выработки олиф, лаков и красок. Некоторые виды растительных масел применяют в качестве растворителей для лекарственных препаратов и в производстве косметических изделий.

Обезжиренные маслические семена — шроты — уже давно широко используют в качестве белкового компонента комбикормов для сельскохозяйственных животных. Расширяется получение изолированных белков из шротов, прежде всего соевых, которые используются в качестве обогатителей многих пищевых продуктов незаменимыми аминокислотами. Пищевые белки, кроме соевых, выделяют также из шротов подсолнечника, арахиса, хлопчатника, рапса и других, но в меньшем количестве.

Растительные масла получали еще в глубокой древности, по-видимому, первыми были оливковое и пальмовое масла, легко выделяемые из плодов при очень небольшом внешнем давлении. В процессе развития технического прогресса масло стали извлекать из плодов и семян, отдающих его сравнительно трудно, а также содержащих относительно небольшое его количество.

Уже в средние века в России и Западной Европе для увеличения выхода и улучшения качества масла семена перед переработкой очищали от посторонних примесей, иногда освобождали от плодовых или семенных оболочек, а затем подвергали измельчению с целью разрушить ткани семян, содержащие масло. Измельченные семена перед отжимом из них масла, как правило, предварительно нагревали, что способствовало большему и более быстрому отделению масла.

Так сложился прессовый способ производства растительных масел, принципиальная последовательность технологических операций которого — очистка семян от примесей, отделение оболочек, измельчение, тепловая (влаготепловая) обработка, прессование — остается практически неизменной на протяжении столетий.

Дальнейшее развитие прессового способа было направлено на совершенствование технологического оборудования, как основного прессов, так и вспомогательного. Примитивные рычажные прессы для отжима масла уступили свое место клиновым, клиновые прессы вытеснились винтовыми. На смену винтовым прессам пришли более совершенные гидравлические прессы, которые, в свою очередь, были заменены применяемыми в настоящее время непрерывнодействующими шнековыми прессами. Использование высокого давления, интенсификация воздействий на прессуемый материал приводили к изменению состава масла, снижению его качества, не обеспечивая в то же время полного обезжиривания семян.

Стремление к максимальному обезжириванию масличных семян привело к возникновению в 1856 г. нового способа производства растительного масла — экстракционного. При этом способе для извлечения масла применяют не механическое давление, а действие органических растворителей, хорошо растворяющих масло. При обработке измельченных семян растворителем масло растворяется, образовавшийся раствор масла в растворителе отделяют от обезжириваемых семян, а затем, нагревая, освобождают практически нелетучее масло от легкоиспаряющегося летучего растворителя.

Экстракционный способ получения растительных масел прошел длительный путь технического совершенствования от применения периодически действующих маломощных установок до современных высокопроизводительных непрерывнодействующих автоматизированных производств. Он является наиболее эффективным способом получения растительных масел, обеспечивающим почти полное обезжиривание (остаточное содержание масла после экстракции менее 1 %). Экстракция позволяет извлекать масло из низкомасличных материалов, что невозможно при использовании самых совершенных прессов.

Экстракционный способ обеспечивает получение растительных масел более высокого качества вследствие возможности ведения технологического процесса извлечения масла без интенсивного теплового и механического воздействия на перерабатываемые семена, что также положительно влияет на качество белков обезжиренного остатка семян — шрота.

В настоящее время для получения масла из семян применяют два способа: прессовый и экстракционный. Для большинства масличных семян применяют последовательное извлечение масла — сначала прессовым способом, извлекающим примерно $\frac{3}{4}$ всего масла, а затем экстракционным, с помощью которого извлекают остальное масло. Масличные семена, содержащие сравнительно мало масла, обезжириваются однократно — только экстракционным способом. Последний способ получил название **п р я м о й э к с т р а к ц и и**. Он является перспективным также и для семян с высоким содержанием масла.

Расширение применения экстракционного способа является основным направлением технического прогресса в области получения растительных масел, цель которого — максимальное извлечение масла при высоком качестве получаемого масла и шрота.

Растительные масла — незаменимый источник не только пищевых масел, это и быстро восполняемые ресурсы химического сырья, прежде всего свободных жирных кислот, выделяемых из масел. Многие из этих кислот имеют специфическое строение и незаменимы в ряде отраслей народного хозяйства, использующих в качестве сырья невозполняемое ископаемое топливо — нефть, газ и каменный уголь.

Обезжиренные масличные семена очень давно служат основным компонентом комбикормов для животных, а также сегодня являются сырьем для получения пищевых белков, используемых для повышения биологической ценности многих продуктов.

Отделяемые при переработке семян оболочки служат сырьем для гидролизной промышленности. Практически при переработке масличных семян неиспользуемых отходов нет. Так, при переработке 100 т семян подсолнечника в среднем получают 47 т масла, 30 т белка (пищевого или кормового) и 20 т плодовой оболочки (лузги).

Мировое производство растительного масличного сырья около 200 млн т в год, из которого получают до 90 млн т растительных масел и 60 млн т белков.

Для удовлетворения потребности в растительных маслах производство их в нашей стране должно быть значительно увеличено. Это определяет настоятельную необходимость увеличения заготовки растительного масличного сырья в стране, его эффективной переработки и получения высококачественных растительных масел и растительных белков.

Цель настоящего учебника, в котором изложены научные основы современной технологии переработки растительного масличного сырья и получения растительных масел и белков, — помощь в подготовке высококвалифицированных рабочих маслодобывающей промышленности.

МАСЛИЧНОЕ СЫРЬЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

СЕМЕНА И ПЛОДЫ МАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ

Основным сырьем для производства растительных масел являются плоды и семена растений, относимых к группе масличных.

Важнейшими масличными культурами в нашей стране являются подсолнечник и хлопчатник. Большое внимание уделяется переработке семян сои, а также семян рапса новых сортов, из которых получают пищевое масло и высокобелковый шрот. Другие масличные культуры (лен, клещевина, горчица и др.) перерабатываются в относительно небольших объемах.

Перспективными источниками получения растительных масел являются маслосодержащие отходы пищевых производств — фруктовые косточки, а также отруби и зародыши, отделяемые при выработке муки и крупы от зерна пшеницы, кукурузы, риса и других зерновых культур.

Масло-жировая промышленность перерабатывает в основном масличное сырье, производимое в нашей стране. В то же время некоторое масличное сырье систематически импортируется из других стран, прежде всего семена сои из США, значительная доля которых поступает на маслоэкстракционные заводы. В небольших объемах периодически импортируется пальмовое масличное сырье — копра, получаемая из плодов кокосовой пальмы, и пальмиста — из плодов масличной пальмы, а также плоды арахиса из стран Африки и Юго-Восточной Азии и семена рапса — из Канады.

Подсолнечник. Основной масличной культурой нашей страны является подсолнечник. Из него вырабатывают более 75 % растительных масел общего производства этого вида продукта в нашей стране.

Подсолнечник (рис. 1) принадлежит к ботаническому семейству астровых, цветки которого собраны в соцветие типа корзинка. Плод — семянка с хрупкой, нераскрывающейся оболочкой. В нашей стране культивируется около 50 сортов подсолнечника. При выведении новых сортов стремятся увеличить урожайность, стойкость растений к полевым вредителям, повысить содержание масла, изменить его химический состав. Одновременно снижается содержание оболочки (лузжистость семян до 18–20 %). Лучшие сорта подсолнечника отличаются высокой урожайностью (до 35–37 ц/га), высокой масличностью (до 52–54 %) и пригодностью к механизированной уборке.

Среди культивируемых в нашей стране сортов и гибридов подсолнечника выделяют несколько типов. По составу жирных кислот в масле

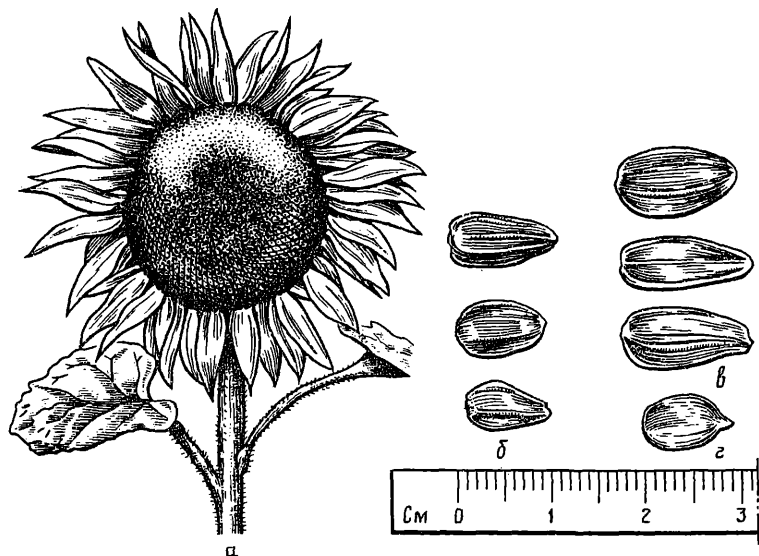


Рис. 1. Подсолнечник:

а — соцветие; *б* — плоды-семянки; *в* — плодовая оболочка (лузга); *г* — ядро

различают подсолнечник линолевого типа, в масле которого преобладает линолевая кислота, содержащая в молекулах 18 атомов углерода и 2 двойные связи; и подсолнечник олеинового типа, в масле которого преобладает олеиновая кислота, также имеющая 18 атомов углерода, но одну двойную связь. Масло этого сорта подсолнечника полноценно заменяет импортируемое оливковое масло.

По направлению использования выделяют кондитерский тип подсолнечника, отличающийся высоким содержанием белка и относительно легко отделяемой плодовой оболочкой. Особый тип подсолнечника — гибридный, включающий гибриды советской и зарубежной селекции. Основной особенностью гибридного подсолнечника является повышенная устойчивость к белой и серой гнилям, которые повреждают семена других типов и снижают урожай семян и пищевое применение масла. Вторым достоинством гибридного подсолнечника является его пригодность к возделыванию по индустриальной технологии: одновременность созревания, выравненность растений по высоте стебля и размерам соцветия. Эти преимущества гибридных семян определяют возрастание их доли в общем объеме производства и переработки семян подсолнечника, несмотря на более низкую масличность и трудности при отделении плодовой оболочки от ядра по сравнению с сортовыми семенами.

Химический состав семян подсолнечника сорта Передовик улучшенный (в пересчете на нулевую влажность семян) приведен в табл. 1.

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	52–54	64–66
Белки (N×6,25)	14–16	16–19
Целлюлоза	13–14	1,7–2,1
Зола	2,9–3,1	3–3,2

Основные достоинства подсолнечника как масличной культуры — большое содержание высококачественного масла в семенах, возможность механизации возделывания и выращивания на неполивных землях — общепризнаны.

Белки семян подсолнечника также имеют высокую пищевую ценность. Их используют для обогащения хлебобулочных и кондитерских изделий, а также в качестве белкового компонента в производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных.

Кондитерский подсолнечник применяют для получения кондитерского изделия — поджаренных ядер подсолнечника.

При использовании белков подсолнечника в качестве обогатителей пищевых продуктов необходимо учитывать, что при тепловой обработке, например при выпечке хлеба, белки подсолнечника придают хлебу темную окраску из-за изменения фенольных соединений, содержащихся в семенах подсолнечника, важнейшей из которых является хлорогеновая кислота. Поэтому необходима обработка белков подсолнечника для удаления из них хлорогеновой кислоты.

В соответствии с ГОСТ 22391–89 на семена подсолнечника как промышленное сырье установлены нормы качества — базисные, на основании которых производят расчеты за поставляемое масличное сырье, и ограничительные, ниже которых семена не могут быть признаны масличным сырьем, предназначенным для промышленной переработки и хранения без дополнительной обработки в сельском хозяйстве (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Для заготавливаемых семян		Для поставляемых на промышленную переработку
	базисные	ограничительные	ограничительные
Влажность семян, %	7,0	Для зоны возделывания: Южной — не более 15,0 Центральной — не более 17,0 Восточной — не более 19,0	Не менее 6,0 Не более 8,0

Показатели	Для заготавливаемых семян		Для поставляемых на промышленную переработку
	базисные	ограничительные	ограничительные
Сорная примесь, %	1,0	Не более 10,0	Не более 3,0
Масличная примесь, %	3,0	Не более 7,0	Не более 7,0
Кислотное число, мг КОН	—	Не более 3,5	Не более 5,0
Зараженность вредителями	Не допускается	Не допускается, кроме зараженности клещом	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени

Хлопчатник. Наряду с подсолнечником масло-жировая промышленность нашей страны в больших объемах перерабатывает семена хлопчатника.

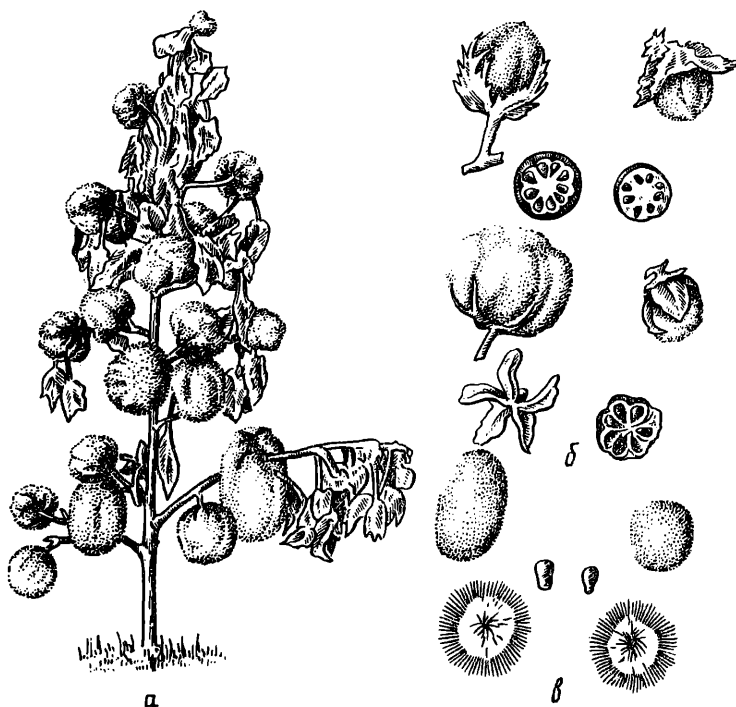


Рис. 2. Хлопчатник:

а — растение; *б* — плоды коробочки; *в* — семена (с пухом и без)

Хлопчатник (рис. 2) принадлежит к семейству мальвовых. Цветки хлопчатника собраны в соцветие типа "извилины". В настоящее время основное направление селекции хлопчатника — получение сортов с максимальным выходом волокна высокого качества. Поэтому содержание в семенах масла и семенной оболочки десятилетиями остается практически на одном уровне, несмотря на появление новых сортов. Масличность семян 22–24 %, лузжистость (содержание семенной оболочки) — 40–44 %.

Известно более 35 видов хлопчатника, из которых в нашей стране наибольшее распространение получили два вида: средневолокнистый (американские сорта) и тонковолокнистый (египетские сорта). После съема хлопкового волокна на хлопкоочистительных заводах на поверхности семян остается еще значительное количество короткого хлопкового волокна — в виде пуха и подпушка. Содержание пуха и подпушка на семенах, поступающих на маслозаводы, выраженное в процентах от массы семян, называют *опушенностью*. У средневолокнистых сортов она равна 8–11 %, у тонковолокнистых — 4–7 %.

Вследствие высокой опушенности хлопковые семена способны слеживаться даже при кратковременном хранении насыпью, менее сыпучи (особенно семена средневолокнистых сортов) по сравнению с семенами других масличных растений. В связи с этим оборудование для переработки хлопковых семян отличается от применяемого при переработке большинства других видов масличного сырья. В зависимости от качества хлопкового волокна, получаемого на хлопкоочистительных предприятиях, которое определяется в основном степенью зрелости семян к моменту уборки, хлопковые семена подразделяют на четыре промышленных сорта — I, II, III и IV. Полностью зрелые семена относят к I сорту, незрелые и щуплые — к IV. Химический состав семян одного из сортов хлопчатника (в пересчете на нулевую влажность) приведен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	22–24	38–39
Белки (N×6,25)	25–29	34–37
Целлюлоза	18–19	1,2–2,4
Зола	4,1–4,3	3,9–5,2

В соответствии с ГОСТ 5647–68 семена хлопчатника технические (промышленное сырье) должны отвечать следующим требованиям (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Показатели	Сорта семян			
	базисные			
	I	II	III	IV
Влажность семян, %				
для Средней Азии и Казахстана	8,7	11,1	12,4	14,9
для Закавказья	9,9	12,4	13,6	16,3
Содержание сорной и масличной примеси, %	1,0	2,00	7,0	23,0
Полная опушенность, %				
средневолокнистые сорта				
при снятии пуха				
двукратно	8,0	8,5	9,0	10,5
трехкратно	6,7	7,2	7,7	8,2
тонковолокнистые сорта	4,0	5,0	6,0	6,5

Продолжение

Показатели	Сорта семян			
	ограничительные			
	I	II	III	IV
Влажность семян, %				
для Средней Азии и Казахстана				
для Закавказья	—	—	—	—
Содержание сорной и масличной примеси, %	1,9	3,5	12,0	35,0
Полная опушенность, %				
средневолокнистые сорта				
при снятии пуха				
двукратно	9,0	9,0	9,5	11,0
трехкратно	9,0	9,0	9,5	11,0
тонковолокнистые сорта	4,5	5,5	6,5	7,0

Специфической особенностью семян хлопчатника является присутствие в них высокотоксичного химического соединения — госсипола. Госсипол является нервным ядом для животных и человека. При переработке семян он переходит и в масло и в белок. Удаление госсипола из этих продуктов является обязательным.

Соя. Соя (рис. 3) относится к семейству бобовых, цветки собраны в соцветие типа кисть, плод сои — боб содержит два или три семени. Соевые семена в зависимости от цвета оболочки делят на четыре типа: желтые, зеленые, коричневые и черные. Большинство сортов, возделываемых в нашей стране и за рубежом, относится к маньчжурскому подвиду сои, которая является белково-масличной культурой. В ее семенах

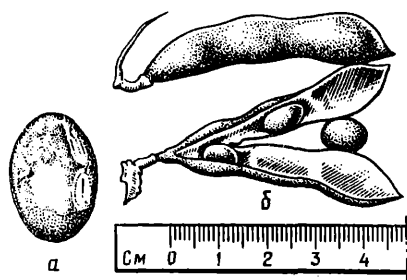


Рис. 3. Соя:

а — семя (увеличено); *б* — плоды-бобы и семена

содержание легкоусвояемых белков велико. В связи с этим значительная часть соевых семян после обезжиривания используется для получения пищевых белков. В этом случае при переработке соевых семян от-

деляют семенную оболочку, содержание которой составляет 5—10 % массы семян, а также зародыш от ядра. Специфической особенностью сои является присутствие в ее составе антипитательных веществ — токсичных белков лектинов, ингибиторов пищеварительных ферментов и других нежелательных соединений. Поэтому при переработке сои необходимы технологические операции, инактивирующие эти соединения и повышающие таким образом пищевую и кормовую ценность получаемых из семян сои белковых продуктов.

Химический состав семян сои при нулевой влажности приведен ниже.

Состав	Содержание, %
Липиды	19,2—21,1
Белки (Nx6,25)	35,8—43,6
Целлюлоза	4,3—5,3
Зола	2,8—5,6

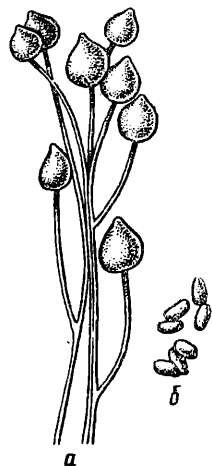
В соответствии с ГОСТ 17109—88 соевые семена должны иметь качество в соответствии с базисными и ограничительными нормами (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Показатели	Для заготавливаемых семян		Для поставляемых на промышленную переработку семян
	базисные	ограничительные	ограничительные
Влажность семян, %	12,0	Не более 18,0	Не более 12,0
Сорная примесь, %	2,0	Суммарно не более 15,0	Суммарно не более 15,0
Масличная примесь, %	6,0		
Зараженность вредителями	Не допускается	Не допускается, кроме зараженности клещом	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени

Рис. 4. Лен:

а — соцветие с плодами—коробочками; *б* — семена



Лен. Лен (рис. 4) принадлежит к семейству льновых. Соцветие льна типа кисть, плод — коробочка, содержащая от одного до десяти семян. Различают лен масличный (кудряш) и лен прядильный (долгунец). Селекция масличных сортов льна ведется на высокое содержание масла и максимальное ветвление растения, при котором на растении образуется много цветков, а затем семян.

Урожайность семян льна 7—10 ц/га. Специфической особенностью семян льна является переработка их без предварительного отделения семенной оболочки, прочно сросшейся с ядром семян, а также присутствие на поверхности семян слизей — веществ углеводной природы, усложняющих получение масла и его последующую переработку. В ядре семян льна содержится линамарин — соединение, при гидролизе которого образуется свободная синильная кислота. Поэтому переработка семян льна должна идти при условиях, исключающих образование токсичной синильной кислоты в обезжиренных семенах льна, идущих на корм скоту. Льняное масло может употребляться в пищевых целях, но главное его использование — техническое. В составе льняного масла много линоленовой кислоты, содержащей 18 атомов углерода и три двойные связи. Высокая химическая активность линоленовой кислоты, ее легкая окисляемость делают льняное масло незаменимым в производстве лаков и олиф.

Химический состав семян приведен ниже.

<i>Состав</i>	<i>Содержание, %</i>
Липиды	46—48
Белки (N×6,25)	21—23
Целлюлоза	4,2—4,6
Зола	3,8—4,1

Клещевина. Клещевина (рис. 5) относится к семейству молочайных, цветки ее собраны в соцветия типа сложная кисть, плод — коробочка, содержащая три семени. В результате селекции созданы сорта клещевины, у которых почти все семена сосредоточены в центральной кисти. Такие сорта убирают механизированным способом с помощью специально оборудованных уборочных машин. Коробочки промышленных сортов не растрескиваются при созревании, и потерь семян не происходит. Урожайность семян клещевины 8—12 ц/га. Специфической особенностью семян клещевины является содержание в них нескольких

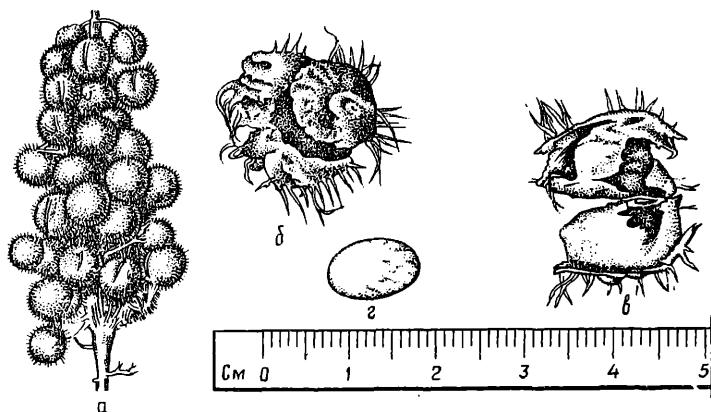


Рис. 5. Клещевина:

а — соцветие; б — плод-коробочка; в — третинки (часть плода);
 з — семена

токсичных соединений, важнейшими из которых являются токсичные белки — лектины (рицин) и другие. Поэтому при переработке семян клещевины предусматривается специальная технологическая операция — обезвреживание влаготепловой обработкой семян после извлечения из них масла, — позволяющая получить кормовой белковый продукт. Химический состав семян приведен в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Состав	Содержание, %	
	в семенах	в ядре
Липиды	54–56	66–68
Белки (N×6,25)	19–20	26–28
Целлюлоза	20–21	0,5–0,9
Зола	3–3,2	2,6–2,8

Горчица. Горчица относится к семейству капустных. Цветки ее собраны в соцветие типа кисть, плод — стручок. Для масличных растений этого семейства характерно присутствие в семенах гликозинолатов или тиогликозидов — соединений, дающих горчичные эфирные масла, определяющие использование горчичного порошка в пищевой промышленности и медицине. Горчичное масло употребляется в пищу, но в масле из семян возделываемых в настоящее время сортов высокое содержание жирной эруковой кислоты, нежелательной для пищевых продуктов. Поэтому селекция горчицы ведется на создание сортов, богатых эфирными маслами и одновременно с пониженным содержанием эруковой кислоты в масле.

Химический состав семян горчицы приведен ниже.

Состав	Содержание, %
Липиды	32–41,9
Белки (N×6,25)	20,5–29,7
Целлюлоза	8,2–11,1
Зола	4,8–5,5

Рапс. Как и горчица, рапс (рис. 6) принадлежит к семейству капустных. Поэтому у них одинаковые по типу плоды и соцветия, много общего имеет их химический состав. Как и у горчицы, в семенах рапса присутствуют гликозинолаты, дающие при гидролизе эфирные масла, хотя содержание их существенно меньше. По составу масло в семенах близко к маслу горчицы. Селекционерам удалось создать сорта рапса, значительно превосходящие по технологическим характеристикам старые сорта. Это позволило повысить экономичность его возделывания и переработки. Новые сорта рапса, получившие название безэруковых из-за пониженного содержания в составе масла эруковой кислоты, от-

Рис. 6. Рапс:

а – семена (увеличено); *б* – плоды – стручки с семенами; *в* – соцветие



личаются высокой урожайностью (26—33 ц/га) и высокой масличностью (до 46 %). Низкое содержание гликозинолатов в семенах новых сортов позволяет использовать обезжиренные семена на корм скоту без дополнительной обработки, а снижение содержания эруковой кислоты в масле до 5 % позволило отнести рапсовое масло к пищевым. После создания селекционерами безэруковых сортов рапс по объему производства семян и их переработке занимает четвертое место в мире после сои, хлопчатника и подсолнечника. В нашей стране предусмотрено значительное расширение посевов безэрукового рапса советской и зарубежной селекции.

Химический состав безэрукового рапса (в пересчете на нулевую влажность семян) приведен ниже.

<i>Состав</i>	<i>Содержание, %</i>
Липиды	40,3—46,2
Белки (N×6,25)	25—26,3
Целлюлоза	4,6—6,2
Зола	3,7—5,4

Арахис. Арахис, или земляной орех, относится к семейству бобовых. Плоды типа боб, нераскрывающиеся, содержат одно или два семени. Своеобразной биологической особенностью арахиса является то, что после опыления завязь цветка погружается в землю и плод развивается в земле. Белки семян арахиса легко усваиваются организмом человека, но в их составе содержатся, как и в белках сои, ингибиторы пищеварительных ферментов и другие антипитательные вещества, включая лектины. Перспективными являются крупноплодные сорта арахиса. Химический состав семян арахиса приведен ниже.

<i>Состав</i>	<i>Содержание, %</i>
Липиды	40,2—60,7
Белки (N×6,25)	20—27,2
Целлюлоза	1,2—4,9
Зола	1,8—4,6

Тунг. Тунг, или тунговое дерево, принадлежит к семейству молочайных. В нашей стране разводят два вида тунгового дерева: тунг китайский и японский. Плоды тунга содержат три—пять семян (орешков), заключенных в плодовую оболочку. В семенах в среднем 68 % ядра и 32 % скорлупы. Специфической особенностью тунга является легкая окисляемость масла, содержащегося в его семенах. Поэтому переработку тунга необходимо вести при значительно более мягких по сравнению с другими видами масличного сырья тепловых воздействиях на обезжириваемый материал. Присутствие в семенах тунга специальной жирной кислоты — элеостеариновой и токсичных соединений не позволяет использовать его в пищевых целях, а обезжиренные семена на корм скоту. Химический состав ядра тунговых семян приведен ниже.

<i>Состав</i>	<i>Содержание, %</i>
Липиды	47,6–63,8
Белки (N×6,25)	19,6–27,4
Целлюлоза	2,7–3
Зола	3,6–4,1

Конопля. Конопля принадлежит к семейству коноплевых, цветки ее собраны в густые колосовидные (женские) и метельчатые (мужские) соцветия. Плод конопли — орешек, который раскрывается только при прорастании. Семя покрыто тонкой кожурой. Коноплю выращивают для получения масла из семян и волокна для грубых тканей из стеблей, а также для получения наркотических средств. Химический состав семян конопли приведен ниже.

<i>Состав</i>	<i>Содержание, %</i>
Липиды	30,2–38,3
Белки (N×6,25)	17,6–25,1
Целлюлоза	13,8–26,9
Зола	2,5–6,8

Кокосовая и масличная пальмы. Кокосовая и масличная пальмы принадлежат к семейству пальмовых. Это неветвистые деревья высотой до 30 м. Плоды собраны в соцветия кисть метельчатого типа и представляют собой костянки. У кокосовой пальмы диаметр плода (кокосового ореха) до 300 мм, у масличной пальмы — меньше 40–60 мм. Экспортируемым масличным сырьем являются копра — высушенная маслосодержащая ткань плодов (эндосперм) кокосовой пальмы — и пальмиста — ядра масличной пальмы.

Химический состав копры и пальмисты приведен в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Состав	Содержание, %	
	в копре	в пальмистре
Липиды	65–72	45,4–53,8
Белки (N×6,25)	7,5–8	7,9–8,8
Целлюлоза	5–6	5,4–6,5
Зола	3–5	1,5–1,9

В последние годы особое значение уделяют проблеме безвредности продуктов, получаемых при переработке масличных семян для человека, и животных. Поэтому в семенах масличных растений — рапса, кунжута, сафлора, рыжика, сурепицы, льна масличного и льна-долгунца, конопли — остаточное количество пестицидов — ДДТ и его метаболитов, гексахлорана (суммы изомеров) и ГХЦГ (суммы изомеров) не должно превышать максимально допустимых уровней.

Особые требования предъявляются к масличным семенам, применяемым в продуктах для детского питания. Так, в семенах подсолнечника, предназначенных для выработки продуктов детского питания, остаточное количество пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня, а содержание тяжелых металлов — меди, ртути, свинца, а также афлатоксинов — предельно допустимой концентрации.

МАСЛОСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Зародыши злаковых культур. В качестве масличного сырья используют зародыши, отделяемые в виде отрубей при получении из зерна муки и крупы. Липиды в семенах зерновых культур сосредоточены в зародыше, внешних тканях эндосперма и частично в оболочке. Выход зародышей при получении муки и крупы колеблется от 2 % при переработке пшеницы, ржи и проса и 8–16 % — при переработке риса и кукурузы. Химический состав отходов злаковых культур приведен в табл. 8.

Таблица 8

Состав	Содержание в, %				
	зародышах			отрубях	
	пшеничных	ржаных	кукурузных	рисовых	просяных
Липиды	5–12	8–12	12–26	8–18	10–24
Белки (N×6,25)	25–39	27–34	12–16	10–14	17–20
Целлюлоза	1–2	4–7	15–18	8–16	7–10
Зола	3–5	4–5	3–5	5–15	6–10

Фруктовые косточки. Фруктовые плодовые косточки являются отходами производства консервов. На маслодобывающие заводы поступают косточки абрикосов, сливы, вишни, миндаля и др. Масло сосредоточено в ядре косточек, покрытом прочной одревесневшей оболочкой. Химический состав ядра приведен в табл. 9.

Таблица 9

Состав	Содержание в ядре косточки, %			
	абрикоса	сливы	вишни	миндаля
Липиды	35–45	30–60	30–39	42–53
Белки (N×6,25)	24–26	23–24	21–22	21–34
Целлюлоза	5–6	6–7	5–16	4–6
Зола	3–4	2–4	1–2	2–4

На маслособывающих заводах растительные масла получают из семян кориандра, поступающих от эфиромасличных предприятий после извлечения из них эфирного масла (содержание липидов 20–26 %), из семян томатов, являющихся отходом при производстве томатного сока и томат-пасты (содержание липидов 26–28 %), из виноградных семян, поступающих от винодельческих и сокоэкстракционных производств (содержание липидов 15–16 %), а также из семян арбуза, табака, чая и др.

Общая характеристика масличных плодов и семян

Семена и плоды масличных растений, собранные в результате уборки и поступающие на хранение и технологическую переработку, образуют совокупность многих миллионов единичных семян – семенную массу.

Физико-механические свойства

Физико-механические свойства единичных семян в семенной массе – их форма, состояние и механическая прочность покровных тканей внешних оболочек – определяют физико-механические свойства семенной массы и прежде всего ее сыпучесть. Степень сыпучести семенной массы оценивают по величине угла естественного откоса – углу между образующей и диаметром основания конуса, который образуют семена при высыпании на горизонтальную плоскость, и по величине угла самотека семян по какой-либо поверхности – наименьшему углу, при котором семена начинают перемещаться по поверхности под действием силы тяжести. На величину этих характеристик семенной массы влияют форма и размеры семян, степень шероховатости их поверхности, влажность семян, содержание сорной примеси, а также (для угла самотека) и состояние поверхности, по которой перемещаются семена. Углы естественного откоса для семян сои 25–32°, льна 27–34°, подсолнечника 31–45°, клеверины 34–46°, хлопчатника (из-за опушенности семян) 42–56°.

Эти характеристики семян учитывают при сооружении хранилищ для семян, при установке технологического оборудования для подготовительных операций и при использовании гравитационного транспорта в цехах.

Семенная масса, занимающая какой-либо объем, не заполняет его целиком, так как между семенами всегда есть свободные промежутки, заполненные воздухом, – межсеменное пространство.

Отношение объема межсеменных пространств к полному объему, занятому семенной массой, называется *скважистостью*. Величина скважистости семян льна составляет 35–40 %, подсолнечника – 40–60 %. Величина скважистости семенной массы определяет величину насыпной массы семян (табл. 10).

Масличные семена	Насыпная масса, кг/м ³	Масличные семена	Насыпная масса, кг/м ³
Подсолнечник	440–460	Соя	600–750
Лен	600–700	Арахис	200–240
Клещевина	450–500	Горчица	680–700
Хлопчатник	500–550	Мак	700–750

Для сравнения следует указать, что для зерна пшеницы насыпная масса составляет 780–800 кг/м³.

Семенная масса способна интенсивно сорбировать различные пары и газы. Наибольшее значение при хранении семян имеет сорбционная способность семян по отношению к парам воды, всегда присутствующим в атмосферном воздухе. Это свойство семян (гигроскопичность) необходимо учитывать, так как при контакте с влажным воздухом семена могут подвергнуться интенсивной порче.

Наконец, теплофизические характеристики семенной массы — очень низкая теплопроводность и температуропроводность, обуславливающая ее высокую тепловую инерцию, позволяют обеспечить сохранение охлажденных семян в течение длительного времени, в то же время из-за низкой теплопроводности источники теплоты, возникающие при нарушении условий хранения семян, длительно сохраняются в семенной массе и могут привести к сильному повреждению семян, вплоть до порчи.

Строение

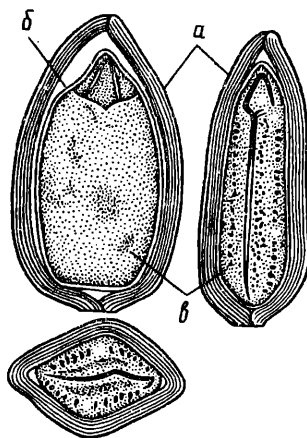
Масличные растения, плоды и семена которых поступают для переработки на маслодобывающие заводы, различаются по ботаническим особенностям. Несмотря на большое разнообразие масличных плодов и семян по форме, размерам, химическому составу, их анатомическое строение в общем однотипно. Семена (рис. 7) всех масличных культур состоят из покровных оболочек и ядра, состоящего из зародыша и эндосперма. Оболочки подразделяются на семенную, окружающую ядро, и плодовую, расположенную снаружи семенной.

После уборки семян прочная нераскрывающаяся плодовая оболочка сохраняется только у некоторых видов растений. Семенная оболочка у них представляет собой тонкую и непрочную ткань. У большинства масличных растений плодовая оболочка к моменту созревания раскрывается и после уборки на семенах обычно не сохраняется. В этом случае семенная оболочка имеет повышенную механическую прочность и обеспечивает, как и плодовая оболочка, надежную защиту семян от внешних воздействий.

Под семенной оболочкой находятся зародыш семян, способный

Рис. 7. Схема строения плода – семянки подсолнечника:

а – плодовая оболочка; *б* – семенная оболочка; *в* – ядро (зародыш и эндосперм)



после прорастания в благоприятных условиях развиться в растение за счет запаса собственных питательных веществ, и эндосперм, представляющий собой вторую (после зародыша) запасную питательную ткань семян. Не у всех масличных растений зародыш и эндосперм развиты равномерно. Так, у подсолнечника, хлопчатника и сои практически все запасные вещества семян сосредоточены в зародыше – в его семядолях; у клещевины, наоборот, в зародыше почти не содержится запасных питательных веществ и основной маслосодержащей тканью является эндосперм. Наконец, у таких растений, как лен, запасные вещества сосредоточены и в семядолях зародышей, и в эндосперме, и обе эти ткани развиты достаточно хорошо.

Масличные плоды и семена состоят из большого числа клеток, обладающих уникальной структурой и организацией, обусловленной их ролью в жизни растения.

Клетки покровных оболочек (плодовой и семенной) защищают зародыш и эндосперм от механических повреждений, а также от химических и биологических воздействий. Поэтому слои клеток внешних покровных оболочек семян состоят из толстостенных одревесневших клеток, образующих твердую волокнистую ткань. Оболочка клетки занимает почти весь ее объем, стенки клеток покровных тканей покрыты химически инертными веществами – восками и воскоподобными веществами, выполняющими роль химической защиты и предохраняющими семена от потери влаги, резких колебаний температуры и проникновения микроорганизмов.

Клетки зародыша и эндосперма (обычно их называют основными или маслосодержащими тканями) отличаются строением и химическим составом от клеток, образующих покровные ткани (плодовые и семенные оболочки) семян. Стенки этих клеток, как правило, значительно более тонкие, и основной объем клетки составляет ее содержимое – цитоплазма, в которой находятся запасные вещества – липиды (масло) и белки.

Цитоплазма имеет сложное строение и состоит из различных органоидов, структурным элементом которых являются мембраны, в которые встроены ферментные системы, обеспечивающие обмен веществ, свойственный семенам как живому организму.

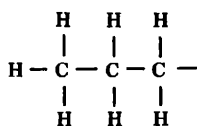
Липиды (масло) в цитоплазме клеток основных тканей семян зародыша и эндосперма распределены в виде шарообразных образований — липидных сферосом, плотно заполняющих весь свободный объем клетки. Несмотря на тесное примыкание друг к другу, липидные сферосомы разделены между собой тонкими мембранами и в неповрежденной клетке не сливаются друг с другом.

Химический состав

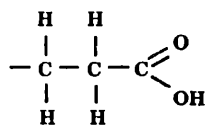
Химический состав масличных семян и плодов даже одной и той же масличной культуры колеблется в зависимости от сорта, степени зрелости к моменту уборки, района возделывания, состава почвы и удобрений, климатических и погодных условий. Поэтому, характеризуя масличные семена или плоды по химическому составу, а также по другим свойствам, обычно указывают средние значения величин или приводят пределы их колебаний.

Отличительной особенностью масличных растений является способность накапливать в семенах при созревании большое количество запасных липидов, которые для большинства масличных растений представлены жирными маслами — триацилглицеролами. По химическому строению триацилглицеролы — это сложные эфиры спирта глицерола и жирных кислот. В период созревания в клетках семян происходит синтез жирных кислот из соединений, образующихся в результате фотосинтеза в зеленых листьях и поступающих из почвы через корневую систему. В результате сложных биохимических процессов в созревающих семенах низкомолекулярные соединения, содержащие два и три атома углерода, превращаются в жирные кислоты, содержащие 16, 18 и более атомов углерода.

подавляющая часть жирных кислот, входящих в состав растительных масел, вырабатываемых промышленностью, представляет собой прямоцепочные соединения. По химическому строению они являются производными углеводов, у которых один из атомов водорода замещен карбоксильной группой:



Радикал- R



Карбоксильная группа

Карбоксильная группа у всех жирных кислот одинаковая, а остатки R (радикалы) отличаются количеством входящих в них атомов углерода и степенью ненасыщенности. Если на каждый атом углерода

(С) в радикале приходится по два атома водорода (Н), жирная кислота является насыщенной, если меньше — ненасыщенной (непредельной).

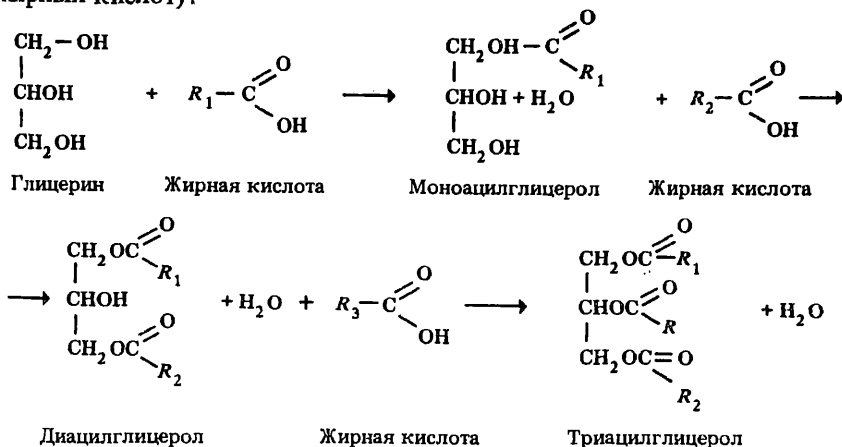
Обозначив буквой n число атомов углерода, можно получить общую формулу насыщенных кислот $C_n H_{2n} O_2$ и ненасыщенных: при одной двойной связи $C_n H_{2n-2} O_2$, при двух $C_n H_{2n-4} O_2$, при трех $C_n H_{2n-6} O_2$.

В ходе созревания в зависимости от внешних условий развития масличного растения (температуры и влажности воздуха и почвы, состава удобрений) состав синтезируемых растением жирных кислот изменяется по степени насыщенности: в северных районах и районах высокой влажности растения накапливают преимущественно ненасыщенные кислоты, в южных и засушливых — насыщенные.

В растительных маслах, вырабатываемых в нашей стране, содержатся жирные кислоты, имеющие четное число атомов углерода. У многих масел подавляющая часть жирных кислот содержит 18 атомов углерода. В свою очередь, жирные кислоты с 18 атомами углерода у большинства растений преимущественно ненасыщенные — это олеиновая кислота с одной двойной связью ($C_{18:1}$) и линолевая — с двумя двойными связями ($C_{18:2}$). Кислоты с тремя двойными связями ($C_{18:3}$) — линоленовая и особенно ее изомер элестеариновая — встречаются реже.

В сравнительно небольших количествах почти во всех растительных маслах встречаются насыщенные кислоты $C_{18:0}$ (стеариновая), а также насыщенная кислота с 16 атомами углерода $C_{16:0}$ (пальмитиновая), которая в биосинтезе жирных кислот играет роль обязательного промежуточного продукта.

Образование триацилглицеролов из глицерола и жирных кислот можно представить на следующей схеме (здесь R_1 , R_2 и R_3 —остатки жирных кислот).



Жирные масла представляют собой сложную смесь триацилглицеролов — основного по количественному содержанию компонента масел.

В природных растительных маслах триацилглицеролы составляют 80–95 % их массы. Содержание промежуточных продуктов синтеза триацилглицеролов — моно- и диацилглицеролов, а также свободных жирных кислот в маслах, полученных из зрелых, не подвергавшихся порче семян, невелико. Чаще всего в триацилглицеролах с глицеролом связаны разные по числу атомов углерода и степени насыщенности жирные кислоты, хотя известны растительные масла, преимущественно состоящие из однокислотных триацилглицеролов.

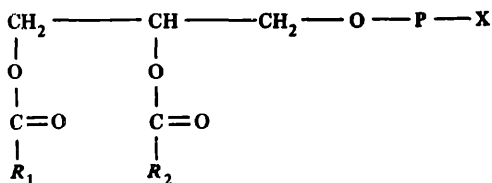
В состав масел и жиров, получаемых масло-жировой промышленностью, кроме их основного компонента — триацилглицеролов, входит сложная по составу группа органических веществ, способных растворяться в них и извлекаемых из масличных семян вместе с ними. И триацилглицеролы, и растворимые в них органические вещества в сумме называются л и п и д а м и.

В зависимости от характера их взаимодействия со щелочами липиды подразделяют на две группы: омыляемые липиды, которые при взаимодействии со щелочами гидролизуются, отщепляя жирные кислоты и образуя соли высокомолекулярных жирных кислот — мыла, и неомыляемые липиды, которые не содержат жирнокислотных остатков, соединенных сложноэфирной связью, и поэтому при контакте со щелочами не гидролизуются с образованием мыла.

В группу омыляемых липидов входят простые липиды, построенные только из остатков жирных кислот и спиртов. Это триацилглицеролы, воски и диольные липиды (эфиры диолов). Они отличаются друг от друга строением спиртового остатка, который соединен сложноэфирной связью с жирными кислотами: у триацилглицеролов спирт трехатомный, у диольных липидов — двухатомный, у восков — одно- или двухатомный.

Сложные липиды состоят из сложных эфиров жирных кислот и спиртов с замещенными группами. Наиболее важными представителями сложных липидов являются фосфолипиды и гликолипиды.

Особенностью фосфолипидов, отличающей их от триацилглицеролов, является наличие в их молекуле вместо остатка жирной кислоты фосфорной кислоты с замещающей группой:

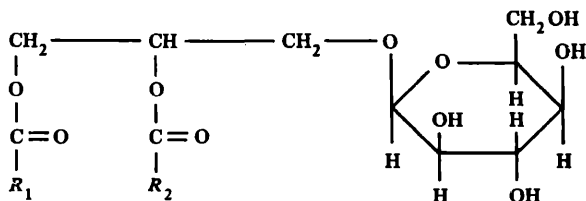


где X — замещающая группа, как правило, отличающаяся высокой полярностью и способная удерживать молекулы воды.

Если замещающая группа представлена остатком аминокиспирта холина — $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3$, фосфолипид называют фосфатидилхолином, если остатком этаноламина — $\text{OCH}_2 - \text{CH}_2\text{NH}_2$ — фосфатидилэтанол амином и др. Молекулы фосфолипидов являются полярными, они несут электрические заряды и способны образовывать водородные связи с молекулами воды.

Фосфолипиды извлекаются из семян вместе с триацилглицеролами. Затем их отделяют от других липидов в масле и получают в виде самостоятельного продукта — фосфатидного концентрата. Фосфатидные концентраты используют в пищевой и комбикормовой промышленности. Если же фосфолипиды оставить в масле, то они через некоторое время выпадут в осадок, который ухудшит товарный вид масла и ускорит его порчу при хранении. Присутствие фосфолипидов в масле нежелательно еще и потому, что из-за повышенной химической активности они осложняют технологические процессы переработки масел, в первую очередь гидрогенизацию, отравляя катализаторы.

Другая группа сложных липидов — гликолипиды не содержат остатков фосфорной кислоты и не несут электрических зарядов, но их молекулы являются полярными:



В состав их молекулы входит остаток галактозы, которая способна образовывать большое число водородных связей.

Аналогично фосфолипидам гликолипиды необходимо отделять от масла, хотя содержание их в масле меньше и растворяются в масле они лучше и не образуют осадков при хранении масел.

Кроме триацилглицеролов (запасных липидов) и сложных липидов (фосфолипидов и гликолипидов), в семенах синтезируются неомыляемые липиды.

В группу неомыляемых липидов входят углеводороды — стероиды, жирорастворимые пигменты, витамины и провитамины, построенные из изопреновых остатков. Из пигментов растительных масел наиболее известны каротиноиды, хлорофилл и госсипол, из витаминов — токоферолы и витамин К.

Провитаминные свойства имеют каротиноиды и стероиды, способные образовывать в организме животных и человека витамины соответственно А и D.

Практически все известные в промышленности способы обезжирив-

вания семян при получении растительных масел сопровождаются извлечением вместе с триацилглицеролами некоторого количества сложных и неомыляемых липидов.

Характерной особенностью всех липидов масличных семян является способность хорошо растворяться в органических растворителях, таких, как гексан, бензин, этиловый спирт, ацетон, этиловый и петролейный эфиры. На этом основано лабораторное и промышленное извлечение липидов из масличных семян методом экстракции. Состав извлекаемых из семян масел непостоянен прежде всего из-за неодинаковой растворимости различных групп липидов в применяемых растворителях, а также из-за разной степени связанности их с липидной частью семян — белками и углеводами. Степень связанности липидов очень сильно зависит от качества семян и подготовки их к обезжириванию.

По мере усиления внешнего воздействия на обезжириваемый материал (путем повышения давления прессования, температуры растворителя, длительности извлечения, степени измельчения материала) липидный состав получаемого масла меняется, потому что из семян, кроме легко извлекаемых запасных липидов — триацилглицеролов, в большей или меньшей степени извлекаются структурные липиды — фосфолипиды и гликолипиды, неомыляемые липиды.

К структурным липидам покровных тканей семян принадлежат также воски. Присутствие восков неблагоприятно сказывается на качестве растительных масел, вырабатываемых масло-жировой промышленностью: в масле появляется тонкая взвесь кристаллов восков — "сетка", которую из готовых масел необходимо удалять, хотя сами по себе растительные воски представляют большую ценность.

Многие вещества группы неомыляемых липидов повышают пищевое достоинство масла. Они обуславливают специфический цвет, вкус и запах растительных масел, стойкость при хранении и другие свойства. Как уже отмечалось, количество и состав структурных липидов в промышленных растительных маслах зависят от условий их извлечения из семян, поэтому готовые масла могут существенно различаться по количеству структурных липидов в зависимости от технологических параметров переработки семян, исходного качества семян, вида растворителя при экстракции и др.

В семенах масличных растений кроме липидов содержится много белковых веществ, которые после извлечения масла из семян остаются в обезжиренном остатке — шроте. Белковый комплекс семян и продуктов их переработки может быть охарактеризован соотношением белков, растворимых в воде, 10 %-ном водном растворе поваренной соли, 0,2 %-ном водном растворе щелочи. Применяя последовательную обработку обезжиренных масличных семян указанными растворителями, можно определить содержание альбуминов (белки, растворимые в воде), глобулинов (белки, растворимые в 10 %-ном водном растворе пова-

ренной соли), глютелинов (белки, растворимые в 0,2 %-ном растворе щелочи) и нерастворимых белков.

Белки неповрежденных масличных семян на 80–90 % состоят из глобулинов. Под воздействием различных факторов, действующих на семена при послеуборочной обработке, хранении и извлечении масел, белки могут полностью или частично терять способность растворяться в указанных растворителях, т. е. денатурировать. При денатурации белковых веществ изменяется не только их растворимость (растет относительное количество труднорастворимых белков), но и физико-механические свойства — упругость, жесткость, пластичность, а также меняются усвояемость, пищевые и кормовые достоинства и химические свойства.

Наибольшее значение в производстве растительных масел имеет тепловая денатурация белков, с помощью которой обезжириваемому материалу придают необходимую структуру и физико-механические свойства, хотя возможна некоторая денатурация белков при механических воздействиях на семена и продукты их переработки, а также при действии органических растворителей.

Вещества углеводной природы в семенах представлены преимущественно в виде целлюлозы и гемицеллюлоз, образующих стенки клеток тканей семян. Механическая прочность и химические свойства тканей семян обусловлены прежде всего присутствием веществ этой группы.

В масличных семенах содержится почти в два раза больше золы, чем в семенах немасличных растений. Минеральные элементы, окислы которых преимущественно образуют золу, входят в состав биологически активных веществ зародыша и эндосперма семян и в продуктах переработки концентрируются в шроте, повышая его кормовую ценность.

Весь этот сложный комплекс химических компонентов, составляющих масличные плоды и семена, подвергается глубоким изменениям в ходе технологической переработки.

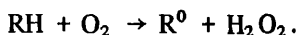
Технологические схемы переработки

Современная технология получения растительных масел включает разнохарактерные воздействия на перерабатываемое масличное сырье. Значительное место в технологии занимают механические процессы. Такие процессы, как очистка семян от примесей, разрушение и отделение плодовых и семенных оболочек от зародыша и эндосперма — ядра, измельчение ядра и промежуточных продуктов его переработки, являются преимущественно механическими, подготавливающими материал к интенсивным физико-химическим превращениям.

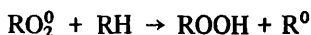
Очень важное место в технологии занимают диффузионные и диффузионно-тепловые процессы — кондиционирование семян по влажности,

влаготепловая обработка мятки (жарение мезги), экстракция органическими растворителями, отгонка растворителя из мисцеллы и шрота, а также гидромеханические процессы — прессование мезги на шнековых прессах, отстаивание и фильтрация масла. Наконец, в последние годы получили применение ферментативные процессы. При обработке мятки препаратами ферментов достигается более глубокое извлечение масла из семян при мягких условиях обезжиривания.

Даже при оптимальном ведении технологии не удастся избежать нежелательных химических и биохимических процессов. В маслосодержащем материале происходят гидролиз и окисление липидов и входящих в их состав ненасыщенных жирных кислот. Окисление жирных кислот в хранящихся масляных семенах при их термической обработке и в готовом масле относится к числу сложных многоступенчатых процессов. Оно начинается с атаки кислородом метиленовой группы в молекуле жирной кислоты, которая находится в α -положении к двойной связи. Окисление протекает по свободнорадикальному механизму. Причиной возникновения свободных радикалов могут служить сами молекулы кислорода; процесс инициируется ионами металлов переменной валентности, действием теплоты, лучистой энергии и т. д.



Образующийся радикал R^{\bullet} присоединяет к себе молекулу кислорода и превращается в перекисный радикал RO_2^{\bullet} . Перекисный радикал RO_2^{\bullet} взаимодействует с новой молекулой жирной кислоты с образованием гидроперекиси и радикала R^{\bullet} , который продолжает цепь превращений:



Гидроперекиси $ROOH$ также распадаются на свободные радикалы:



Это приводит к быстрому увеличению количества активных радикалов в системе и самоускорению реакции окисления. Начальная стадия окисления (индукционный период), протекавшая сравнительно медленно, заканчивается, начинается быстрый период окисления масла. Гидроперекиси жирных кислот — это первичные продукты окисления. В ходе дальнейших превращений из них образуются вторичные продукты окисления — альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и другие соединения. Их окислительное действие приводит к обесцвечиванию каротиноидов в масле, распаду ненасыщенных жирных кислот в ацилглицеролах, разрушению других липидов. Скорость окисления зависит от содержания антиокислителей в масле — токоферолов, фосфолипидов. На глубину окисления масел существенное влияние оказывает присутствие добавок кислой природы. Так, токоферолы образуют активные ингибирующие системы с аскорбиновой, лимонной, фосфорной кислотами.

Если температурные условия при окислении оказываются благо-

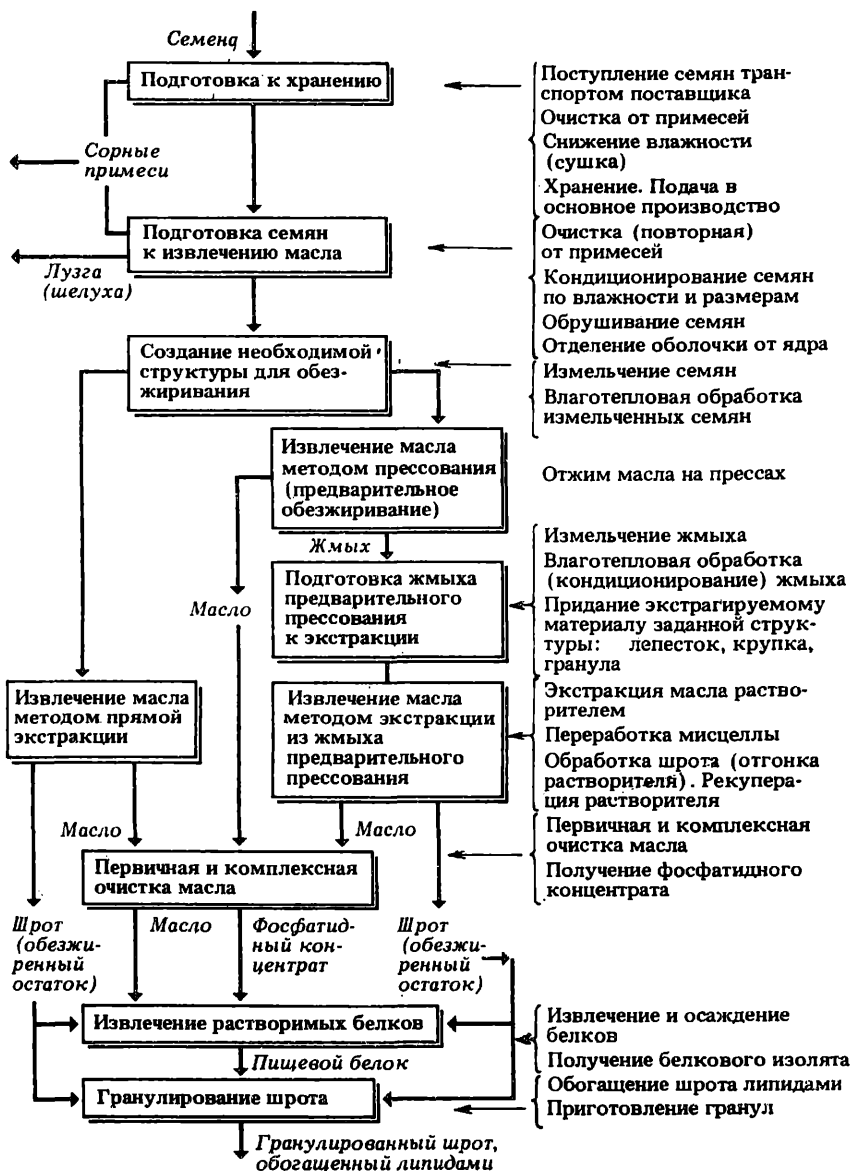


Рис. 8. Последовательность важнейших операций переработки растительного масличного сырья

приятными для работы ферментов, то окислительные процессы неферментативной природы дополняются окислением ненасыщенных жирных кислот ферментом липоксигеназой, присутствующей в масличных семенах и продуктах их переработки. При повышенных температурах обработки семян большое значение приобретают образование белково-липидных соединений и их разрушение, денатурация белковых веществ. Под влиянием комплексного действия всех этих процессов формируется тот сложный набор химически разнородных липидов, которым является товарное растительное масло, и не менее разнообразный по составу комплекс соединений белковой и углеводной природы, объединяемый общим понятием "кормовой (или пищевой) шрот"

Современный технологический процесс переработки масличных семян состоит из следующих операций: подготовки к хранению и хранения семян, подготовки семян к извлечению масла, собственно извлечения масла методом прямой экстракции или методом прессования и экстракции, первичной и комплексной очистки масла и обработки шрота. Последовательность важнейших операций переработки растительного масличного сырья приведена на рис. 8.

Как следует из рис. 8, технологический процесс начинается с первичной обработки семян.

Операции очистки семян от посторонних примесей и снижения влажности семян до безопасных величин создают условия для устойчивого сохранения качества семян при последующем хранении. После хранения технологическая переработка включает операции повторной очистки семян от примесей, а также фракционирование (кондиционирование) семян по размерам и влажности. Наибольшее значение для масличных плодов и семян, которые перерабатываются с предварительным отделением низкомасличных плодовых или семенных оболочек от высокомасличного ядра, имеет операция кондиционирования. Специфической особенностью подготовки семян подсолнечника к переработке является деление их по размерам — на крупную и мелкую фракции, перерабатываемые отдельно по различным технологическим схемам (операция калибрования семян). Для хлопчатника обязательной операцией является кондиционирование семян по влажности (операция увлажнения семян). И операция калибрования, и операция увлажнения повышают эффективность последующих операций — операции обрушивания и отделения оболочек от ядра. Несколько другое назначение имеет операция кондиционирования по влажности при переработке сои, в этом случае процесс подсушивания семян имеет целью более полное отделение семенной оболочки, а увлажнение семян предусматривает улучшение их измельчения.

При переработке масличного сырья, не требующего предварительного отделения покровных тканей, операции обрушивания и отделения оболочки исключаются (например, при переработке семян льна и рапса).

Собственно операции извлечения масла из ядра семян непосредст-

венно предшествует операция влаготепловой сбрабтки измельченного ядра (или семян, если операции обрушивания и отделения оболочки от ядра не производятся). После влаготепловой обработки масло из подготовленного материала извлекают однократным способом — методом прямой экстракции или двукратным — методом предварительного прессования с последующей экстракцией жмыха предварительного прессования. Двукратное обезжиривание сначала прессованием, а затем экстракцией является наиболее универсальным. Только при выработке горчичного порошка, из которого производят столовую горчицу и медицинские горчичники, дмых предварительного прессования окончательно обезжиривают повторным (окончательным) прессованием. Для других масличных семян двукратное прессование в настоящее время не применяется. По мере продвижения от начальных операций переработки масличного сырья к завершающей операции — окончательному обезжириванию технологические операции становятся все более однотипными для различных видов масличных семян.

Технология получения растительных масел непрерывно развивается и совершенствуется. Особое внимание уделяется изучению и использованию химических и биохимических процессов, происходящих в масличном сырье под влиянием технологических параметров.

В последние годы все большее внимание уделяется совершенствованию способов обезжиривания масличного сырья при одновременном смягчении технологических воздействий на перерабатываемые семена, а также разработке новых типов технологического оборудования преимущественно большой мощности.

Контрольные вопросы

1. Какие важнейшие виды растительного масличного сырья перерабатываются в нашей стране?
2. Какие продукты получают при переработке масличного сырья на маслодобывающих заводах?
3. Какие важнейшие группы липидов Вы знаете?
4. Как начинается окисление липидов?
5. Назовите технологические схемы получения растительных масел и важнейшие операции переработки растительного масличного сырья.

ХРАНЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН

Заводы, перерабатывающие растительное масличное сырье, для бесперебойной работы в течение года (плановые остановки завода предусмотрены лишь для текущего и капитального ремонтов, общая продолжительность которых составляет до 40 дней в году) вынуждены длительное время хранить масличные семена до технологической переработки.

В связи с тем что период заготовки масличного сырья и приема его от сельского хозяйства для большинства масличных культур ограничен в среднем 2–3 месяцами, сохранение больших масс масличных семян до переработки без потерь и ухудшение качества представляют сложную и ответственную задачу. Тем более сложную, что содержание влаги в семенах, поступающих после уборки, превышает оптимальные значения для хранения и переработки.

Поступающие на хранение семена, как правило, сохраняют жизнедеятельность. В процессе хранения семена, как и всякий живой организм, дышат. Дыхание семян — процесс, направленный на сохранение их жизнеспособности. Процесс получает энергию за счет расходования запасных веществ семян — в первую очередь липидов или масла.

О величине интенсивности дыхания семян можно судить по количеству диоксида углерода CO_2 , выделенного семенами в единицу времени.

От интенсивности дыхания зависят темпы расходования масла, остающегося в семенах. В результате дыхания масличность семян понижается, в масле увеличивается содержание свободных жирных кислот и окисленных продуктов, качество масла снижается, пищевое масло переходит в категорию технического. При интенсивном дыхании хранящихся семян нежелательным изменениям подвергаются не только липиды, но и другие химические вещества семян, в том числе белки.

Технологическая переработка семян, у которых белки подвергались глубоким изменениям — денатурированию, серьезно затрудняется, а качество получаемого шрота и усвояемость его белков резко снижаются.

Интенсивность дыхания хранящихся семян зависит от трех важнейших факторов: содержания влаги в семенах и в окружающей их среде, температуры семян и окружающих их объектов и газового состава атмосферы, окружающей семена. Эти факторы воздействуют не только на семена, но и на все живые компоненты семенной массы — микроорганизмы, всегда присутствующие на семенах и сорных примесях, семена сорных растений, количество которых зависит от степени засорен-

ности семян, а также различные насекомые, присутствие которых в семенной массе, как и микроорганизмов, практически возможно всегда.

Влажность семян, полностью закончивших созревание на растении, как правило, невелика, и уровень дыхания их низкий. Условия для жизнедеятельности других компонентов в сухой семенной массе также затруднены.

При повышении влажности семенной массы даже при постоянной температуре интенсивность дыхания семян возрастает вначале очень медленно, но затем, начиная с определенной границы влажности, она резко увеличивается. Скачкообразное возрастание интенсивности дыхания, отражающее активирование всех биохимических процессов, обусловлено появлением в семенах и их тканях свободной воды. Свободная вода в отличие от связанной (в сухих семенах) способна участвовать в биохимических реакциях. В ее присутствии активность ферментной системы семян растет, в том числе ферментов, определяющих дыхательный газообмен и расходование запасных веществ семян. Влажность семян, при которой в клетках появляется свободная вода и наступает резкий скачок интенсивности дыхания, называется критической. Поэтому хранящиеся до переработки семена для исключения их глубокой порчи должны иметь влажность ниже критической.

Величина критической влажности зависит от химического состава семян (рис. 9). Чем больше в семенах масла, практически неспособного удерживать воду, тем ниже величина их критической влажности.

$$V_{кр} = 14,5(100 - M)/100,$$

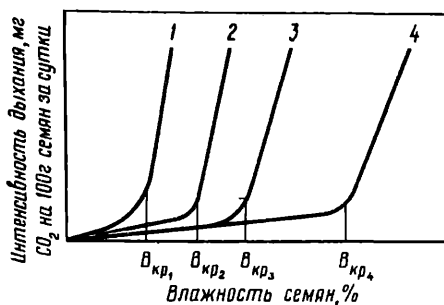


Рис. 9. Зависимость интенсивности дыхания семян от влажности:

1 — клевер; 2 — подсолнечник; 3 — соя; 4 — пшеница

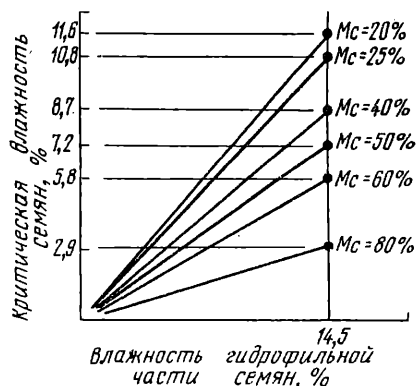


Рис. 10. Зависимость между критической влажностью семян различной маслености и влажностью их гидрофильной части

где $B_{кр}$ — критическая влажность семян, %; M — масличность семян при нулевой влажности, %.

Поэтому чем выше масличность семян, тем более низкая влажность требуется для их хранения (рис. 10). Масличные семена, хранящиеся при влажности выше критической, интенсивно дышат, выделяя в окружающую среду много теплоты и воды.

Если при хранении семенной массы создаются условия для накопления в ней теплоты, например при хранении интенсивно дышащих влажных, недозрелых или травмированных семян в больших насыпях, когда теплопотери в окружающую среду относительно невелики из-за низкой теплопроводности семенной массы, температура семенной массы начинает быстро возрастать по типу цепной реакции. Это вызвано тем, что влага, выделяемая семенами в результате дыхания, способствует быстрому увлажнению находящихся рядом еще сухих, слабодышащих семян. Дыхание их увеличивается, и рост температуры, начавшийся в одной части семенной массы (процесс самосогревания), быстро охватывает всю семенную массу. При влажности выше критической становится возможным активное развитие микроорганизмов, всегда присутствующих в семенной массе. Интенсивность дыхания размножающихся микроорганизмов намного выше интенсивности дыхания семян. За счет их жизнедеятельности температура в очагах самосогревания может достигать 55—65 °С, 70—75 °С, а иногда и значительно выше. Если процесс самосогревания не остановить, то семенная масса как масличное сырье погибнет вследствие глубокого распада триацилглицеролов и окисления составляющих их жирных кислот, денатурации белковых веществ, а также необратимого изменения всех химических компонентов семян.

Растительные масла и белки, полученные из семян, поврежденных микроорганизмами при самосогревании, становятся токсичными и приобретают не свойственные им вкус, цвет и запах.

Хранение семян при повышенных температурах также способствует повышению интенсивности дыхания семенной массы. Поэтому практический интерес представляет хранение семян в охлажденном состоянии с помощью вентилирования семенной массы воздухом, охлажденным в холодильных установках, или ночным холодным воздухом, которое возможно осенью и зимой в условиях естественного охлаждения. Пассивное и активное охлаждение семян до небольших минусовых температур продувкой холодного воздуха через семенную массу, например понижение температуры семенной массы ниже 10 °С, благотворно влияют на сохранение ее качества даже при непродолжительном хранении семян, влажность которых выше критической. Интенсивность дыхания семенных масс при охлаждении падает, процессы обмена веществ тормозятся. С наступлением теплого сезона и невозможности поддерживать в хранилище низкие температуры влажные семена, хранившиеся в охлажденном состоянии, могут быть сохранены только при дополнительной обработке охлаждением или высушиванием.

Влажные семена можно также сохранить, изолировав их от кислорода атмосферы.

Угнетение жизнедеятельности всех живых компонентов семенной массы — семян, микроорганизмов, насекомых — путем снижения содержания кислорода в окружающей атмосфере осуществляют различными способами.

В низкокислородных газовых средах, например, с повышенным содержанием азота (98—99 %) и низким — кислорода (1—2 %) резко снижается интенсивность дыхания хранящейся семенной массы. Высокое содержание азота в атмосфере, окружающей семена, тормозит развитие гидролитических и окислительных процессов в липидах, в семенах медленнее накапливаются свободные жирные кислоты и продукты их окисления, качество масла дольше сохраняется на исходном уровне, так же как и качество белков семян.

Бескислородная газовая среда может быть самопроизвольно создана при хранении влажных семян, если будет исключен газообмен семенной массы с окружающей средой. В этом случае кислород воздуха межсеменных пространств будет замещен на диоксид углерода тем быстрее, чем выше влажность и температура семенной массы. Правда, семена в результате такого герметического хранения потеряют жизнеспособность (всхожесть), так как в их тканях появится этиловый спирт из-за перехода семян на бескислородное (анаэробное) дыхание, но дальнейшее ухудшение качества семян будет приостановлено и технологическое качество их сохранится. Аналогичное влияние на качество хранящихся семян оказывает вытеснение воздуха межсеменных пространств диоксидом углерода или другими инертными газами.

Необходимым условием для этих способов хранения семян является создание хорошо герметизированных хранилищ. Как правило, таких хранилищ на маслодобывающих заводах пока еще мало.

Требуется специальных типов хранилищ, полностью изолирующих семенную массу от окружающей атмосферы, также способ хранения семян в регулируемых газовых средах (РГС). В основе этого способа лежит хранение семян в азотных газовых средах с низким переменным (регулируемым) содержанием кислорода, отвечающим минимальной интенсивности кислородного (аэробного) дыхания семян. Способ РГС предусматривает непрерывное удаление из семенной массы паров воды и диоксида углерода, выделяемых семенами, и замену их азотом. Сохранение аэробного дыхания семенами исключает потерю ими жизнеспособности, а удаление паров воды ведет к снижению их влажности.

Из химических способов хранения влажных семян наибольшие преимущества имеет способ хранения семян в парах пропионовой кислоты, которая интенсивно сорбируется покровными тканями семян и угнетает жизнедеятельность микроорганизмов. Как правило, под влиянием пропионовой кислоты семена теряют жизнеспособность. Вследствие этого из рассмотренных способов хранения наиболее доступным, широ-

ко применяемым и эффективным способом является хранение семян при влажности ниже критической — хранение в сухом состоянии.

Склады для хранения семян в сухом состоянии не требуют изолирования семян от атмосферы. В зависимости от уровня механизации операций обработки семян они подразделяются: на элеваторы или силосы, механизированные склады с наклонными полами и склады с горизонтальными полами (для хлопковых семян).

Склад элеваторного или силосного типа (рис. 11) является одним из наиболее совершенных по механизации процессов хранилищ для семян. Он состоит из цилиндрических или квадратных в сечении вертикальных железобетонных башен (силосных ячеек), в которых хранятся семена. Система транспортных устройств (ленточных транспортеров), расположенных над силосными ячейками, обеспечивает подачу семян в зависимости от их качества в любую из силосных ячеек. Ленточные транспортеры, расположенные под силосными ячейками, обеспечивают выгрузку семян из любой из них.

Для вертикального подъема семян служат норрии, выгрузка семян из силосных башен осуществляется под действием силы тяжести семян.

Достоинствами хранилищ элеваторного типа являются компактность, полная механизация погрузочно-разгрузочных работ и возможность дистанционного управления всеми процессами в хранилище. Недостатком этих хранилищ является невозможность хранения семян, обладающих плохой сыпучестью, а также с непрочной оболочкой, которая может быть разрушена при загрузке и выгрузке семян из силосной ячейки. Затраты на сооружение хранилищ силосного типа наиболее высоки по сравнению с другими типами.

В механизированных складах для семян (рис. 12) имеются наклонные полы (днища), по которым семена перемещаются под действием силы тяжести, что позволяет выгружать семена без применения ручного труда. Для этого угол наклона пола должен быть $30-45^\circ$ в

зависимости от степени сыпучести семян. Семена загружаются с помощью верхнего транспортера, позволяющего сбрасывать семена в любую из отсеков склада. Достоинствами склада являются полная механизация загрузки и разгрузки и

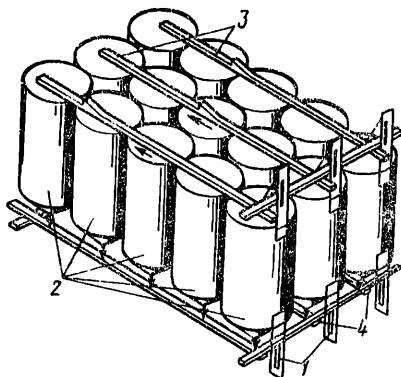


Рис. 11. Элеватор для хранения семян (хранилище силосного типа):

1 — норрии для подъема семян на каждый ряд ячеек; 2 — ячейки элеватора (силосы); 3 — верхние транспортеры; 4 — нижние транспортеры

относительно невысокая по сравнению с элеваторами стоимость сооружения, недостатками — невозможность хранения слеживающихся семян, а также большая площадь для размещения склада достаточной вместимости.

Склады с горизонтальными полами или склады для хлопковых семян полумеханизированные. Склад загружают механизированным способом с помощью стационарного верхнего ленточного транспортера аналогично механизированному складу (см. рис. 12). Но так как плоскость пола склада горизонтальная, то семена выгружают из склада только с помощью передвижных транспортеров, обслуживание которых требует применения ручного труда.

Семена принимают и размещают по складам в зависимости от их качества и в первую очередь от влажности. Семена любой масличной культуры по влажности разделяют на три группы: сырые (влажность выше критической), средней сухости (влажность равна критической) и сухие (влажность ниже критической).

Основным требованием современной технологии послеуборочной обработки является быстрое доведение семян любой влажности и засоренности до влажности и чистоты, обеспечивающих устойчивое хранение.

Очистка от сорных примесей перед хранением предусмотрена для всех масличных семян, кроме хлопчатника. Хлопковые семена в основной массе поступают на масло-жировые предприятия после обработки на хлопкоочистительных предприятиях. Все другие семена подвергаются первичной очистке. После этого сухие семена направляют на

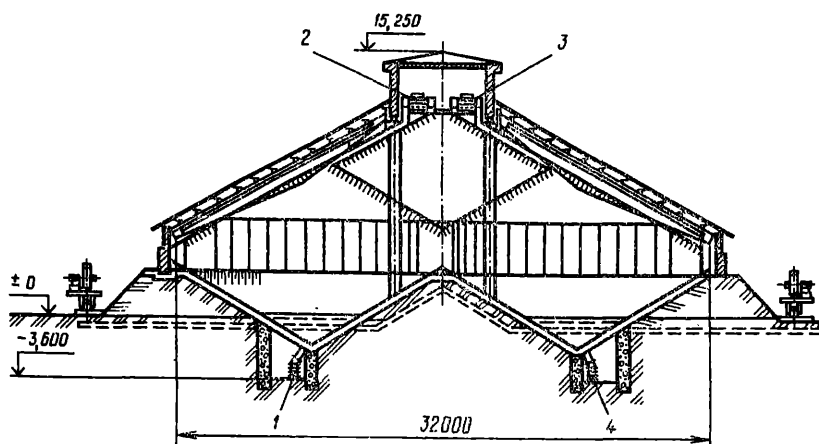


Рис. 12. Механизированный склад для семян:

1, 4 — нижние транспортеры; 2, 3 — верхние транспортеры

хранение или технологическую переработку, а сырые и средней сухости должны быть подвергнуты немедленной сушке до влажности ниже критической (на 0,2—0,5 %).

Если же мощность сушилок недостаточна для высушивания всех принимаемых сырых и средней сухости семян, то такие семена необходимо направлять для временного хранения (консервирования) в склады, оборудованные установками для активного вентилирования, для создания регулируемых газовых сред, для герметического хранения, хранения в парах пропионовой кислоты или других низкомолекулярных органических кислот, или в склады, оборудованные установками для охлаждения семян. Как правило, после такого временного хранения семена необходимо сушить, а затем только направлять на переработку или хранить в хранилищах обычного типа.

На основании опыта работы некоторых масло-жировых предприятий были разработаны рекомендации фракционирования семян перед хранением по размерам. В этом случае после высушивания семена разделяют на мелкую и крупную фракции. Мелкая фракция, состоящая преимущественно из недозрелых и щуплых семян, хранится менее устойчиво по сравнению с крупными дозревшими семенами. Поэтому семена мелкой фракции целесообразно хранить в складах, оборудованных установками для активного вентилирования, — продувка недозрелых семян атмосферным воздухом приводит к ускорению их дозревания.

Фракционирование семян по линейным размерам на мелкую и крупную фракции желательна не только при хранении семян, но и для создания устойчивой работы оборудования подготовительных цехов, прежде всего при операциях разрушения плодовых и семенных оболочек семян и разделения полученной смеси (рушанки) на оболочку и ядро.

К сожалению, на масло-жировых предприятиях невозможно осуществить раздельную переработку мелких и крупных семян без полной перестройки технологических схем сырьевого отдела завода.

От каждой поступающей партии семян отбирают пробу для лабораторного анализа. На основе результатов лабораторного анализа определяют объем и последовательность подготовительных операций, которым должна быть подвергнута поступающая партия семян перед хранением.

ОЧИСТКА СЕМЯН ОТ ПРИМЕСЕЙ

Семенная масса, поступающая на хранение и переработку, представляет собой неоднородную смесь, состоящую из семян и некоторого количества посторонних примесей, которые попадают в семена при уборке, временном хранении в поле и транспортировании.

Сорные примеси делятся на органические (стебли растений, листья, оболочки семян), минеральные (земля, камни, песок), масличные (частично поврежденные или проросшие семена основной масличной культуры). Классификация сорных примесей для каждой масличной культуры определена государственным стандартом.

Примеси осложняют хранение и переработку семян, поэтому семена необходимо очищать. Примеси занимают полезный объем хранилищ, снижают производительность технологического оборудования. Являясь источником микроорганизмов в семенной массе, они способствуют самосогреванию семян. Влажность органических примесей, как правило, более высокая, чем влажность семян. Это приводит к увлажнению, а затем к порче семян. Некоторые из примесей придают маслу несвойственную окраску, снижают пищевую ценность масел. Миперацидные примеси приводят к преждевременному износу рабочих органов машин, а также снижают пищевую и кормовую ценность шротов.

На маслодобывающих заводах в основном применяют следующие методы очистки семян, используя какой-либо один из них или комбинируя один с другим:

разделение сора и семян по геометрическим размерам путем просеивания через сито с отверстиями разных размеров и формы;

разделение сора и семян по аэродинамическим свойствам путем продувки слоя семян воздухом;

разделение сора (металлопримесей) и семян по ферромагнитным свойствам.

Наиболее широко используют разделение масличных семян и сора путем просеивания на ситах. С этой целью в большинстве случаев используют штампованные сита, как правило, с круглыми отверстиями, хотя применяются и сита с прямоугольными отверстиями. При просеивании через сито разделяемая смесь делится на две фракции. Часть смеси, проходящая через отверстия сита, называется *проходом*, а часть, оставшаяся на сите, — *сходом*.

Для перемещения просеиваемого материала по плоской ситовой поверхности сита устанавливают с уклоном по отношению к горизонтальной плоскости на $10-15^\circ$ и для ускорения движения семян сити придают возвратно-поступательное, круговое или вибрационное движение. Цилиндрические или барабанные сита могут иметь вращательное движение вдоль горизонтальной оси или вдоль вертикальной оси барабана. В последнем случае перемещение семян происходит под действием центробежных сил.

Применяя очистку масличных семян на последовательно работающих ситах с отверстиями разных размеров, можно отделить примеси как более крупные, так и более мелкие, чем семена.

Примером машины, очищающей семена от примесей только путем разделения их по геометрическим размерам, является барабанный сепаратор А1-БЗО, предназначенный для предварительной очистки се-

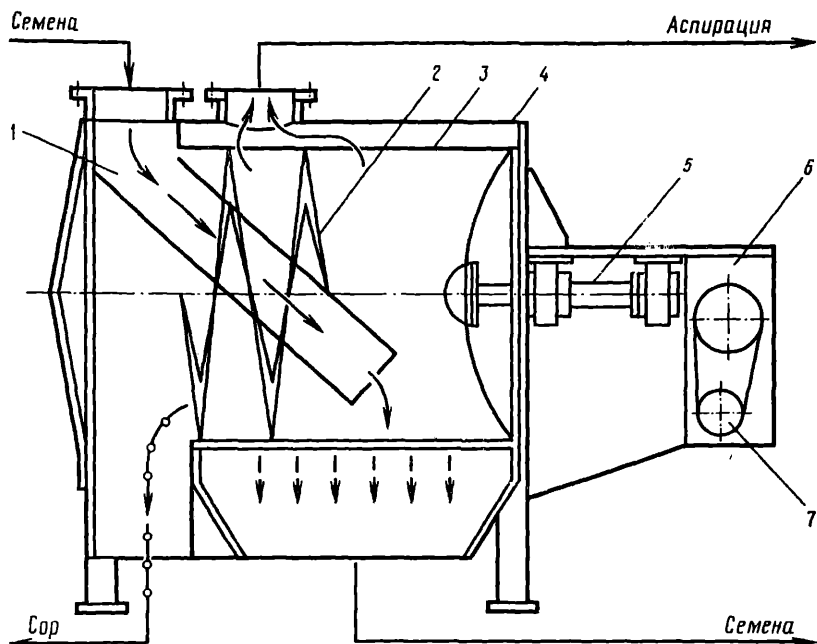


Рис. 13. Барабанный сепаратор А1-Б30 (скальператор) :

1 — течка-лоток; 2 — спираль; 3 — горизонтальное цилиндрическое сито; 4 — корпус; 5 — приводной вал; 6 — редуктор; 7 — электродвигатель

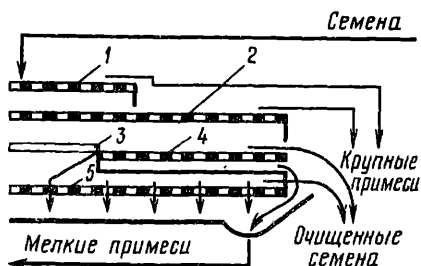
мян подсолнечника от грубых крупных примесей. Сепаратор (рис. 13) состоит из питателя (течки-лотка), корпуса, горизонтального цилиндрического сита с винтовой лопастью внутри и привода. Корпус сепаратора выполнен из листовой стали, внутри которого расположено цилиндрическое сито, имеющее приемную часть с отверстиями 25×25 мм и сходовую часть с отверстиями диаметром 20 мм. К внутренней поверхности сходовой части сита приварена винтовая лопасть. Для очистки отверстий сита от застрявшего сора вдоль образующей цилиндрического сита установлена щетка с эластичными прутками.

Очищенные семена поступают через приемный патрубок по лотку внутри приемной части цилиндрического сита. Пройдя сквозь отверстия сита, очищенные семена по выпускному патрубку выводятся из машины. Примеси перемещаются по ситовой поверхности винтовой лопастью, дополнительно освобождаясь от семян, и затем сбрасываются в выводной патрубок для сора.

Производительность сепаратора А1-Б30 при очистке семян подсолнечника влажностью 8 % составляет 20 т/ч. Цилиндрическое сито

Рис. 14. Схема работы сепаратора типа ЗС для очистки семян:

1 — приемное сито; 2 — сортировочное сито; 3 — делитель; 4 — укороченное подсевное сито; 5 — нижнее подсевное сито



имеет диаметр 950 мм, длину 1076 мм, частоту вращения сита 21 об/мин.

Отделение от масличных семян не только крупных примесей, но и примесей, более мелких, чем семена, достигается с помощью ситовых сепараторов типа ЗС (ЗС-5, ЗСП-5 и ЗС-10*) (рис. 14). Очищаемые семена поступают в приемную коробку и оттуда на приемное сито 1. Приемное сито служит для отделения наиболее крупных примесей, которые затем выводятся из машины. Семена проходят сквозь приемное сито и попадают на сортировочное сито 2, где дополнительно снимаются крупные примеси. Пройдя сквозь первые участки сортировочного сита, семена поступают на делитель щелевого типа 3, который разделяет их на два потока. Одна треть семян (общего потока) поступает на верхнее укороченное подсевное сито 4, а две трети — на нижнее подсевное сито 5. Сходом с подсевных сит являются очищенные семена, проходом — мелкие органические и минеральные примеси, выводимые из машины. Сита совершают 500 колебаний в минуту параллельно направлению движения семян. Амплитуда колебаний 7 мм.

Недостатком очистительных машин, работающих по принципу разделения семян от сорных примесей только по геометрическим размерам, является невозможность выделения сорных примесей, равных по размерам масличным семенам. Этому недостатка лишены машины, очищающие семена от сорных примесей по аэродинамическим свойствам. Этим способом удается отделить примеси более легкие и более тяжелые, чем семена.

На этом принципе основана работа пневматических аппаратов типа ЗПА (рис. 15). Очищаемые семена с помощью воздушного потока, создаваемого вентилятором, который располагается рядом с машиной,

* Цифры в названии машины указывают ее производительность (в т/ч) при переработке семян или зерна, имеющих относительно высокую насыпную массу (массу единицы объема семенной массы), равную 760–800 кг/м³. При переработке масличных семян, имеющих меньшую насыпную массу, производительность машины снижается пропорционально.

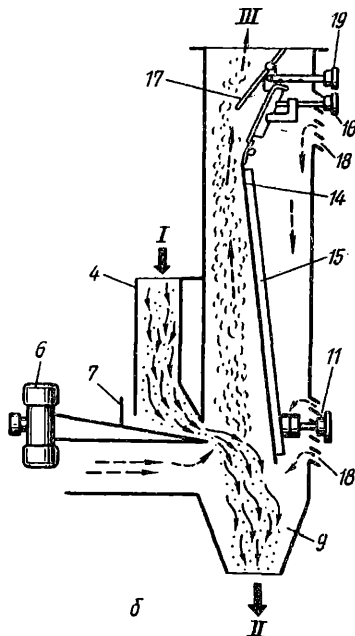
Семена с воздухом	Очищенные семена	Легкие примеси (сор)
----------------------	---------------------	-------------------------

а – схема устройства: 1 – корпус; 2 – приемный патрубок; 3 – отверстие для аспирации; 4 – приемная камера; 5 – подвеска; 6 – вибратор; 7 – виброток; 8 – станина; 9 – выпускной конус; 10 – ограничитель хода; 11, 16, 19 – штурвалы; 12 – пружина; 13 – окно; 14 – пневмосепарирующий канал; 15 – подвижная стенка; 17 – дроссельная заслонка; 18 – жалюзи; б – технологическая схема: I – семена до очистки; II – семена после очистки; III – воздух с легкими примесями, поступающий в систему очистки воздуха

с л
СИСТ

19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

a



подаются через приемный патрубок 1 аспиратора на наклонный скат 2 и, накапливаясь на нем, собственной массой давят на заслонку 3. Тонкий слой падающих под действием собственной массы семян продувается воздухом, который уносит примеси более легкие, чем семена. После этого очищенные семена выводятся из машины через шлюзовые затворы 4.

Аналогичным образом работает воздушный пневматический сепаратор РЗ-БАБ (рис. 16). Семена поступают в приемную камеру 4, затем на вибрототок 7. Под влиянием вибрации семена, находящиеся на вибрототке, расслаиваются, примеси, более легкие, чем семена, всплывают в верхний слой и затем попадают в зону действия потока воздуха. Необходимо следить, чтобы слой семян, выходящий из вибрототка, был практически горизонтальным — это необходимо для уноса легких примесей воздухом. Регулирование горизонтальности слоя семян достигается, изменяя положение нижней части подвижной стенки 15. Поток воздуха, проходящий над лотком, объединяется с воздухом, пронизывающим слой семян и поступающим через жалюзи 18 задней стенки сепаратора. Легкие примеси поднимаются по пневмоканалу вместе с воздухом и уносятся в аспирационную систему, а очищенные семена выводятся из машины.

Производительность сепаратора РЗ-БАБ по семенам подсолнечника при влажности 8 % и засоренности 3 % составляет 10 т/ч. Частота колебаний вибрототка 1420 кол/мин, расход воздуха 4800 м³/ч.

Для предварительной очистки влажных, сильно засоренных масличных семян применяют также зерноочистительные аспираторы типа МПО-50, в котором сорные примеси отделяют, используя аэродинамический принцип воздействия. Аналогичное устройство и назначение имеют аспираторы (тарары) фирмы "Бюлер" (рис. 17).

По моделям фирмы "Бюлер" в нашей стране изготовлен камнеотборник РЗ-БКТ, использующий пневмовибрационный способ разделения семян и сорных примесей (рис. 18). Он состоит из приемного

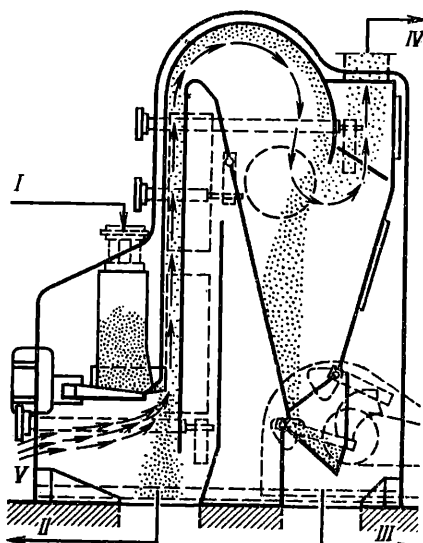


Рис. 17. Схема работы аспиратора фирмы "Бюлер":

I — поступление неочищенных семян;
II — выход очищенных семян; *III* —
 выход легких примесей; *IV* — выход
 воздуха на обеспыливание; *V* — поступ-
 ление воздуха в аспиратор

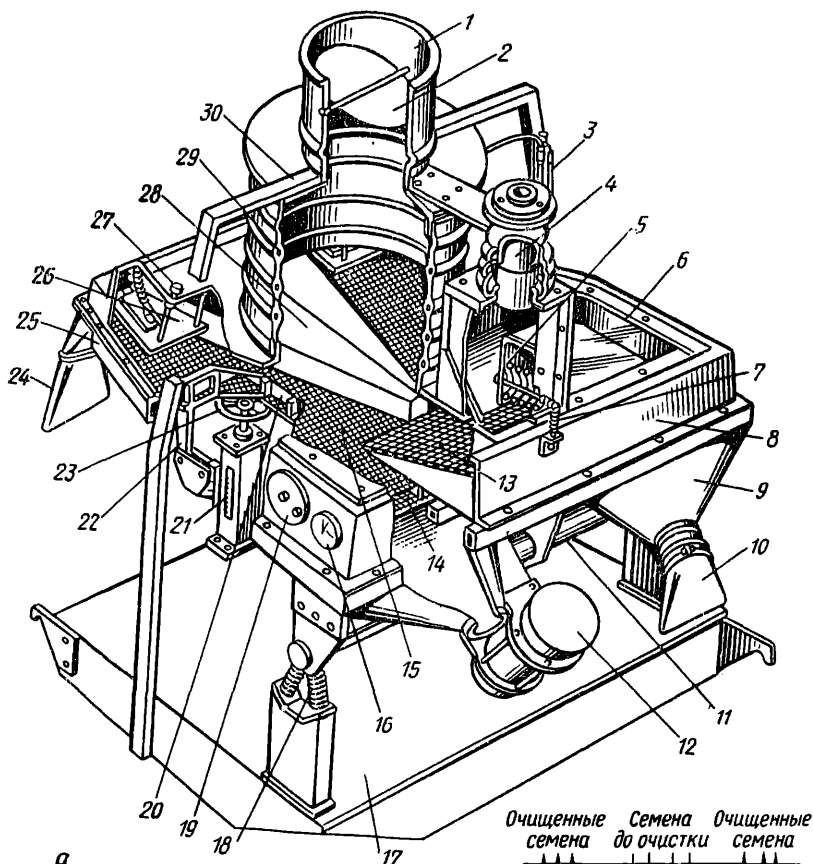


Рис. 18. Камнеотборник РЗ-БКТ:

а — схема устройства: 1 — аспирационный патрубок; 2 — заслонка дроссельная; 3 — манометр; 4 — питатель; 5 — приемник; 6 — крышка вибродстола; 7 — пружина; 8 — корпус вибродстола; 9 — патрубок выпускной; 10, 24 — рукава резиновые; 11 — вал; 12 — вибратор; 13 — распределитель семян; 14 — воздуховыравнивающее днище; 15 — сортирующая поверхность; 16 — регулировочный диск; 17 — опорная плита; 18 — пружина-амортизатор; 19 — окно; 20 — рама; 21 — шкала; 22 — стойка вибродстола; 23 — штурвал; 25 — несущая рама; 26 — пластина; 27 — регулировочный винт; 28 — делитель; 29 — аспирационный рукав; 30 — стойка станины; *б* — схема перемещения семян и минеральных примесей по ситовым поверхностям камнеотборника: 1 — сетчатая поверхность; 2 — рама; 3 — воздухораспределительный лист

устройства — питателя 4 и приемника 5; вибростола с декой, заключенной в корпус 8, прикрепленный к опорной плите 17 с помощью трех опор, две из которых опираются на пружины-амортизаторы 18, третья — шарнирная стойка 22 со штурвалом 23 и шкалой 21 для регулирования наклона несущей рамы 25 вибростола; деки, установленной в корпусе вибростола 8 и состоящей из рамы 20, сортирующей поверхности 15, выполненной из проволоки диаметром 1 мм и ячейками 1,5X1,5 мм; снизу ситовая поверхность разделена перегородками на прямоугольные участки размерами 55X 58 мм. Снизу крепится воздуховывравнивающее днище 14 с отверстиями диаметром 3,2 мм для выравнивания потока воздуха, засасываемого вентилятором, установленным отдельно от машины. Колебательные движения вибростола сообщает вибратор 12 — электродвигатель, на двух свободных концах его вала 11 закреплены неуравновешенные грузы, изменяя положение которых с помощью диска 16 можно изменять амплитуду колебаний.

Примеси из машины выходят через резиновые рукава 10, очищенные семена — через рукава 24 и выпускной патрубок 9; запыленный воздух — через аспирационный рукав 29 и аспирационный патрубок 1 с заслонкой 2.

Камнеотборник работает под вакуумом, в крышке вибростола 6 имеется штуцер для манометра 3.

В машине можно регулировать угол наклона деки, амплитуду колебаний, их направленность в осевом и радиальном направлениях и скорость воздушного потока.

Семена, поступающие в камнеотборник РЗ-БКТ, из приемного устройства попадают на сетчатую поверхность распределителя 13, а затем на сетку деки, где они делятся на два равных потока делителем 28. После этого потоки семян под действием колебательных движений и восходящего воздушного потока, проходящего сквозь отверстия сетки, разрыхляются и делятся на фракции, различающиеся по относительной плотности и коэффициенту трения по поверхности сетки. Минеральные примеси, имеющие большую плотность и сцепление с сеткой, опускаются на поверхность сетки деки и (в нижнем слое) движутся по ситовой поверхности вверх против наклона деки. Семена и легкие примеси "всплывают" в слое и под действием собственной массы движутся в сторону опущенного края деки. Затем они через резиновые клапаны выводятся из машины.

Минеральные примеси вместе с небольшим количеством увлеченных ими семян поступают в конечную зону разделения в верхней части деки. Здесь слой минеральных примесей увеличивается, оставшиеся семена всплывают на поверхность и скатываются вниз, а минеральные примеси, отделившиеся от семян, через выходные патрубки с резиновыми клапанами удаляются. Легкие примеси уносятся воздухом в аспирационную систему.

Производительность камнеотборника при очистке семян подсолнечника 1 т/ч. Частота колебаний 940 кол/мин, амплитуда колебаний 4—5 мм, расход воздуха 4800 м³/ч, разрежение в рабочей камере машины 750 Па.

В семенной массе часто присутствуют металлопримеси, прежде всего ферромагнитные (железо, сталь, чугун). Они попадают в семена до поступления на завод и в процессе технологической переработки в результате износа или поломок транспортного или технологического оборудования. Для отделения металлопримесей используют ферромагнитную очистку семян на электромагнитных сепараторах (рис. 19). На электромагнитный барабан 1 с помощью лотка подаются распределенные тонким слоем семена. Внутри полого вращающегося барабана, выполненного из немагнитного сплава (латунь), установлен электромагнит 2, создающий направленное магнитное поле.

При прохождении семян через магнитное поле ферромагнитные примеси притягиваются и движутся вместе с вращающимся немагнитным барабаном до тех пор, пока на границе магнитного поля сила тяги не превысит силы магнитного поля.

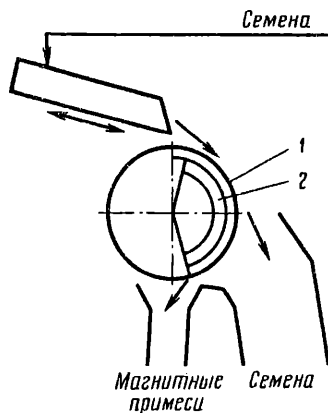


Рис. 19. Схема работы электромагнитного сепаратора:

1 — электромагнитный барабан;
2 — электромагнит

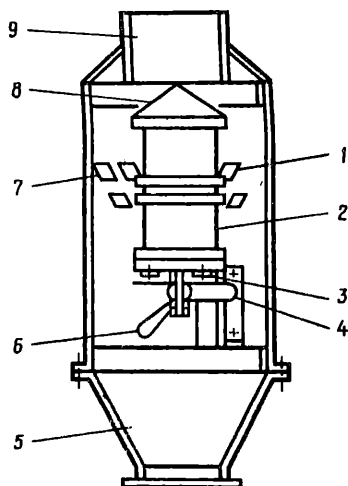


Рис. 20. Магнитный сепаратор У1-БММ:

1 — козырьки; 2 — блок магнитов;
3 — шариковая опора; 4 — подставка;
5 — выпускной конус;
6 — ручки; 7 — корпус; 8 — конусный
рассекатель; 9 — приемный
патрубок

Для ферромагнитной очистки семян можно применять постоянные магниты, но у них есть существенные недостатки: необходимость периодического ручного удаления задержанных магнитом примесей и периодического намагничивания из-за снижения удерживающей способности магнита во времени.

Несмотря на это, в промышленности применяют постоянные магнитные сепараторы различных типов У1-БМЗ, У1-БМП и У1-БММ, отличающиеся по числу магнитов, производительности и габаритам.

Магнитный сепаратор У1-БММ (рис. 20) представляет собой вертикальный полый цилиндр, по оси которого установлена магнитная колонка, состоящая из двух магнитных блоков. Каждый блок содержит семь постоянных кольцевых магнитов. Блоки разделены между собой диском из немагнитного материала. Корпус сепаратора имеет герметически закрывающуюся дверцу для выведения магнитной колонки из корпуса при очистке от металлопримесей. Масличные семена поступают через приемный патрубок 9 и с помощью конусного рассекателя 8 направляются в кольцевой вертикальный канал между корпусом сепаратора и блоками магнитов 2. Блок магнитов установлен на подставке 4, имеющей шарнирную опору и позволяющей выводить магнитную колонку из корпуса сепаратора. К внутренней поверхности корпуса приварены козырьки 1, расположенные в шахматном порядке. Они служат для направления семян на поверхность магнитов.

Производительность магнитного сепаратора У1-БММ 8 т/ч.

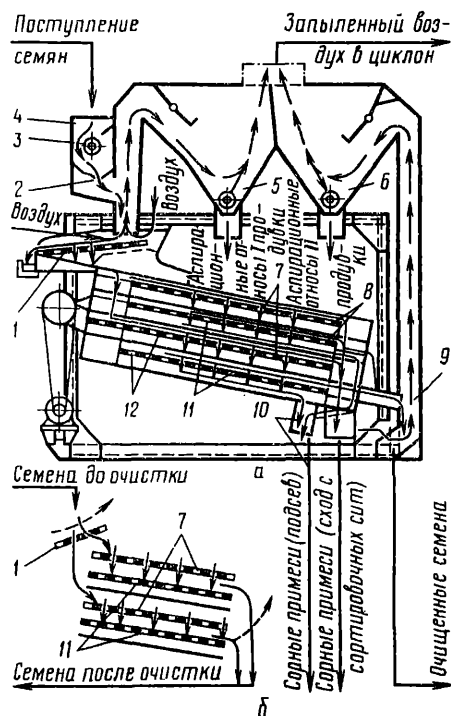
Наиболее распространены в промышленности машины, сочетающие в одной конструкции несколько методов разделения семян и сорных примесей. Для очистки многих масличных семян широко применяются воздушно-ситовые сепараторы различных типов.

Наиболее распространенные из них — сепараторы типа ЗСМ, а также сепараторы типа А1-БИС и А1-БЛС, имеющие два ряда сит для разделения семян и сорных примесей по линейным размерам и пневмоканалы для разделения их по аэродинамическим свойствам. Как правило, очищенные семена на выходе из сепараторов указанных типов проходят между полюсами постоянных магнитов для освобождения от ферромагнитных примесей.

На воздушно-ситовых сепараторах ЗСМ (рис. 21) отделение сорных примесей по размерам осуществляется на ситовых поверхностях, расположенных и работающих по типу уже рассмотренного сепаратора ЗС. Для отделения более легких примесей, чем семена, предусмотрено двукратное продувание воздухом семян, поступающих в сепаратор и выходящих из него. Примеси, увлекаемые воздушным потоком, осаждаются в воздушных конусах (камерах). На выходе из сепаратора семена проходят между полюсами магнитов, отделяющих ферромагнитные примеси.

Сепаратор А1-БИС-100 (рис. 22) состоит из закрытого ситового кузова, подвешенного на упругих подвесках, и блока параллельно ра-

ботающих секций, в каждой из которых в два яруса установлены ситовые рамки. Ситовые рамки разделены продольными и поперечными брусками на ячейки, в каждой из которых находятся два резиновых шарика диаметром 35 мм, очищающих сита от застрявших сорных примесей. К нижним плоскостям ситовых рамок прикреплены сетчатые



поддоны. На передней стенке ситового кузова установлен приводной двигатель, который приводит во вращение шкив с дебалансным грузом. Так ситовому кузову сообщается круговое поступательное движение. На выходе из ситового кузова очищенных семян установлены аспирационные патрубки, соединенные с патрубками станины матерчатыми рукавами.

Рис. 21. Воздушно-ситовой сепаратор ЗСМ-50:

а — схема устройства; *б* — схема движения семян по ситам: 1 — приемное сито; 2 — аспирационный канал первой продувки; 3 — питательный шнек; 4 — приемная камера; 5, 6 — осадочные камеры для осаждения легких примесей, уносимых воздухом; 7 — сортировочные сита; 8 — верхние ситовые кузова; 9 — аспирационный канал второй продувки; 10 — лоток подсева; 11 — подсевные сита; 12 — нижние ситовые кузова

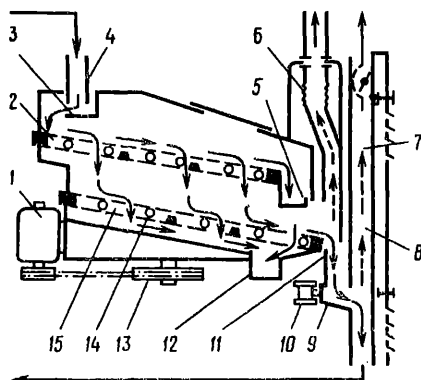


Рис. 22. Воздушно-ситовой сепаратор А1-БИС-100:

1 — электродвигатель; 2 — сортировочное сито; 3 — распределительное днище; 4 — приемный патрубок; 5, 12 — лотки; 6 — патрубок; 7 — пневмосепарирующий канал; 8 — подвижная стенка; 9 — вибrolоток; 10 — вибратор; 11 — питающая коробка; 13 — дебалансный шкив; 14 — шары; 15 — подсевное сито

Крупные и мелкие сорные примеси выводятся через индивидуальные лотки на две стороны сепаратора. Семена поступают в сепаратор А1-БИС-100 через приемный патрубок 4 на распределительное днище 3, а затем на сортировочное сито 2. Сходом с этого сита идут крупные примеси, которые выводятся по лотку 5, а проходом — семена и мелкие примеси. Проход поступает на подсевное сито 15, где сходом идут семена и примеси, одинаковые с ними по размерам; мелкие примеси идут проходом и выводятся по лотку 12. Сход с подсевного сита поступает в питающую коробку 11, а затем на вибrolоток 9, по которому семена и примеси поступают в пневмосепарирующий канал 7. Легкие примеси уносятся воздухом в аспирационную систему. Вибролоток приводится в движение вибратором и поэтому семена поступают в пневмосепарирующий канал равномерным слоем, на поверхности которого располагаются примеси более легкие, чем семена. Стенка 8 пневмосепарирующего канала подвижная, что позволяет, меняя сечение пневмоканала, регулировать скорость воздуха в канале.

Производительность сепаратора А1-БИС-100 при очистке семян подсолнечника с засоренностью до 3 % и влажностью 8 % составляет 20 т/ч. Частота круговых колебаний ситового кузова 360 мин^{-1} , радиус колебаний 9 мм. Сортировальное сито имеет отверстия диаметром 12 и 14 мм, подсевное сито — 3 мм. Наклон сит к горизонту — 7 и 8° соответственно. Расход воздуха на аспирацию и пневмосепарирование $4000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Виброцентробежный сепаратор А1-БЦС-100 (рис. 23, а) и его модификации предназначены для замены сепараторов типа ЗСМ на первичной очистке поступающих на хранение семян.

Сепаратор А1-БЦС-100 (рис. 23, б) состоит из четырех унифицированных семяочистительных блоков, каждый из которых может работать автономно. Каждая пара блоков соединена общим воздухопроводом для запыленного воздуха и общим сборником для сорных примесей более легких и более мелких, чем семена. Примеси более крупные, чем семена, отделяются от семян в два приема и выводятся отдельно.

Очищаемые семена, предварительно пройдя через нормализатор, цель которого улавливать случайные крупные примеси, попадают через дозатор 12 (см. рис. 23, а) на вращающийся разбрасыватель 11, а оттуда в кольцевой пневмосепарирующий канал. Здесь под действием воздушного потока, создаваемого вентилятором, от семян отделяются легкие примеси. Они осаждаются из воздушного потока в отстойнике 1 и поступают в сборник для мелкого сора. Запыленный воздух направляется из отстойника в циклон, а затем в атмосферу. После пневмосепарирующего канала семена по конусу 10 направляются на второй вращающийся разбрасыватель и с его помощью равномерным потоком попадают на внутреннюю поверхность цилиндрического сита 9, вращающегося вокруг вертикальной оси с частотой вращения 107 об/мин и со-

вершающего колебательные движения вдоль вертикальной оси с частотой 13 с^{-1} и амплитудой 6 мм.

За счет центробежных сил, возникающих при вращении цилиндрического сита (окружная скорость сита 4 м/с), очищаемые семена прижимаются к внутренней поверхности сита. За счет собственной массы и колебательных движений сита семена перемещаются по спирали сверху вниз. Цилиндрическая ситовая поверхность собрана из трех видов сит. Верхнее сито имеет самые мелкие отверстия, сквозь которые проходят только очень мелкие примеси, среднее сито имеет более крупные отверстия, сквозь которые проходят более крупные примеси, но семена идут сходом. Нижнее сито имеет отверстия, через которые семена идут проходом, а крупный сор — сходом.

Очистка сит ведется цилиндрическими очистителями 3 и 7, уста-

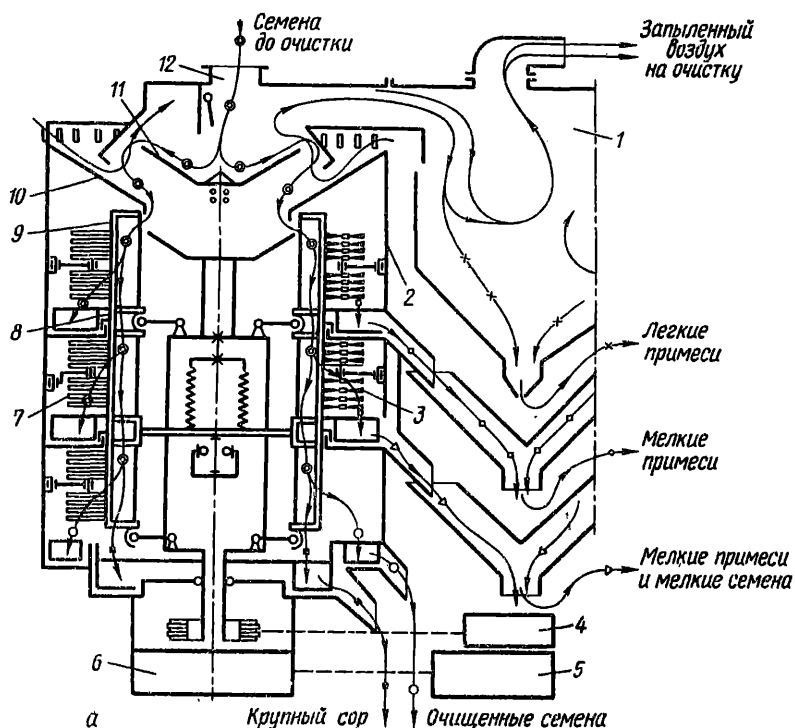


Рис. 23. Виброцентробежный сепаратор А1-БЦС-100:

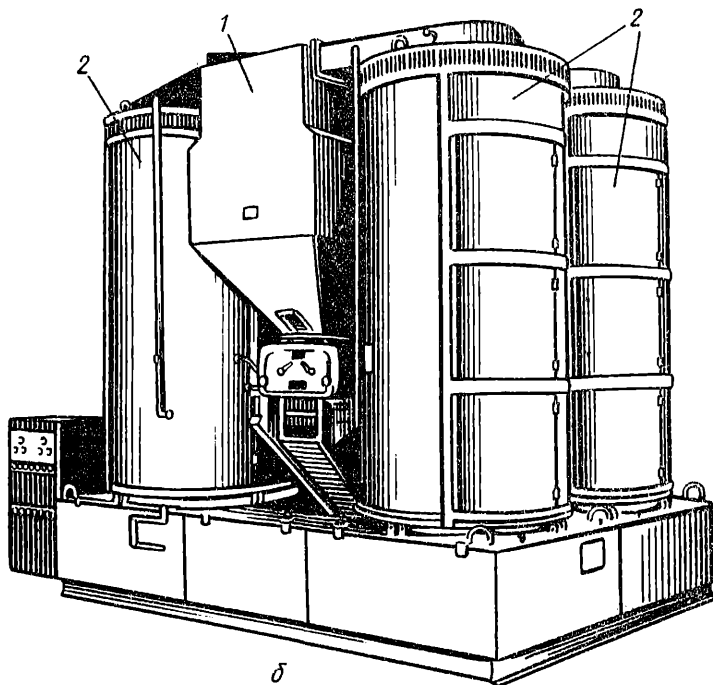
а — технологическая схема семяочистительного блока: 1 — отстойник для запыленного воздуха; 2 — кожух семяочистительного блока; 3 — щетинистые щетки;

новленными на кожухе семяочистительного блока, рабочими элементами которого являются дисковые и щетинистые щетки.

Очищенные семена, а также сорные примеси, отделяемые от семян на ситовых поверхностях цилиндрического сита, собираются тремя лопатками, установленными на границах верхнего, среднего и нижнего сита, и выводятся из машины.

При очистке семян подсолнечника с помощью виброцентробежных сепараторов не исключена возможность частичного разрушения плодовой оболочки семян, опасность которой возрастает при очистке семян с низкой влажностью.

Производительность сепаратора А1-БЦС-100 при работе на семенах подсолнечника влажностью 8–14 % и засоренностью до 10 % составляет 24–28 т/ч. Как показали производственные испытания сепаратора, эффективность очистки семян (по степени отделения сорной примеси) не превышает 75 %. Кроме того, при работе сепаратора происходит боль-



4 – привод вращения цилиндрического сита; 5 – привод вибратора; 6 – вибратор; 7 – дисковые щетки; 8 – ситовая поверхность; 9 – цилиндрическое сито; 10 – конус; 11 – разбрасыватель; 12 – дозатор; б – общий вид сепаратора в сборе из четырех блоков

шая потеря семян, уходящих вместе с крупным сором. Поэтому наиболее целесообразно использовать этот сепаратор как промежуточный, так как только одна из фракций (легкие и мелкие примеси) может быть направлена после сепаратора в отходы, две другие фракции после сепаратора должны быть подвергнуты дополнительной обработке для исключения потерь семян.

Эффективность работы очистительных машин для семян зависит от следующих условий.

Поступление очищаемых семян в машину должно быть равномерным и не превышать количество, предусмотренное в паспорте машины. Недопустимы недогрузка и перегрузка машины, при перегрузке отделение сора будет невысоким, а при недогрузке возможно попадание семян в сор (при аэродинамическом разделении). Толщина слоя семян на ситах машин не должна превышать 15 мм.

Сита, установленные в машинах, должны быть подобраны соответственно размерам наиболее типичных сорных примесей и очищаемых семян. При правильном подборе сит семена, идущие через сито проходом, должны покрывать $\frac{2}{3}$ общей рабочей длины сита.

Наклон сит должен обеспечивать равные скорости прохода семян сквозь сито и схода с сита. Поэтому плоские сита с мелкими отверстиями, по которым семена идут сходом, как правило, устанавливаются с несколько большим уклоном.

Поверхность сит необходимо поддерживать в хорошем техническом состоянии (без вмятин, разрывов), систематически очищать от сора, регулируя работу механических щеток, или очищать вручную.

Регулирование скорости воздушных потоков необходимо осуществлять так, чтобы с легким сором не уносились очищенные семена и одновременно в тяжелом соре также не было бы семян.

Сборники для пыли и сорных примесей, осадочные аспирационные конусы и отстойники для пыли следует систематически освобождать от сора.

При переработке подсолнечных семян высокомасличных сортов по перспективной технологии очистку семян от посторонних примесей рекомендуется совмещать с разделением семян на две фракции по размерам, хотя по техническим причинам такая технология пока не применяется. Фракционирование семян по размерам (калибрование) позволяет улучшить хранение семян, так как мелкие семена, как правило, менее созревшие к моменту уборки, хранятся хуже и содержат масло более низкого качества, чем крупные, полностью созревшие семена, поэтому, перерабатывая отдельно мелкие и крупные семена, можно получить большее количество масла высшего сорта. Предложены технологические схемы переработки мелких семян подсолнечника по более упрощенной технологии, исключающей их обрушивание и отделение плодовой оболочки, что не только целесообразно с экономической точки зрения (экономия электроэнергии и оборудования),

но и также способствует получению масла и белка высшего качества из-за меньшей лузжистости ядра, которое можно получить из крупной фракции семян. Кроме того, фракционирование семян по размерам в любой технологии для любых семян позволяет более точно и надежно отрегулировать режим работы машин для разрушения оболочек семян и в дальнейшем более полно отделить оболочку от ядра.

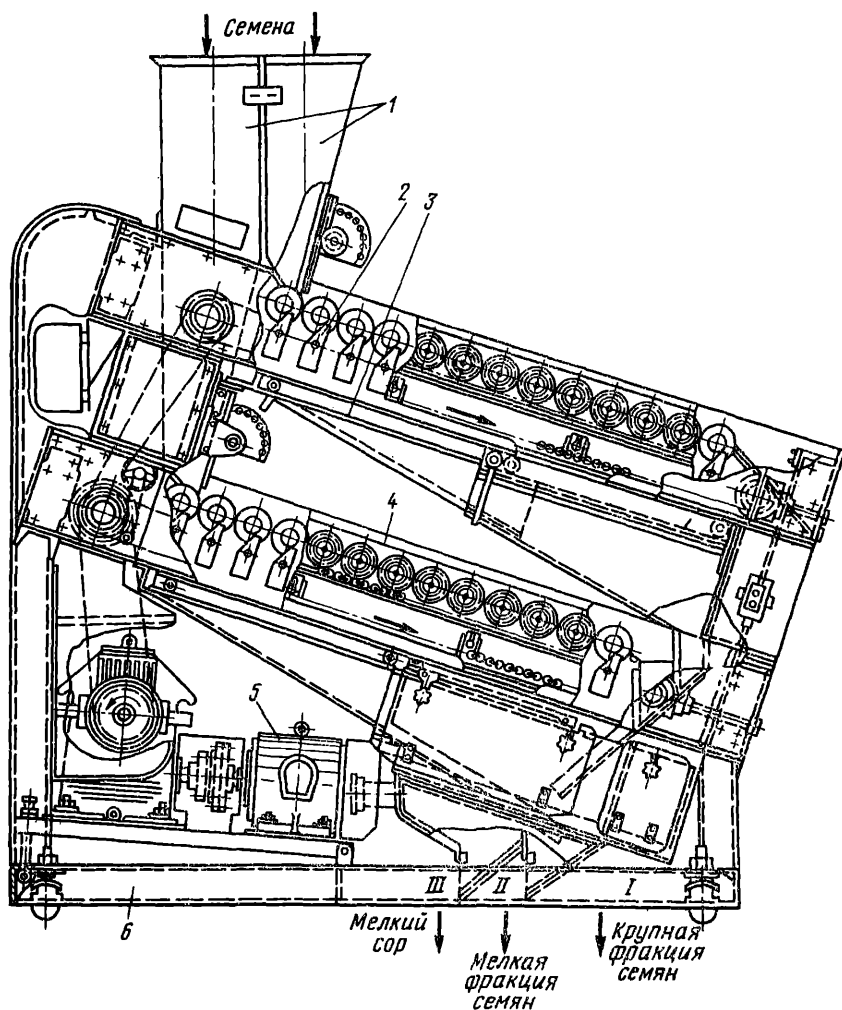


Рис. 24. Схема калибровочной машины А1-МКД:

1 – питатель; 2 – ножи; 3, 4 – калибровочные поверхности; 5 – электродвигатель; 6 – рама

Для калибрования подсолнечных семян разработана дисковая калибровочная машина А1-МКД (рис. 24). Машина состоит из приемного бункера с питателем 1, двух параллельно работающих калибровочных поверхностей 3 и 4, закрепленных на общей раме 6. Привод машины осуществляется от электродвигателя 5. Каждая калибровочная поверхность состоит из тринадцати стальных валов с выточенными на них дисками. Расстояние между смежными дисками 3 мм, диаметр одного из них 98 мм, второго — 100 мм, угол наклона калибровочных поверхностей 21° , скорость вращения дисковых валов 118–154 об/мин. Для удаления семян, застрявших между дисками, снизу установлены ножи 2. Междисковое пространство перекрыто эластичным переходом из резины. Аспирационное устройство машины позволяет дополнительно отделять от семян мелкий сор.

Семена из приемного бункера поступают на калибровочную поверхность. Толщина слоя семян регулируется питателем. Вследствие вращения дисковых валов семена продвигаются по наклонной поверхности. Семена толщиной менее 3 мм проваливаются между дисками и попадают в аспирационную камеру. Семена толщиной более 3 мм сходят по калибровочной поверхности и выводятся из машины (крупная фракция I). Мелкие семена и мелкий сор в аспирационной камере разделяются воздушным потоком, создаваемым вентилятором. Мелкая фракция семян II и мелкий сор III выводятся отдельно. Производительность машины 200 т/сут. В результате калибрования семенная масса разделяется в соотношении: фракция мелких семян — 20–30 % и фракция крупных — 70–80 %.

Принципиальная возможность калибрования семян подсолнечника по линейным размерам заложена в технологической схеме очистки семян подсолнечника производительностью 500 т/сут, разработанной НПО "Масложирпром" (рис. 25).

Принимаемые подсолнечные семена после взвешивания поступают на барабанный сепаратор А1-БЗО, где от семян отделяется крупный, случайно попавший в семенную массу сор. Диаметр ячеек сита подбирается в каждом конкретном случае и колеблется в пределах 18–25 мм. Далее семена поступают на четыре барабана сепаратора А1-БЦС-100, где происходит последовательная очистка семян от пыли и мелких частиц на первых двух секциях барабанов сепаратора, на последней секции установлено сито с диаметром ячеек 10–12 мм. Здесь происходит концентрация крупных частиц сора в небольшой массе семян. В результате обработки семенной массы на сепараторе А1-БЦС-100 она делится на фракцию крупных семян, идущую сходом с нижнего яруса сит с диаметром отверстий 10–12 мм, и фракцию мелких семян, идущих проходом через это сито. Так как фракции крупных и мелких семян содержат сорные примеси, размеры которых соизмеримы с размерами семян фракций, то и мелкая и крупные фракции направляются на повторную очистку.

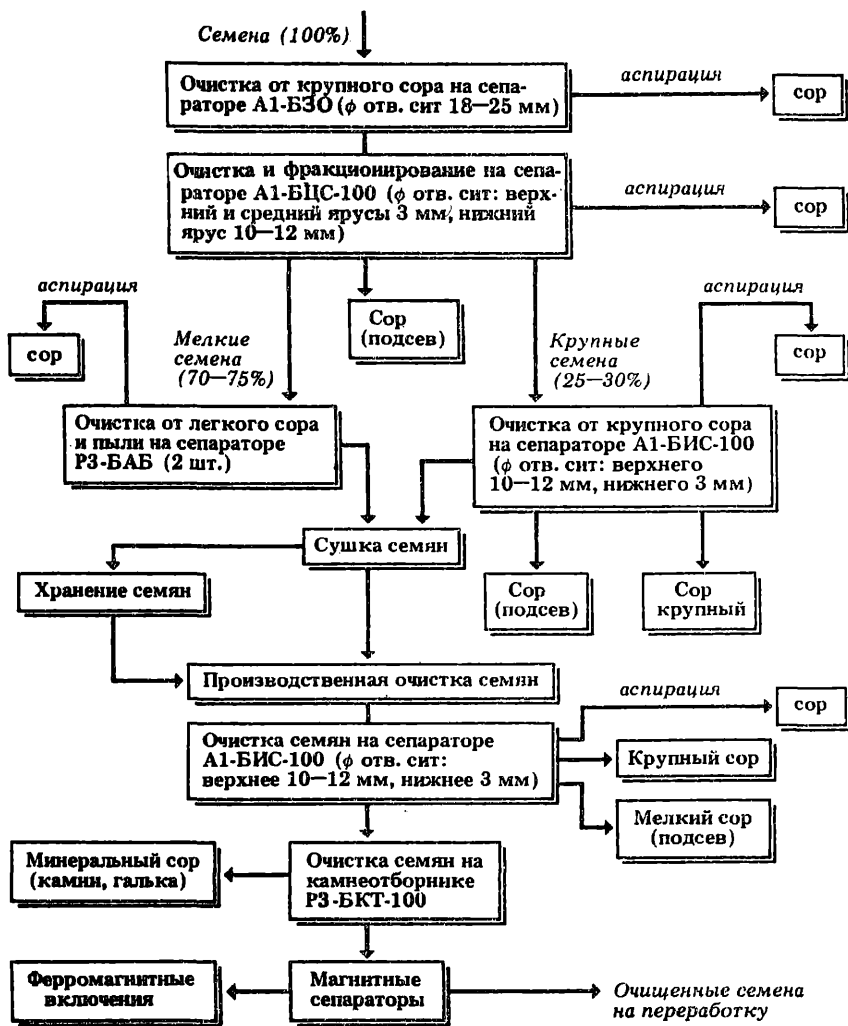


Рис. 25. Технологическая схема очистки семян подсолнечника производительностью 500 т/сут (размеры отверстий сит сепараторов и относительные содержания мелкой и крупной фракций семян указаны ориентировочно)

Фракция крупных семян вместе с крупным сором, составляющая 25–30 % массы семян, поступает на сепаратор А1-БИС-100 или А1-БПС-100, где от семян отделяется крупный и мелкий сор. Мелкая фракция семян, составляющая 70–75 % массы семян, проходит очистку на сепараторе РЗ-БАБ – здесь отделяются мелкий сор и пыль. После

очистки мелкая и крупная фракции направляются на тепловую сушку. На рис. 25 показано объединение фракций мелких и крупных семян, хотя возможна раздельная сушка, а затем хранение мелких и крупных семян. После сушки семена направляются на хранение или на производственную очистку семян на сепараторах А1-БИС-100 (или А1-БЛС-100). Для очистки семян от минеральных примесей (каменей) и ферромагнитных примесей семена очищают на камнеотборниках РЗ-БКТ-100 и магнитных сепараторах.

ОЧИСТКА ЗАПЫЛЕННОГО ВОЗДУХА

Очистительные машины, в которых разделение сорных примесей и семян осуществляется в соответствии с их аэродинамическими свойствами, дают большое количество запыленного воздуха. Так, в воздухе, выходящем из воздушно-ситовых сепараторов, содержится до 5–8 г пыли в 1 м³. Для обеспыливания воздуха на заводах, перерабатывающих масличные семена, относительно часто применяют центробежный способ с помощью разного типа циклонов, а также способ фильтрации воздуха через ткань, задерживающую пыль.

Эффективность работы воздухоочистительных устройств оценивается коэффициентом пылезадержания. Для циклонов эта величина составляет 92–99 % общей запыленности воздуха до циклона. Чем меньше диаметр циклона, тем больше величина центробежных сил, создаваемых в нем, и тем выше коэффициент пылезадержания.

Так, коэффициент пылезадержания циклонов с цилиндрической частью диаметром 960–1928 мм составляет не более 92 %. Циклоны этого типа (рис. 26) вследствие недостаточной очистки воздуха устанавливают вне производственных помещений. Циклоны имеют высокую производительность (по воздуху), обычно равную объему воздуха, выбрасываемого вентиляторами очистительной машины, поэтому их устанавливают по одному к каждой машине. Использование таких циклонов нежелательно не только из-за низкого пылеотделения, но и потому, что их работа связана со значительным выбросом в атмосферу воздуха из производственных помещений, где установлены машины для очистки семян. В связи с этим при работе таких циклонов в производственных помещениях неизбежно охлаждение рабочих мест из-за подсосов воздуха через неплотности окон и дверей.

Циклоны меньшего диаметра (450–650 мм) обеспечивают более эффективное пылезадержание (до 96 %) и могут быть установлены в помещении цеха. Вследствие меньшей пропускной способности (по воздуху) их устанавливают группами по 4–6 на каждую очистительную машину, поэтому их называют групповыми циклонами.

Еще более качественной очистки воздуха достигают при установке циклонов диаметром 200–350 мм, коэффициент пылезадержания составляет 98–99 %. Эти циклоны из-за малой производительности

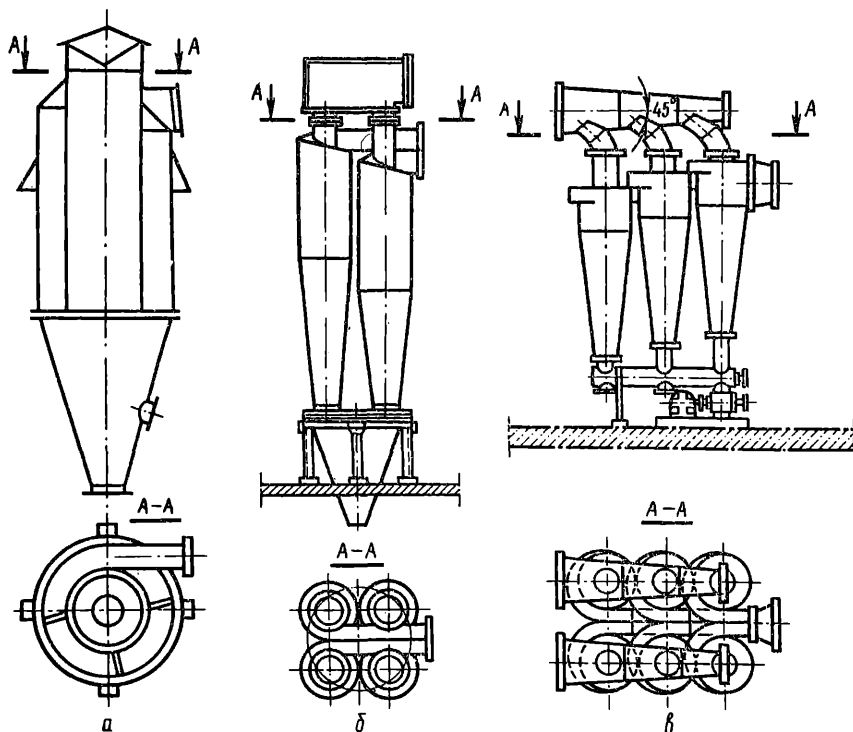


Рис. 26. Циклоны для очистки воздуха:

а — ЦОЛ (диаметр цилиндрической части 960–1928 мм); *б* — 4БЦШ (диаметр 450–650 мм); *в* — 2ХЗУЦ (диаметр 200–350 мм)

устанавливают по 6–12 и более штук на одну машину и называют батарейными или мультициклонами. Недостатком этих циклонов является то, что они не могут работать на волокнистой пыли.

Воздушно-ситовые сепараторы А1-БИС и А1-БЛС, как правило, комплектуются специальными циклонами горизонтального типа. Горизонтальный циклон А1-БЛД (рис. 27) состоит из конического корпуса, отражателя и сборника отходов. У входного патрубка закреплены четыре лопасти, выгнутые по спирали. Внутри корпуса соосно расположен конический рассекатель. Со стороны выпуска отходов к конусу приварен сборник отходов, в нижней части которого распложены два смотровых окна из органического стекла. Отражатель прикреплен к торцевой стенке сборника отходов, который имеет крышку с выходным патрубком и внутренним конусом. Последний улавливает частицы отходов, отскакивающие от стенок. Воздух с легкими примесями и пылью поступает в циклон и проходит через лопасти 1, при этом воздуш-

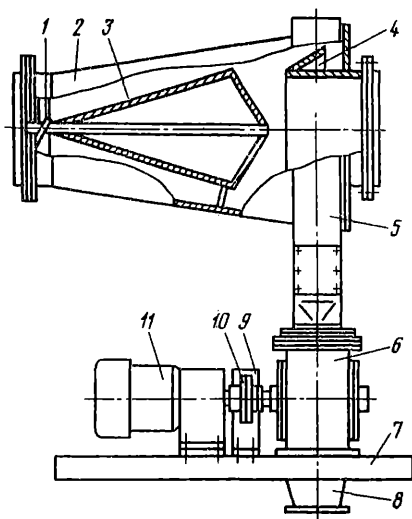


Рис. 27. Горизонтальный циклон А1-БЛД:

1 — лопасти; 2 — конический корпус; 3 — рассекатель; 4 — отражатель; 5 — сборник отходов; 6 — шлюзовой затвор; 7 — основание; 8 — патрубок; 9 — ограждение; 10 — муфта; 11 — мотор-редуктор

ному потоку сообщается вращательное движение. С помощью рассекателя 3 воздух направляется к стенкам конического корпуса 2. Пройдя рассекатель, воздух меняет направление движения и выходит из циклона через выпускной патрубок. Легкие примеси с большей, чем у воздуха, инерционностью движутся вдоль внутренней поверхности стенок корпуса и ударяются о

стенку отражателя 4. Скорость их гасится, и они скатываются в сборник отходов 5. Отходы выводятся через шлюзовой затвор 6, который работает от мотор-редуктора 11.

Пропускная способность циклона с диаметром цилиндрической части 700 мм составляет 4500 м³/ч запыленного воздуха, сопротивление воздушному потоку 600 Па.

Коэффициент пылезадержания у горизонтального циклона невелик (до 90—95 %), так как циклон предназначен для предварительной очистки воздуха от крупных частиц легких примесей. Поэтому воздух, выходящий из горизонтального циклона, должен быть подвергнут дополнительной очистке на батарейных циклонах, которые на предварительно очищенном воздухе работают устойчиво и эффективно.

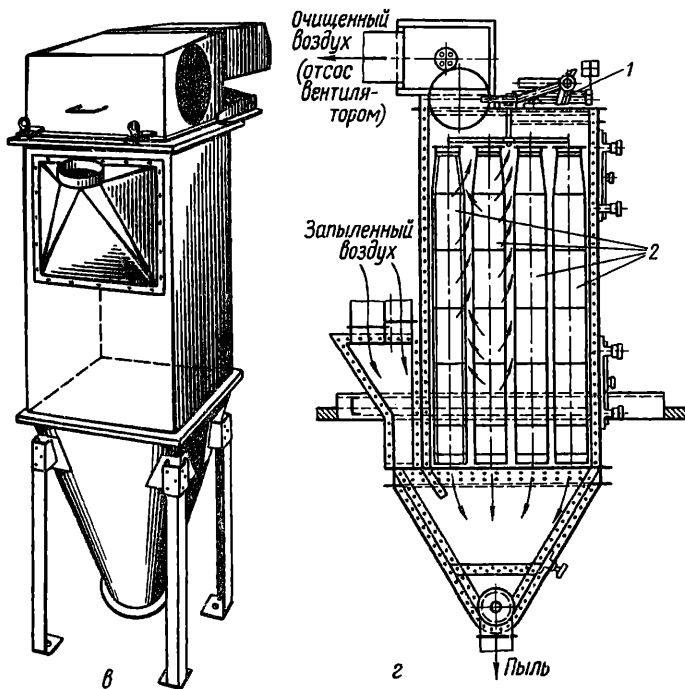
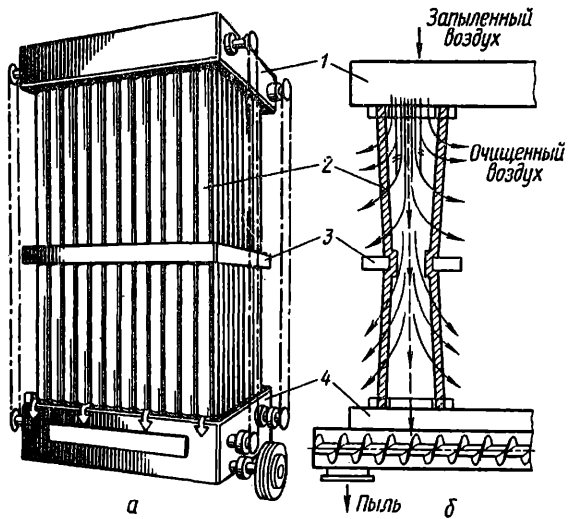
При работе на очистке сухого запыленного воздуха на стенках циклона накапливается статическое электричество и поэтому корпуса их должны быть обязательно заземлены.

Для очистки воздуха от пыли методом фильтрации применяют матерчатые фильтры двух типов: нагнетательные и всасывающие (рис. 28).

Вследствие более простого устройства на заводах наиболее широкое применение получили нагнетательные фильтры. К этим фильтрам от-

Рис. 28. Устройство для очистки воздуха от пыли фильтрацией через ткань:

а — рукавный нагнетательный фильтр (общий вид); б — схема работы; 1 — приемная камера; 2 — матерчатые рукава; 3 — решетчатая рама для стряхивания пыли с рукавов; 4 — нижняя камера; в — внешний вид всасывающего фильтра; г — схема работы всасывающего фильтра; 1 — механизм для встряхивания рукавов; 2 — матерчатые рукава



носятся фильтры типа ЗФ-140 и ЗФ-190. Цифры показывают количество матерчатых рукавов для фильтрации воздуха. Диаметр рукавов 125–150 мм, длина 2000 мм. Степень очистки воздуха у них составляет 95 %.

Всасывающие фильтры ФВ-30, ФВ-60 и другие, например фирмы "Бюлер", представляют собой более сложную конструкцию, чем рукавные. Цифры показывают площадь фильтрующей поверхности в м². Они более дорогие, имеют большее сопротивление, но обеспечивают очень высокую очистку запыленного воздуха (до 99 %). Для их работы необходима установка дополнительного всасывающего вентилятора, тогда как нагнетательные фильтры работают от вентилятора очистительной машины. Это ограничивает применение всасывающих фильтров на маслodobывающих заводах. Общим недостатком матерчатых фильтров для очистки запыленного воздуха является их высокая пожароопасность.

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ СЕМЯН ПО ВЛАЖНОСТИ

Длительно храниться могут только сухие семена, поэтому влажность масличных семян, направляемых на хранение, должна быть примерно на 2–3 % ниже критической влажности, рассчитанной по величине масляности семян.

Для технологических операций подготовительных цехов в большинстве случаев необходимы семена такой же или несколько более низкой влажности. Семена большинства масличных растений поступают после уборки на хранение и переработку с влажностью, превышающей указанные выше оптимальные значения. Это обуславливает необходимость снижения влажности масличных семян. Исключение составляют семена хлопчатника, влажность которых из-за климатических условий районов их выращивания при поступлении на производство иногда бывает на 5–6 % ниже критической. Хранение таких семян даже без дополнительной обработки отличается высокой устойчивостью, но перед технологической переработкой их необходимо увлажнять до влажности, примерно равной критической.

Снижение влажности семян

Наиболее распространенным методом снижения влажности семян перед хранением является тепловая сушка, при которой семена нагреваются сушильным агентом (обычно смесью воздуха и дымовых газов) и испаряющаяся из семян влага при этом удаляется.

Другим методом послеуборочной обработки влажных свежесобраных семян является активное вентилирование, представляющее собой интенсивное продувание семян атмосферным воздухом или смесью воздуха и дымовых газов в процессе хранения их в специальных скла-

дах, оборудованных устройствами для подвода и распределения воздуха в семенной массе.

Применение активного вентилирования атмосферным воздухом обеспечивает и охлаждение семенной массы, и ее частичное подсушивание, но из-за большой толщины слоя семян влага удаляется медленно.

Уменьшить длительность тепловой обработки можно, снижая толщину слоя обрабатываемых семян.

Промышленные сушилки в порядке убывания толщины высушиваемого слоя семян располагаются в такой последовательности: шахтные — барабанные — сушилки с кипящим слоем,

Общая схема тепловой сушки семян приведена на рис. 29.

Процесс сушки осуществляется в два этапа. На первом — в зоне сушки или сушильной камере 2 семена нагреваются смесью воздуха и дымовых газов, получаемых в специальной топке 1. Часть воды, содержащаяся в семенах до сушки, при этом испаряется, а высушенные семена охлаждаются в зоне охлаждения охлаждающей камеры 3 путем продувки через них атмосферного воздуха.

При двухступенчатой сушке зона сушки разделена на две части. На первой ступени семена сушатся при невысоких температурах сушильного агента, на второй ступени семена досушиваются при повышенных температурах. Охлаждение семян (после второй ступени) также производится атмосферным воздухом.

Для сушки масляных семян широко применяются сушилки шахтного типа (ВТИ, СЗШ и ДСП), работающие по двухступенчатому режиму (рис. 30).

Семена поступают из бункера 1 в сушильную камеру 2. Здесь, опускаясь под действием силы тяжести, семена пронизываются сушильным агентом сравнительно невысокой температуры. Затем они переходят в сушильную камеру 3, где высушиваются сушильным агентом, имеющим более высокую температуру. Регулирование температуры сушильного агента осуществляется путем увеличения или уменьшения подсоса атмосферного воздуха в вентиляторы, нагнетающие дымовые газы в сушильные камеры 2, 3. Высушенные семена поступают в охлаждающую камеру 4, где семена пронизываются холодным атмо-

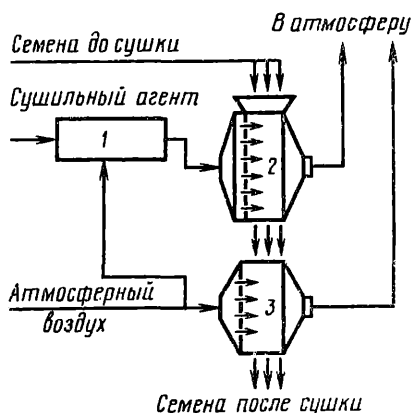


Рис. 29. Общая схема тепловой сушки семян:

1 — топка; 2 — сушильная камера; 3 — охлаждающая камера

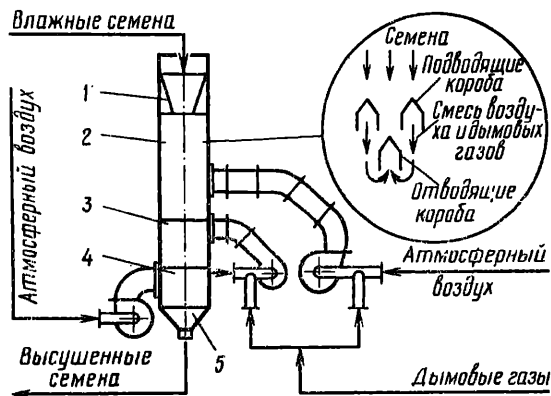


Рис. 30. Схема работы сушилки шахтного типа:

1 — бункер; 2, 3 — сушильная камера; 4 — охладительная камера; 5 — приемный бункер для сухих семян

сферным воздухом, а затем направляются в приемный бункер 5 для сухих семян.

Как сушильная, так и охладительная камеры представляют собой металлические или железобетонные шахты прямоугольного сечения. Две стенки их сплошные, две набраны из отдельных секций, каждая из которых представляет собой короб с прикрепленными к торцам металлическими пластинками — одна с отверстием для подвода или вывода сушильного агента или воздуха, другая — сплошная. Короба в шахте расположены чередующимися рядами: в одном ряду торцевые отверстия обращены в одну сторону, в другом — в противоположную. Сушильный агент или воздух из распределителя поступает в подводящие короба, отверстия которых открыты к распределителю. Отработанный агент или воздух выводится через расположенный выше ряд коробов, отверстия которых открыты в противоположную сторону. Если шахты выполнены из железобетона, в их стенах оставляют окна для подводящих и отводящих коробов.

При работе сушилки сушильная и охладительная камеры заполнены семенами. Сушильный агент (или атмосферный воздух), поступая в распределители и проходя через отверстия коробов, обращенных к распределителям, попадает в пространство под коробами, которое всегда свободно от семян. Под напором, создаваемым вентиляторами, сушильный агент (или атмосферный воздух) из этого пространства пронизывает опускающиеся семена, нагревает (или охлаждает) их, попадает в пространство вышерасположенного ряда коробов, выходные отверстия которых открыты в противоположную сторону, и выводится в атмосферу.

Из нагретых семян удаляется влага, уносимая сушильным агентом. Частичное удаление влаги происходит также при проходе семян через охлаждающую камеру, где аналогично сушильному агенту семена пронизываются атмосферным воздухом. Перепуск семян из сушильной камеры в охлаждающую и выпуск семян из установки производится через затворы, состоящие из двух горизонтальных рам: неподвижной верхней и подвижной нижней.

Подвижная рама соединена с автоматическим устройством, регулирующим выпуск просушенных семян.

После охлаждения семена выпускаются через бункер, снабженный заслонками, при помощи которых можно регулировать скорость прохождения высушенных семян.

При высушивании семян подсолнечника на сушилке ДСП-32 температура сушильного агента на первой ступени сушки равна 120°C , на второй 160°C ; температура семян после сушки $45-55^{\circ}\text{C}$, после охлаждения — не более чем на 5°C выше температуры окружающего воздуха. Продолжительность сушки 40 мин, сьем влаги 5–6 % при производительности сушилки 540 т/сут. Для остальных маслических семян температура нагрева не должна превышать 45°C , за исключением семян сои при влажности, превышающей 20 %, для которых температура сушки должна быть не более 35°C .

Для улучшения работы шахтных сушилок применяют рециркуляционные способы сушки, основанные на смешивании относительно небольшого количества влажных семян с большим количеством уже высушенных и на многократном повторении операций нагрева семян и охлаждения.

Одной из сушилок рециркуляционного типа является сушилка "Целинная-50" (рис. 31), предназначенная для сушки семян подсолнечника. Высушиваемые семена, пройдя оперативный бункер 7, норией 1 подаются в надсушильный бункер 2, проходят камеру

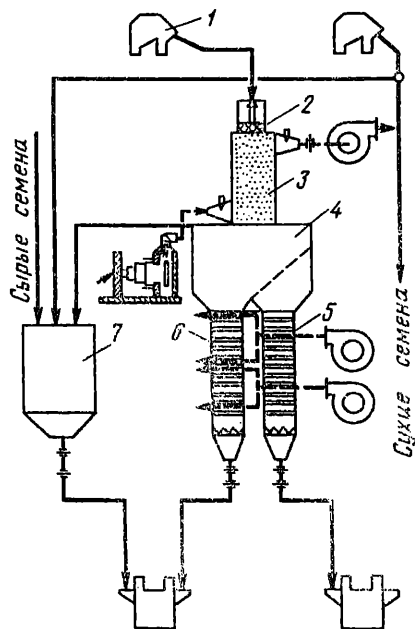


Рис. 31. Технологическая схема сушилки "Целинная-50" рециркуляционного типа:

1 — нория; 2 — надсушильный бункер; 3 — камера нагрева; 4 — теплообменник; 5 — шахта промежуточного охлаждения; 6 — шахта окончательного охлаждения; 7 — оперативный бункер

нагрева 3 и попадают в бункера теплообменника 4, а затем двумя потоками направляются в шахты промежуточного 5 и окончательного 6 охлаждения атмосферным воздухом, устройство которых аналогично устройству шахты сушилки шахтного типа. Из шахты 6 сухие семена идут на хранение, а из шахты 5 — в норию 1.

Высушенные семена, имеющие высокую температуру, контактируют в надсушильном бункере с холодными сырыми семенами. В результате контактирования прошедшие сушку семена охлаждаются, несколько повышая свою влажность, сырые нагреваются и подсушиваются. После этого семена поступают в сушильную шахту и там подсушиваются. Часть семян, выходящая из сушильной шахты, вновь поступает в надсушильный бункер. Таким образом, в надсушильный бункер все время поступает часть высушенных, но не полностью охлажденных семян, и уровень семян в надсушильном бункере — сырых и рециркулирующих сохраняется постоянным. Это способствует увеличению съема влаги, уменьшению нагрева семян и повышает экономичность сушильной установки.

В теплообменнике при установившемся режиме работы должен сохраняться постоянный уровень семян. Потоки семян регулируют так, чтобы сырые семена непрерывно поступали в сушилку, а из шахты окончательного охлаждения непрерывно выходило такое же количество высушенных семян. Чем выше влажность семян, поступающих в сушилку, тем меньше их должно выходить из шахты окончательного охлаждения и больше должно подаваться на рециркуляцию из шахты промежуточного охлаждения в надсушильный бункер. Снижение влажности семян будет тем большим, чем выше кратность рециркуляции. Таким образом, в сушилке этого типа семена несколько раз проходят циклы нагрева, отлежки и промежуточного охлаждения. Часть семян поступает в камеру окончательного охлаждения и выходит из сушилки, а для остальных семян цикл повторяется — семена рециркулируют.

Камера нагрева сушилки выполнена из железобетона и имеет прямоугольную форму. Внутри камеры в поперечном направлении установлено 20 рядов чугунных труб диаметром 100 мм. Для лучшего и более равномерного распределения падающих семян по сечению камеры трубы каждого последующего ряда сдвинуты на 100 мм относительно предыдущего ряда. Сушильный агент при температуре 300–350 °С поступает по воздуховоду в нижнюю часть камеры нагрева, где он движется навстречу семенам. Максимально возможное снижение влажности семян достигает 10–12 %.

Температура семян подсолнечника в теплообменнике 52–55 °С, после шахты промежуточного охлаждения 35–38 °С, после сушилки 25–28 °С.

Другим типом сушилок являются барабанные сушилки (рис. 32). Основным рабочим органом однобарабанной сушилки является цилиндрический барабан 1 диаметром 1760 мм и длиной 9000 мм. С по-

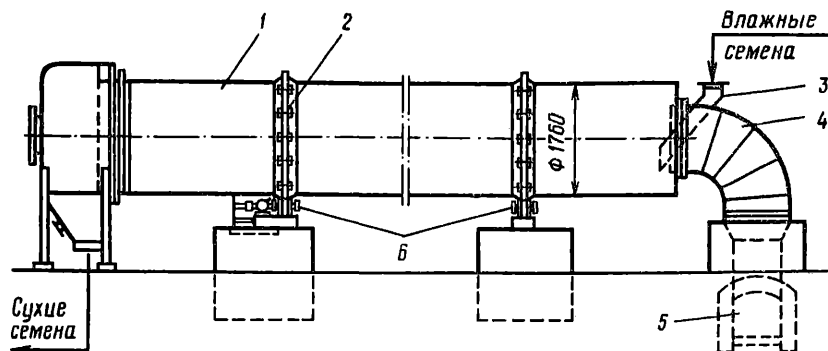


Рис. 32. Барабанная сушилка:

1 — барабан; 2 — бандаж; 3 — труба для поступающих семян; 4 — патрубок; 5 — топка; 6 — привод

мощью бандажей 2, приводов 6 барабан приводится во вращение. Сушильный агент из топки 5 через патрубок 4 поступает в барабан, семена, подвергаемые сушке, подаются внутрь барабана по трубе 3. Внутри барабана установлено подъемно-перемешивающее устройство, состоящее из уголков и лопаток. Во вращающемся барабане семена захватываются этим устройством, поднимаются на некоторую высоту и сыпаются вниз, перемещаясь одновременно под действием движущегося сушильного агента к выходу из барабана.

В последнее время для увеличения производительности и съема влаги барабанные сушилки модернизируют.

Производительность барабанной сушилки зависит от многих взаимосвязанных параметров, в частности от угла наклона оси барабана сушилки к горизонту, определяющего степень заполнения рабочего объема барабана семенами. При горизонтальной установке барабана степень заполнения объема равна 12–13 %, производительность сушилки составляет 100–150 т подсолнечных семян в сутки. Продолжительность сушки 15 мин, съем влаги 3–4 % при температуре сушильного агента 240–350 °С на входе и 60–70 °С на выходе из сушилки. Если наклонить ось барабана в сторону загрузки семян на 3°, то загрузка барабана возрастет до 22–25 %, а производительность сушилки увеличится до 250–300 т/сут. Одновременно вследствие увеличения времени прохождения семян через сушилку съем влаги достигает 4–7 % при начальной влажности семян 14 %. Такая модификация сушилки требует усиления привода барабана, замены вентилятора-дымососа на более мощный и некоторых других работ.

Барабанные сушилки оборудованы охлаждающими камерами, устройство которых аналогично применяемым для шахтных сушилок.

С целью увеличения производительности сушилки и повышения съема влаги внутри сушилки может быть установлен второй барабан диаметром 1000 мм и длиной 9300 мм. В двухбарабанной сушилке семена при высушивании проходят последовательно оба барабана.

При высушивании семян подсолнечника на двухбарабанной сушилке температура сушильного агента составляет 250–350 °С, температура семян после сушилки 55 °С, продолжительность сушки 17–20 мин, съем влаги 4–5 % при производительности сушилки 270 т/сут.

Если в сушилках шахтного типа семена сушатся в плотном перемещающемся слое, то в барабанных — в пересыпающемся (полувзвешенном) слое. Сушильный агент движется параллельно движению семян и способствует не только высушиванию, но и перемещению их к выходу из сушилки. Это обеспечивает различное время нахождения семян разной влажности в зоне сушки. Чем выше начальная влажность семян, тем они тяжелее и, следовательно, медленнее будут перемещаться под действием сушильного агента вдоль сушильного барабана к выходу из него. Более сухие семена как более легкие быстрее будут вынесены из зоны сушки, что будет способствовать повышению однородности высушенных семян по влажности.

Наиболее перспективными являются сушилки, в которых подсушка семян идет в так называемом кипящем слое. Если через слой семян, лежащих на горизонтальной сетчатой плоскости, снизу вверх продувать воздух, то при достижении определенной скорости воздуха каждое семя начнет испытывать воздействие воздушного потока, равное его массе. Оно будет совершать колебания по вертикали около какой-либо средней точки, не отрываясь от общей массы.

В связи с этим объем слоя семян увеличивается, а плотность укладки семян уменьшается. Такой слой называется к и п я щ и м, или п с е в д о о ж и ж е н н ы м.

Если вместо воздуха продувать сушильный агент, то скорость сушки семян в кипящем, или псевдооживленном, слое значительно увеличится.

В настоящее время в промышленности сушилки с использованием кипящего слоя не получили распространения, хотя исследования и конструкторские разработки ведутся уже несколько лет.

Активное вентилирование семян атмосферным воздухом или смесью воздуха и дымовых газов при температуре 40–45 °С производят с помощью стационарных установок, которые являются конструктивной частью склада для хранения семян, или с помощью напольно-переносных установок, которые временно устанавливаются до загрузки семян в склад и остаются там до полного освобождения склада от семян, или с помощью переносных установок, которые можно устанавливать в складе с уже заполненными семенами, погружая воздухоподводящие или воздухоотводящие устройства в слой хранящихся семян.

Стационарная установка в типовом складе на 5000 т семян под-

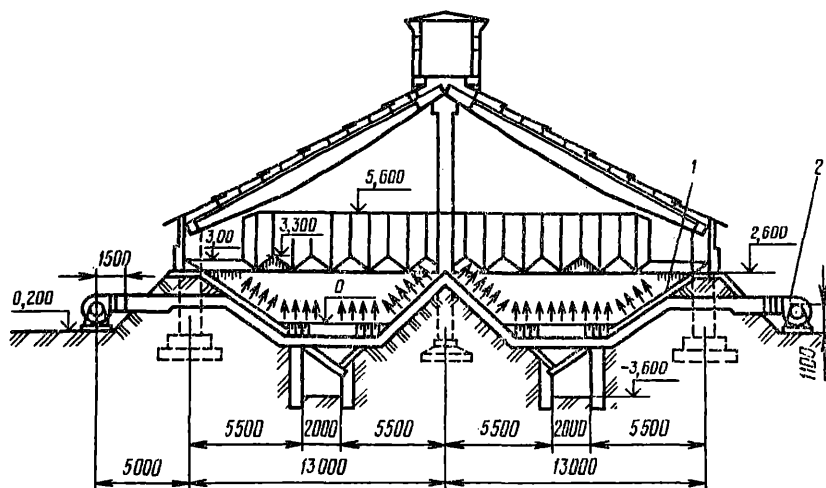


Рис. 33. Стационарная установка активного вентилирования семян в механизированном складе:

1 — воздухораспределительное устройство; 2 — вентиляторы для подачи воздуха

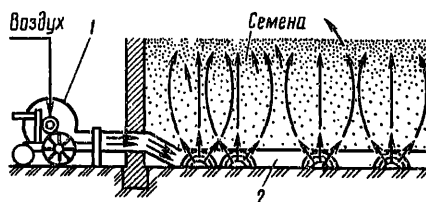
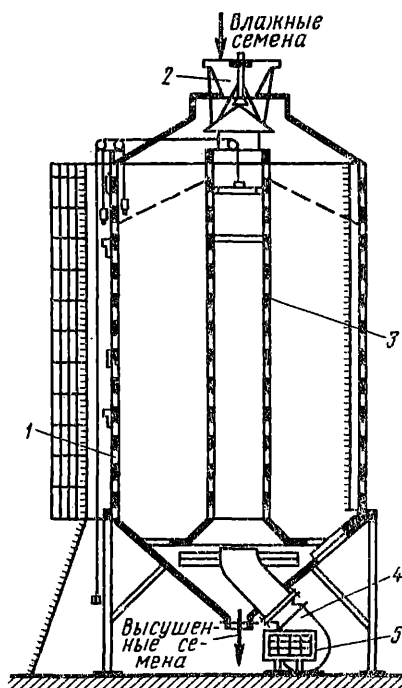


Рис. 34. Схема работы напольно-переносных установок для активного вентилирования семян в складе с плоскими полами:

1 — вентилятор для подачи воздуха через семенную массу; 2 — воздухораспределительное устройство

Рис. 35. Схема устройства вентилируемого бункера БВ-25:

1 — корпус бункера; 2 — конусный распределитель поступающих семян; 3 — воздухораспределитель; 4 — вентилятор; 5 — калорифер для воздуха



солнечника показана на рис. 33. Эта установка предназначена для активного вентилирования семян в высоких слоях в складе, где все процессы загрузки и выгрузки семян полностью механизированы.

Стационарные установки СВУ-1, СВУ-2, СВУ-3, УСВУ-62 и напольно-переносные установки конструкции Промзернопроекта (рис. 34) применяются в складах с плоскими полами. После загрузки склада необходимо обязательно выровнять верхний слой семян, что можно сделать лишь вручную. Выравнивания слоя семян перед вентилированием требуют также передвижные установки различных типов, например телескопическая — ТВУ-2 и переносная — ПВУ-1. Последняя служит, как правило, для предупреждения и ликвидации отдельных очагов самосогревания хранящихся семян.

Активное вентилирование атмосферным воздухом с целью охлаждения и частичной подсушки семян, а также вентилирование с целью предотвращения самосогревания семян должно проводиться при подаче воздуха от 30 до 200 м³/ч на 1 т семян в зависимости от их влажности. Подсушка семян при этом может быть достигнута только в том случае, если влажность атмосферного воздуха будет небольшой. При вентилировании семян с целью подсушки смесью воздуха и дымовых газов при температуре 40–45 °С подача воздуха увеличивается до 100–300 м³/ч на 1 т семян. Продолжительность обработки при этом обычно составляет 150–200 ч.

В сельском хозяйстве для послеуборочной обработки свежееубранных семян получили распространение вентилируемые бункера, в которых можно вести активное вентилирование атмосферным или подогретым с помощью электрокалорифера воздухом. В состав установки ОБВ-100 входят 4 бункера БВ-25 (рис. 35) и устройство для перемещения семян из одного бункера в другой.

Корпус бункера выполнен из перфорированной стали, в центре бункера расположен воздухораспределитель. Воздух, подаваемый вентилятором, радиально продувает семена и уносит влагу. Вентилирование семян сочетается с периодической их переброской в соседний бункер через каждые 4 ч вентилирования и дальнейшим вентилированием.

Увлажнение семян

Семена хлопчатника в отличие от других масличных семян перед переработкой следует дополнительно увлажнять. Оптимальная влажность их около 11 %. При этом влажность ядра семян должна быть равна: для семян I–III сортов 8,5–9,5 %, для семян IV сорта 9,5–10,5 %.

Переработка хлопковых семян при оптимальной влажности позволяет понизить потери масла с шелухой, выходящей с производства, и добиться увеличения выхода хлопкового масла.

Для увлажнения семян хлопчатника применяют увлажнитель ВНИИЖа (рис. 36).

В увлажнительном шнеке 1 семена опрыскиваются водой с помощью форсунок и попадают в питатель 2, из которого семена выводятся двумя рифлеными валиками и подаются в камеру пропаривания семян 3, где они увлажняются и нагреваются. В верхней части камеры проложены трубопроводы для подвода пара. Пар подводится внутрь камеры также с помощью перфорированных отверстий, расположенных по периметру камеры. Температура в камере (70–80 °С) поддерживается автоматически.

Увлажняемые семена заполняют весь объем камеры отлеживания 4 и выводятся из нее разгрузителем — двумя рифлеными валиками 5, — устройство которого аналогично верхним валикам, подающим семена в камеру.

Через гибкий рукав 7 увлажненные семена поступают на виброжелоб 6, где семена продуваются возду-

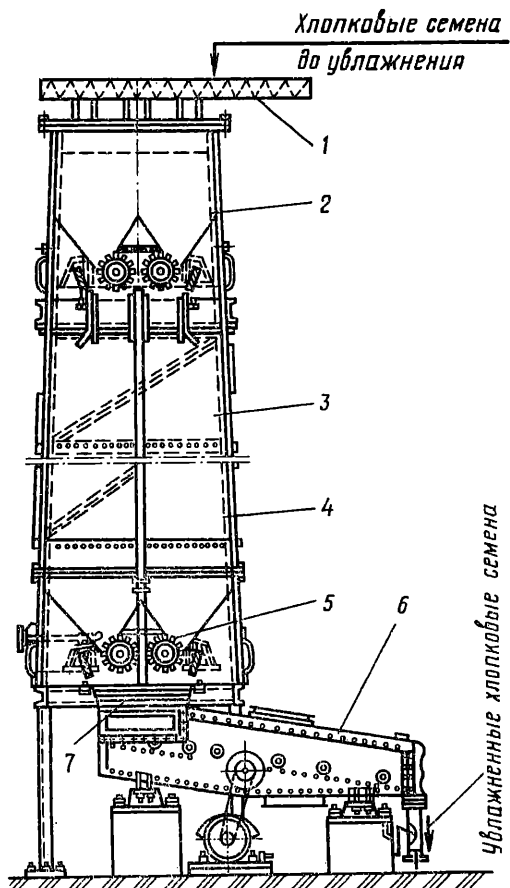


Рис. 36. Увлажнитель хлопковых семян ВНИИЖа:

1 — увлажнительный шнек; 2 — питатель; 3 — камера пропаривания семян; 4 — камера отлеживания; 5 — рифленые валики; 6 — виброжелоб; 7 — гибкий рукав

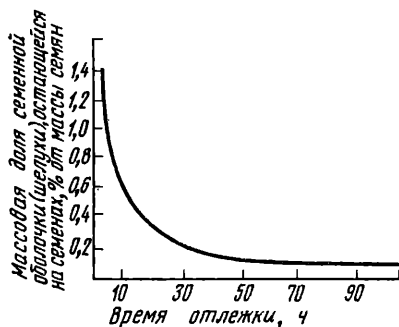


Рис. 37. Влияние времени отлежки семян сои после сушки на величину отделения семенной оболочки от ядра

хом для удаления поверхностной влаги и понижения температуры. С этой целью верхняя часть желоба подключена к вентилятору.

Производительность увлажнителя 350 т семян в сутки.

Для получения из соевых семян продукта с высоким содержанием белков для комбикормовой промышленности и пищевых белков-концентратов и изолятов необходимо отделять семенную оболочку семян от соевого ядра. Возможны два варианта технологического решения — отделение семенной оболочки от ядра семян до обезжиривания и выделение семенной оболочки из обезжиренных семян. Так как основным по массе компонентом семенной оболочки является целлюлоза, то отделение семенной оболочки существенно повышает содержание белков в получаемом продукте.

При отделении семенной оболочки от ядра семян сои применяют высушивание семян сои до влажности ниже 8,5 % и последующую отлежку в течение не менее 24 ч. Во избежание глубокой денатурации белков температура соевых семян при тепловой сушке не должна превышать 60 °С. Содержание лузги, остающейся на семенах, существенно зависит от глубины высушивания семян (табл. 11).

Т а б л и ц а 11

Влажность семян сои, %	Массовая доля семенной оболочки, остающейся на семенах, % от массы семян	Влажность семян сои, %	Массовая доля семенной оболочки, остающейся на семенах, % от массы семян
До сушки 14,0	12	Сушка до 9,5	1,6
Сушка до 12,0	4,2	Сушка до 8,5	0,8
Сушка до 10,5	2,9		

Влияние продолжительности отлежки семян сои после сушки до 8,5 % показано на рис. 37.

При отделении оболочки из обезжиренных семян кондиционирование их тепловой обработкой не проводят.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМСАНИТАРИИ

При первичной обработке масличного сырья следует соблюдать следующие правила техники безопасности и промсанитарии.

Все работы в бункерах или емкостях для семян, силосных ячеек складов, внутри завальных ям и в приемках норий допускаются только в присутствии наблюдающего, находящегося снаружи у люка. Работающий внутри люка должен быть в предохранительном поясе со спасательной веревкой, выведенной наружу. Категорически запрещается спускаться в бункер и емкости при открытой выпускной течке или работающем питателе.

Следует всегда помнить, что семенная масса, находясь в движении, ведет себя как жидкость и работающий на ней может быть затянут внутрь семенной массы и погибнуть от недостатка воздуха.

Хранение семян в специальных условиях: при охлаждении семян, в парах пропионовой кислоты, в герметических условиях — требует от обслуживающего персонала соблюдения специальных требований техники безопасности.

Транспортные шнеки, расположенные в полах, по которым ходят рабочие, должны иметь прочные, хорошо закрепленные крышки.

При работе сепараторов для очистки семян запрещается чистить сита без применения специальных щеток, снимать или устанавливать ограждения приводных устройств, производить ремонтные работы при работе машин.

В процессе работы сушилок и установок для активного вентилирования, использующих в качестве сушильного агента дымовые газы, необходимо выполнять противопожарные мероприятия, установленные специальными нормами и правилами. Возможность накопления в приямках норий, расположенных ниже уровня пола, диоксида углерода, содержание в дымовых газах токсичных продуктов требует особой осторожности во избежание отравления рабочих.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит интенсивность дыхания семян и каким способом можно добиться ее снижения?
2. Что такое критическая влажность семян и от чего зависит эта величина?
3. В чем сущность метода хранения семян в РС?
4. Какие свойства семян используют при хранении семенной массы в герметических условиях и в парах пропионовой кислоты?
5. Какие Вы знаете способы очистки семян от сорных примесей и типы машин, применяемых для этого?
6. Как очищают воздух от пыли?
7. Какие типы складов используют для хранения масличных семян? Перечислите их достоинства и недостатки.
8. Какие основные типы сушилок используют для сушки масличных семян?
9. Какие изменения качества масла и белка могут возникнуть под влиянием сушки семян в сушилках рециркуляционного типа?
10. Чем обусловлена возможность более глубокого обезвоживания семян в рециркуляционных сушилках?
11. В чем состоит сущность метода активного вентилирования?
12. Для чего необходимо увлажнять хлопковые семена? Как устроен и работает увлажнитель?
13. Почему необходимо калибрование подсолнечных семян перед хранением и переработкой и как работает калибровочная машина?
14. Какие правила безопасности необходимо соблюдать при работе в складах?

ПОДГОТОВКА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА

ОБРУШИВАНИЕ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН И ОТДЕЛЕНИЕ ЯДРА ОТ ОБОЛОЧКИ

В тканях масличных семян запасы масла распределены неравномерно. Большая часть его сосредоточена в ядре семян (в основных тканях — зародыше и эндосперме), в то время как в плодовой и семенной оболочках (покровных тканях) содержится относительно небольшое количество масла, имеющего другой липидный и жирнокислотный состав. В связи с этим при переработке масличных семян целесообразно предварительно отделять от ядра (основной маслосодержащей ткани) низкомасличные плодовые или семенные оболочки. В зависимости от характера и прочности связи плодовой или семенной оболочек с ядром, определяемой типом плодов и семян, все масличные растения разделены на две группы: растения с кожурными и растения с бескожурными плодами или семенами.

У кожурных плодов и семян внешняя оболочка не срастается с основной маслосодержащей тканью и обычно отделена от нее воздухоносной полостью. При разрушении внешней оболочки возможно четкое отделение ее от ядра с помощью физических методов разделения: просеивания на ситах, разделения в воздушном потоке и т. д.

У бескожурных плодов и семян ядро прочно срослось с покровными тканями (лузгой и шелухой) и поэтому даже при разрушении оболочки части ядра остаются соединенными с нею и полное разделение физическими методами невозможно. Попытки отделить семенную оболочку от ядра при переработке таких бескожурных семян, как семена льна, ведут к большим потерям масла с семенной оболочкой. Поэтому семена льна перерабатывают, не отделяя семенную оболочку от ядра, хотя несомненно, что предварительное отделение оболочки способствовало бы улучшению качества льняного масла.

Кожурные семена (подсолнечник, хлопчатник) перерабатывают, предварительно отделяя от ядра плодовую оболочку (у подсолнечника) и семенную оболочку (у хлопчатника).

Предварительное отделение оболочек от ядра способствует повышению масличности перерабатываемого масличного сырья: сырье освобождается от низкомасличных компонентов и относительное содержание масла в нем увеличивается. Одновременно повышается производительность технологического оборудования, так как рабочий объем машин и аппаратов не загружается балластным низкомасличным материалом — оболочкой. Повышается качество масла: при отделении оболочек в то-

варное масло не попадают липиды лузги или шелухи, богатые восками и воскоподобными веществами. Присутствие их в масле ухудшает его товарный вид: появляется тонкая взвесь, или "сетка", мелких кристаллов воска, удалить которую из-за химической инертности восков удается только в результате длительной обработки масла.

Целесообразность отделения плодовых и семенных оболочек от ядра вызвана также и тем, что ткани оболочки вследствие их большой пористости при соприкосновении с маслом способны интенсивно поглощать его, а затем очень прочно удерживать (замасливаться), в результате чего увеличиваются потери масла в производстве. Наконец, отделение оболочек желательно для упрощения последующих технологических операций (измельчения и прессования), так как механическая прочность оболочек по сравнению с ядром довольно высока и присутствие лузги или шелухи вызывает не только интенсивный износ рабочих органов машин, но и понижает эффективность их работы.

Отделение оболочек от ядра производят в два этапа: сначала разрушают покровные оболочки семян (операция обрушивания), затем разделяют полученную смесь на ядро и шелуху или лузгу (операция отвеивания).

Масличные плоды и семена в зависимости от физико-механических свойств оболочки и ядра обрушиваются различными методами. Важнейшее требование к машинам для обрушивания семян — разрушение оболочки не должно сопровождаться разрушением ядра. Вследствие небольших различий в физико-механических свойствах оболочек и ядра это требование выполняется не в полной мере.

Физико-механические свойства тканей масличных семян при изменении их влажности существенно меняются. В связи с этим при обрушивании большое внимание должно быть уделено созданию рационального соотношения между влажностью оболочки и влажностью ядра. Сопротивляемость ядра разрушению должна быть выше, чем оболочки. Поэтому перед обрушиванием стремятся получить у плодов и семян сухую хрупкую оболочку и влажное прочное ядро.

Учитывая физико-механические свойства тканей, для обрушивания подсолнечных семян применяют метод удара, а при переработке семян хлопчатника — метод разрезания и скалывания.

Во всех случаях обрушивания целесообразно проводить разрушение оболочек семян однократным воздействием рабочих органов машины. Это позволило бы точно регулировать разрушающие воздействия на семена.

Техническое решение проблемы обрушивания методом однократного воздействия встречает большие затруднения вследствие разноразмерности семян. Одним из путей ее решения является повышение однородности семян — предварительное калибрование семян по размерам (разделение на фракции) перед обрушиванием.

Плодовую оболочку подсолнечных семян разрушают на бичевой

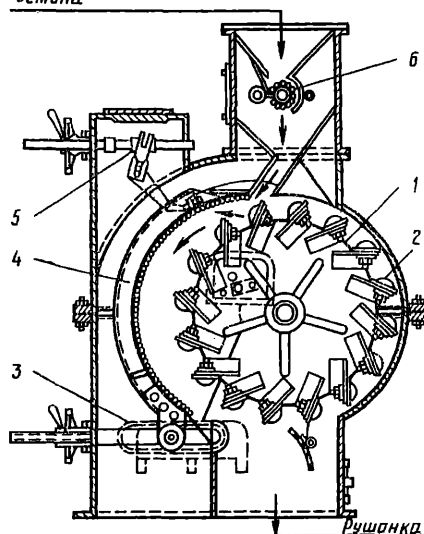


Рис. 38. Семенорушка МНР:

1 — барабан; 2 — бич; 3, 5 — регуляторы расстояния между декой и бичами; 4 — дека; 6 — питательный валик

семенорушке МНР (рис. 38). Обрушивающими элементами являются стальные или чугунные колосники, образующие волнистую поверхность — деку, и шестнадцать стальных бичей. Бичи представляют собой стальные пластины длиной 972 мм, шириной 100 мм и толщиной 10 мм, укрепленные на вращающемся барабане.

Семена, поступающие через питательный валик, сначала ударяются о движущиеся бичи, а затем, отражаясь от них, ударяются о деку. Оболочка семян при этом разрушается. Сила удара зависит от

линейной скорости плоскости бичей (23–26 м/с при частоте вращения барабана 560–630 об/мин) и расстояния между бичами и декой. Скорость бичей регулируют, изменяя частоту вращения барабана рушки (обычно не чаще 1 раза в сезон), расстояние между бичами и декой регулируют по мере необходимости, придвигая или отодвигая деку от бичей с помощью штурвалов.

Качество обрушивания семян характеризуется содержанием в рушанке (материале, выходящем из рушки) нежелательных фракций — целых семян (целяка) и частично неразрушенных семян (недоруша), разрушенного ядра (сечки) и масляной пыли. Присутствие в рушанке целиака и недоруша нежелательно, так как часть неразрушенных семян, по размерам одинаковых с ядром, трудно отделяется от него и идет на дальнейшую переработку вместе с ядром, увеличивая его лузжистость (повышается количество так называемой связанной лузги в ядре, идущем на дальнейшую переработку). Кроме того, чем больше целиака и недоруша будет содержаться в рушанке, тем большее количество семян должно пройти затем повторное обрушивание, и реальная производительность обрушивающих машин окажется заниженной.

Еще более нежелательным является присутствие в рушанке сечки и масляной пыли. Сечка, представляющая собой раздробленное ядро семян, легко отдает лузге масло, находящееся на разрушенных поверхностях ядра, даже при кратковременном контакте, который неизбежен уже в момент образования сечки. Мелкие частицы масляной пыли практически не удастся полностью отделить от лузги, уходящей с произ-

водства, и потери масла в лузге увеличиваются. Действующие технические нормы устанавливают определенные пределы содержания недоруша и целяка, сечки и масляной пыли в рушанке (как правило, недоруша и целяка должно быть не более 25 %, сечки — не более 15 %, масляной пыли — не более 15 %). Производительность бичевой семенорушки 50–60 т/сут подсолнечных семян.

Установленные технические нормы требуют внимательного обслуживания рушанки. Семена должны равномерно поступать и распределяться по всей длине бичевого барабана. Для этого толщина ленты семян, подаваемой питательным валиком, должна быть одинаковой по всей его длине. Равномерное распределение семян по длине питательного валика и равномерность подачи на обрушивание, в свою очередь, зависят от чистоты семян.

При неравномерной подаче семян на обрушивание та часть барабана, на которую поступает больше семян, работает с перегрузкой и дает больше недоруша, другая часть барабана работает с недогрузкой и дает повышенное количество сечки и масляной пыли.

Чем больше частота вращения бичевого барабана, тем выше скорость бичей и сильнее обрушивание семян. Поэтому в зависимости от состояния семян, прежде всего их влажности, необходимо подбирать оптимальную частоту вращения бичевого барабана. Для влажных семян требуется большая частота вращения бичевого барабана, для сухих, более хрупких — меньшая. Оптимальная влажность семян при обрушивании 6,5–7 %. Расстояние между декой и бичами должно быть одинаковым по всей длине барабана: при приближении деки к бичам увеличивается содержание сечки в рушанке, при удалении — недоруша.

Поверхности бичей и дек должны находиться всегда в исправном состоянии, так как износ наружных кромок бичей и дек ведет к увеличению содержания недоруша в рушанке.

Основной недостаток бичевой семенорушки — невозможность исключения многократных ударов семян об обрушивающие органы машины, ведущие к увеличению дробления ядра семян и образованию сечки и масляной пыли.

Более совершенной моделью является центробежная обрушивающая машина РЗ-МОС (рис. 39). Обрушивание осуществляется методом однократного направленного удара вдоль длинной оси семян о деку.

Обрушиваемые семена непрерывным равномерным потоком подаются на предохранительную решетку 3. Здесь они распределяются тонким слоем по всей ее площади и проходят сквозь отверстия в решетке. Примеси более крупные, чем семена, случайно попавшие в семенную массу, отделяются. Затем семена через распределительное устройство 2 поступают в пятнадцать радиальных направляющих каналов 6 четырех параллельно работающих рабочих дисков 4 ротора верхней и нижней рабочих зон вместе со всасываемым воздухом. Диаметр диска ротора 380 мм, число оборотов 2100–2400 в минуту. Из радиальных

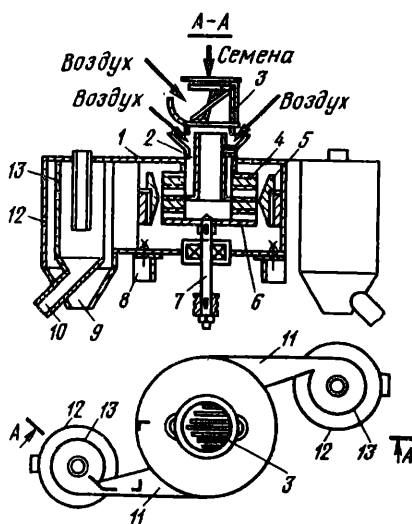


Рис. 39. Схема центробежной обрушивающей машины РЗ-МОС:

1 — корпус; 2 — распределительное устройство; 3 — предохранительная решетка; 4 — рабочие диски; 5 — кольцевая дека; 6 — радиальные направляющие каналы; 7 — вал ротора; 8 — станина рушки; 9 — течка для масляной пыли; 10 — течка для рушанки; 11 — патрубок для рушанки; 12 — циклон; 13 — цилиндрическое сито

направляющих каналов 6, футерованных износостойкой керамикой, семена выбрасываются с большой скоростью на кольцевую деку 5. При этом происходит разрушение плодовой оболочки подсолнечника за счет однократного направленного удара вдоль длинной оси семян.

Образовавшаяся рушанка по патрубкам 11 из корпуса 1 поступает внутрь цилиндрического сита 13, расположенного внутри циклона 12. Диаметр отверстий сита 4 мм. При движении рушанки нисходящей спиралью по цилиндрическому сити происходит выделение из рушанки части масляной пыли, проходящей сквозь сито, которая затем по течке 9 выводится и присоединяется к готовому ядру, свободному от лузги. Рушанка по течке 10 поступает на отвейвание — разделение на лузгу и ядро.

Преимуществом центробежной обрушивающей машины является ориентирование семян длинной осью в момент удара о деку. При таком ударе всю нагрузку воспринимает лузга и ядро почти не дробится, в то время как при ударе плашмя вместе с лузгой сильно дробится и ядро и потери масла с отходящей лузгой резко увеличиваются.

Качество работы машины зависит от чистоты семян и особенно от четкости калибрования их по размерам. При переработке калиброванных сортовых подсолнечных семян производительность машины составляет 8,3 т/ч или 200 т/сут при содержании в рушанке целняка и недоруша не более 25 %, масляной пыли 10 % и сечки 12 %. При переработке семян гибридов ухудшаются качественные показатели — содержание целых семян и недоруша увеличивается до 30 %.

При работе машины необходимо следить за равномерным питанием машины семенами, периодически проверять качество рушанки: при повышенном содержании целых семян в рушанке — увеличить обороты ротора; при повышенном содержании масляной пыли — проверить и отрегулировать аспирацию. Если, несмотря на это, содержание

пыли остается повышенным, уменьшить обороты ротора, заменив шкив клиноременной передачи привода.

Сравнительные промышленные испытания семенорушек МНР и РЗ-МОС при переработке семян подсолнечника одного ботанического сорта и качества показали преимущества центробежной семенорушки: ее производительность была в четыре раза выше при меньших потерях масла в лузге — масличность лузги после центробежной рушки была равна 3,87 % против 4,11 % после обрушивания на бичевой рушке МНР.

Промышленные способы разделения рушанки на лузгу и ядро в большинстве устройств, применяемых для этих целей, основаны на различии размеров и аэродинамических свойств этих двух компонентов рушанки. Легкая лузга, имея большую поверхность и малую массу, проявляет значительно большую, чем ядро, парусность в воздушном потоке — способность перемещаться при сравнительно небольших скоростях воздуха. Поэтому если в рушанке содержатся частицы лузги и ядра одного размера, то в воздушном потоке они вследствие большого различия по величине парусности могут быть четко разделены.

Таким образом, рушанка, выходящая из семенорушки после обрушивания семян подсолнечника, представляет собой смесь разнообразных по размерам частиц: крупной, средней и мелкой лузги, целыка, недоруша, целого ядра, половинок ядра, мелких частиц лузги и ядра и масличной пыли. Разделить такую сложную смесь на ядро и лузгу в один прием невозможно. Поэтому сначала рушанку делят на несколько, чаще на шесть сортов, содержащих одинаковые по размерам частицы лузги и ядра. Затем первые пять сортов продувают воздушным потоком для разделения на лузгу и ядро, используя их различие по аэродинамическому свойству парусности. Последний (шестой) сорт, состоящий из очень мелких частиц (масличной пыли), не разделяют в воздушном потоке, так как даже при очень небольших скоростях воздушного потока масличная пыль будет унесена вместе с лузгой и разделения не произойдет. Так работают применяемые в промышленности для разделения рушанки аспирационные вейки Р1-МСТ (рис. 40).

Аспирационная вейка состоит из двух основных частей: отсева и аспирационной камеры. В передней части отсева — пред-отсее рушанка на двух параллельно работающих ситах с диаметром отверстий 3 мм освобождается от мелкой фракции ядра и лузги. Это способствует умень-

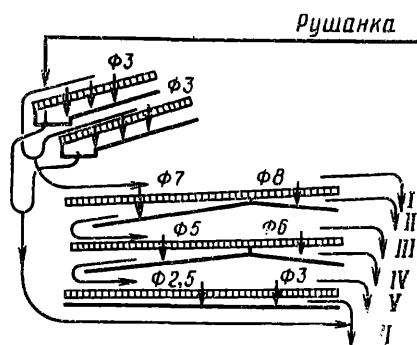


Рис. 40. Схема сортировки рушанки в отсева семеновейки Р1-МСТ

шению потерь масла с лузгой за счет снижения замасливания лузги, неизбежного при длительном контакте ее с измельченным ядром. Проход через сито из предрассева (диаметр отверстий 3 мм) без дополнительной обработки объединяется с ядром, выходящим из семеновой вейки.

Сход с этих сит поступает в собственно рассев, который служит для разделения рушанки по размерам частиц лузги и ядра на шесть фракций. Для этого в рассее, разделенном вертикальной перегородкой на две параллельно работающие части, расположены один над другим с уклоном 3° к горизонту три ряда сит. Два верхних сита по длине разделены на два неравных участка: длинное и короткое сито. Под каждым ситом рассева установлены поддоны из кровельной стали с уклоном к горизонту 10° . Диаметр отверстий первого по ходу рушанки сита (длинного) на 0,5–1 мм меньше второго (короткого) сита. Кроме того, диаметры отверстий сит уменьшаются сверху вниз примерно на 2 мм между каждым рядом (например, 7–8, 5–6 и 2,5–3 мм).

Рассев вейки свободно подвешен к перекрытию цеха на тросах и при работе совершает круговые движения в горизонтальной плоскости радиусом 45 мм и частотой 200 об/мин. Рушанка, пройдя предрассев, поступает на длинное верхнее сито и движется к передней части вейки. Более мелкие частицы рушанки проваливаются сквозь сито и по поддону поступают на среднее сито (сито второго яруса); более крупные, пройдя верхнее сито, попадают на короткое верхнее сито, где самые крупные частицы (крупная лузга, целые семена) идут сходом, образуя первую фракцию рушанки (I). Проход через короткое сито образует вторую фракцию (II).

Таким образом из рушанки, освободившейся от самых крупных фракций и попавшей по поддону длинного верхнего сита на среднее сито, выделяются третья и четвертая фракции (III и IV), а еще более мелкая рушанка по поддону длинного среднего сита поступает на нижнее сито, где сход с сита дает V фракцию, а проход — VI (самую мелкую фракцию рушанки).

В аспирационной камере семеновой вейки (рис. 41) для обработки рушанки имеется пять воздушных каналов, в которые с помощью питательного валика поступают фракции рушанки, полученные в рассее. В каждом канале условно можно выделить три части: приемную, осадочную и выходную.

В приемной части ступенчато расположено четыре полочки (жалюзи) из листовой стали толщиной 1 мм. Между полочками предусмотрены щели для прохода воздуха, засасываемого вентиляторами из помещения цеха. Полочки установлены под углом $30\text{--}35^\circ$ к горизонту.

Каждая из фракций рушанки поступает на верхнюю полочку и затем под действием силы тяжести пересыпается с полочки на полочку. Поток воздуха, пронизывая падающий слой рушанки, уносит из нее более легкие частицы (лузгу), а с последней полочки идет свободное от

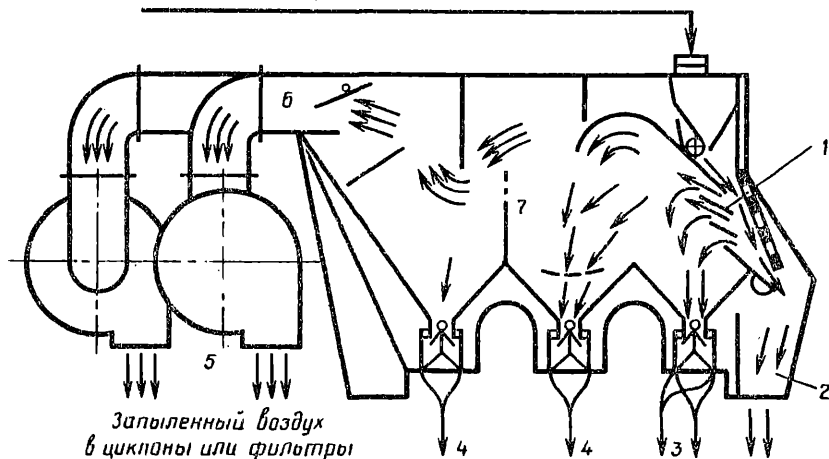


Рис. 41. Схема работы аспирационной камеры семеновейки Р1-МСТ:

1 — полочка (жалюзи); 2 — канал для ядра; 3 — карман для перевея; 4 — карманы для лузги; 5 — блок вентиляторов; 6 — шибер для регулирования скорости воздушных потоков в каналах; 7 — перегородка

лузги ядро. Угол наклона полошек может изменяться при регулировании работы вейки: чем круче они установлены, тем быстрее рушанка пересыпается по ним, тем непродолжительнее обработка воздухом и тем меньше отбор лузги из рушанки.

Осадочная часть аспирационного канала представлена тремя конусами (карманами) с клапанами для удаления из них продуктов и вертикальными перегородками для изменения направления движения уносимых воздухом частиц лузги. Поток воздуха в каждом аспирационном канале создается отдельным вентилятором. Для регулирования воздушного режима (скорости воздуха) в каждом канале установлен шибер, положение которого можно изменять со стороны приемной части вейки (где располагаются полочки) с помощью штурвала и троса.

После прохода между полочками воздух, уносящий лузгу, попадает в расширяющуюся над первым (перевейным) конусом часть аспирационного канала. Скорость воздуха уменьшается, и в первом конусе при нечетком разделении по аэродинамическим свойствам вместе осаждаются крупная лузга и ядро, частично уносимое воздушным потоком вместе с лузгой. При правильно отрегулированном режиме работы содержание ядра в первом конусе не должно превышать 1–2 %. Фракция, осевшая в первом конусе, должна направляться на повторное разделение и называется поэтому *п е р е в е е м*.

Не осевшая в первом конусе лузга воздухом уносится дальше и про-

ходит между вертикальными перегородками над вторым и третьим конусами. Ударяясь о них, лузга замедляет движение и оседает. Замедление движения лузги происходит также из-за увеличения сечения аспирационного канала над конусами, в результате чего во втором и третьем конусах аспирационной камеры оседает лузга. Воздух, в котором содержатся очень мелкая лузга и, возможно, мелкие частицы ядра (масличная пыль), через вентиляторы поступает в воздухоочистительное устройство — в нагнетательный или всасывающий фильтр, групповые или батарейные циклоны.

Скорость воздуха в каналах регулируют при помощи большего или меньшего открытия шиберов, изменяя высоту регулирующих клапанов и внутренних перегородок, наклон полочек (жалюзи) к горизонту. В результате регулирования добиваются того, чтобы во втором и третьем конусах всех разделов в лузге не было ядра (не было выноса ядра в лузгу).

Таким образом, после аспирационной вейки получают ядро (из второго, третьего, четвертого и пятого разделов аспирационной камеры), масличную пыль (VI фракция рассева), недоруш (из первого раздела аспирационной камеры), перевей (из первого конуса) и лузгу (из второго и третьего конусов аспирационной камеры вейки). Осадок из воздухоочистительных устройств, выбрасываемый вентилятором из аспирационной камеры вейки, в зависимости от состава (масличная пыль или мелкая лузга) присоединяется к ядру или лузге. Производительность аспирационной семеновейки Р1-МСТ 80 т подсолнечных семян в сутки.

Для улучшения качественных характеристик работы вейки предусматривается повторная обработка этих продуктов на дополнительных машинах или устройствах, называемых контрольными (основные машины называются рабочими).

Ядро семян из рабочих веек направляется на контрольную вейку, которая по конструкции аналогична рабочей и отличается от нее только размерами отверстий сит рассева и регулированием воздушного режима аспирационной камеры. Повторной обработке подвергают ядро из второго, третьего и четвертого разделов вейки, что позволяет снизить содержание лузги в готовом ядре.

Недоруш, состоящий в основном из целых и частично разрушенных семян, крупной лузги, направляется в воздушно-ситовый сепаратор, конструкция которого аналогична конструкции сепараторов, используемых для очистки семян от сорных примесей. Здесь в осадочных конусах после первой и второй продувок из недоруша воздухом отбирается крупная лузга. Обогащенный недоруш с меньшим содержанием лузги идет на повторное обрушивание, иногда даже на специально выделенную (контрольную) рушку, регулирование которой обеспечивает более интенсивное воздействие на обрушиваемые семена.

Перевей направляется для повторного разделения на контрольную вейку перевея, отличающуюся от рабочей размерами отверстий сит и воздушным режимом в аспирационной камере.

Лузга, выходящая из лузговых конусов вейки, разделяется на лузгу и ядро сначала на отдельно выделенном рассеве вейки, а затем в аспирационной колонке. После этого лузга направляется на склад, а ядро вместе с ядром из контрольной вейки — на измельчение.

При хорошей работе аспирационной вейки в пробах рушанки, взятых до полочек с первого по четвертый раздел, не должно быть прохода через сито с отверстиями диаметром 3 мм. Если такой проход есть в рушанке из первого раздела, то это свидетельствует о перегрузке вейки, присутствие прохода в рушанке из второго—четвертого разделов является показателем неудовлетворительной работы рассева в результате неправильно подобранных по размерам отверстий сит или некачественной сборки ситовых рам. В этом случае отрегулировать работу аспирационной камеры вейки практически невозможно без предварительной наладки работы рассева.

Большая сложность операций разделения рушанки с помощью аспирационных веек на лузгу и ядро семян подсолнечника, требующих применения многочисленного технологического и транспортного оборудования, больших производственных площадей, энергетических затрат и обслуживающего персонала, а также высокие потери масла с отделяемой лузгой привели к поиску и разработке новых методов разделения рушанки. Так как при переработке семян гибридного подсолнечника значительная часть лузги в рушанке удерживается на ядре разрушенных семян, был предложен центробежный сепаратор, предназначенный для отделения частиц ядра от лузги, отводимой из производства. Устройство и принцип работы сепаратора аналогичны центробежной рушке РЗ-МОС, которая работает с ним в одной технологической схеме. Сепаратор состоит из корпуса, внутри которого находится ротор, состоящий из двух дисков с радиальными каналами. Вокруг ротора расположена кольцеобразная дека; в верхней части ротора установлено распределительное устройство; два выходных патрубка соединены с двумя циклонами, внутри которых находятся два цилиндрических сита. В нижней части циклонов расположены патрубки для выхода лузги, освобожденной от ядра и масляной пыли. При работе сепаратора лузга попадает в радиальные каналы верхнего и нижнего дисков, разгоняется при вращении дисков и ударяется о кольцевую деку, освобождаясь от частиц ядра. Затем лузга и частицы ядра поступают в цилиндрические сита, расположенные внутри циклонов. Частицы ядра проходят сквозь отверстия цилиндрического сита, лузга идет сходом. Производительность сепаратора в пересчете на семена подсолнечника 8,3 т/ч или 200 т/сут, число оборотов ротора 2200—2400 в минуту. Снижение маслячности отходящей лузги составляет 0,2—0,6 %.

Среди других способов разделения рушанки подсолнечника наи-

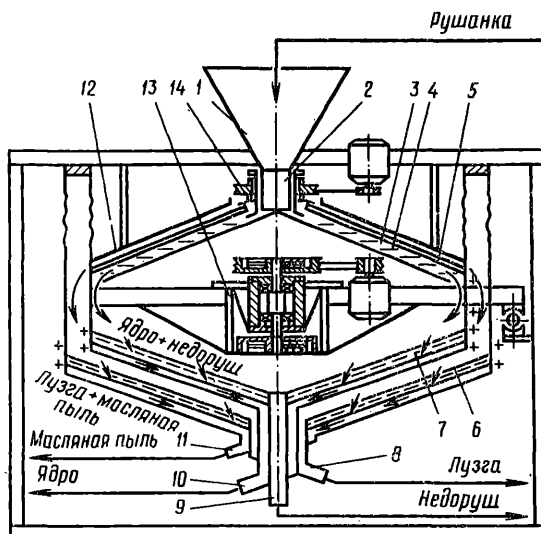


Рис. 42. Электросепаратор МСР-11:

1 – бункер-питатель; 2 – труба питателя; 3 – заземленный электрод; 4 – ребра; 5 – вращающиеся лопатки; 6, 7 – конические сита; 8–11 – выгрузочные патрубки; 12 – положительный электрод; 13 – узел дебаланса; 14 – втулка

более известен электростатический. Компоненты, составляющие рушанку, различаются по электрофизическим характеристикам: диэлектрической проницаемости, удельному сопротивлению, которые зависят от химического состава и влажности плодовой оболочки и ядра. Так, электросепаратор МСР-11 позволяет разделить рушанку на ядро, недорущ, лузгу и маслячную пыль (рис. 42).

Рушанка семян подсолнечника, поступающая для разделения в электросепаратор, подается в бункер-питатель 1, затем через трубу питателя 2 попадает на вершину конического заземленного электрода 3. При круговых колебаниях электрода достигается равномерное распределение и перемещение рушанки от вершины конуса электрода к его основанию. При движении вниз рушанка пересыпается по ребрам-ступенькам 4, закрепленным на поверхности электрода. Масличная пыль и лузга, получившие заряд от заземленного электрода, движутся вверх, в направлении к потенциальному электроду 12. При подходе к нему они увлекаются вращающимися лопатками 5 и под действием центробежных сил выводятся из поля. Лузга и масляная пыль подаются на нижнее коническое сито 6 для разделения. Ядро и недорущ в смеси сходят с заземленного электрода и распределяются поровну на две верхние ситовые поверхности 7, на которых отделяется ядро. Фракции ядра и

масличной пыли объединяются и направляются на измельчение. Недоруж направляется на повторное обрушивание, а лузга выводится из цеха и поступает на склад лузги.

Производительность электросепаратора МСР-11 в пересчете на семена подсолнечника составляет 200 т/сут; частота колебаний заземленного электрода и ситовых конических поверхностей 565 в минуту, амплитуда колебаний 5,5 мм; окружная скорость лопаток 8 м/с. Электросепаратор имеет установленную мощность 2,4 кВт, рабочее напряжение на электродах 50 кВ.

В настоящее время сепаратор электростатического типа является наиболее перспективной машиной для разделения подсолнечной рушанки. В то же время в этом сепараторе не применяется аэродинамическое сепарирование лузги и ядра, что является одним из недостатков электросепаратора, — лузжистость ядра остается высокой и составляет 8—12 %.

О работе рушально-веечного цеха судят по величине лузжистости ядра (процентному содержанию лузги в ядре) и по потерям масла в лузге, уходящей с производства.

Лузжистость ядра должна составлять, по действующим технологическим регламентам, для прессовых заводов не более 5 %, для экстракционных — не более 12 %.

Потери масла в лузге определяются содержанием в нем масла, которое зависит от ботанической масличности лузги, замасливания лузги в рушально-веечном цехе и выноса ядра в лузгу.

Ботаническая масличность лузги — это содержание липидов в лузге в целых, неповрежденных подсолнечных семенах. У семян высокомасличных сортов ботаническая масличность лузги увеличивается по мере роста общей масличности семян и составляет 1,8—2,5 %.

Замасливание лузги — это увеличение содержания липидов в лузге при нарушении технологических операций в рушально-веечном цехе. Причина замасливания — поглощение масла лузгой (сорбция) при соприкосновении ее с раздробленным ядром семян в процессах обрушивания, при просеивании на ситах, при транспортировании рушанки. По действующим нормативам, замасливание не должно превышать 0,5 % сверх ботанической масличности лузги.

Вынос ядра в лузгу — это содержание ядра и масличной пыли (в %) в лузге, отходящей с производства. Вынос ядра в лузгу не должен превышать 0,2—0,3 %.

Величина выноса ядра в лузгу зависит от качества рушанки и регулирования аспирационной камеры вейки, главным образом от угла наклона полочек аспирационной вейки и выбора скорости воздуха в аспирационных каналах, зависящей от степени открытия воздушного шибер. В ходе работы необходимо систематически проверять вынос ядра в лузгу во всех разделах лузговых конусов аспирационной камеры.

Полнота разделения рушанки на лузгу и ядро в рушально-веечном цехе (величина лузжистости получаемого ядра) взаимосвязана с вели-

чиной потерь масла с отходящей лузгой. Чем ниже требуемая лузжистость ядра, тем интенсивнее должна быть обработка семян и рушанки и тем больше будут потери масла с лузгой.

В связи с этим на маслоэкстракционных заводах лузжистость подсолнечного ядра принята 12 %, а практически часто и выше, несмотря на то что содержание лузги в ядре отрицательно сказывается на технологии получения и качестве растительного масла.

Высокая лузжистость ядра и одновременно высокая масличность отходящей лузги при переработке семян новых сортов и гибридов подсолнечника привели к необходимости поисков других методов обработки рушанки и созданию новых технологических схем.

Одним из вариантов схемы обрушивания семян подсолнечника и разделения рушанки на лузгу и ядро является технологическая схема Магдебургского масложиркомбината (ГДР).

При переработке семян по этой схеме (рис. 43) семена после очистки поступают на калибровочную машину С80Д315, которая представляет собой сепаратор барабанного типа с горизонтальной осью. Ситовая поверхность его состоит из четырех секций — последние две секции с отверстиями диаметром 15 мм, первые две — с продолговатыми отверсти-

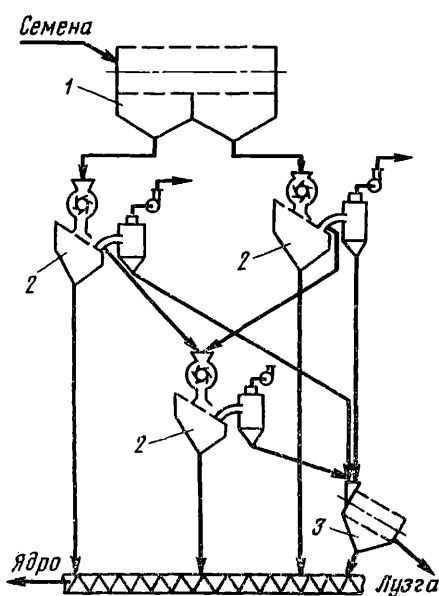


Рис. 43. Схема обрушивания семян подсолнечника на Магдебургском МЖК:

1 — калибровочная машина; 2 — обрушивающие машины с сепараторами; 3 — барабанное сито с билым валом

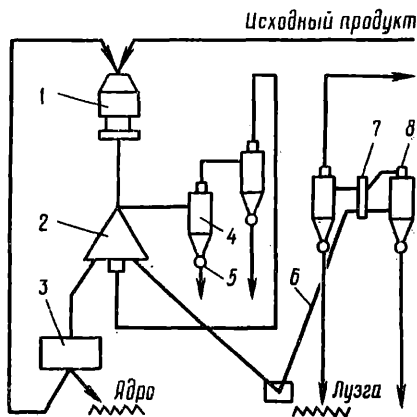


Рис. 44. Технологическая схема обрушивания семян подсолнечника производительностью 200 т/сут, разработанная НПО "Масложирпром":

1 — центробежная рушка; 2 — каскадно-конусный пневмосепаратор; 3 — сепаратор А1-БИС; 4 — циклоны; 5 — шишозовые затворы; 6 — пневмосепарационное устройство; 7 — инерционный пневмосепаратор; 8 — вентиляторы

ями 6X20 мм. Семенная масса разделяется на мелкую (35 %) и крупную (65 %) фракции. Одновременно происходит освобождение семян от крупного сора.

Обрушивание семян проводится на машинах С-100, аналогичных бичевой семенорушке. Обрушивающие машины С-100 сблокированы с сепараторами С-612-2. Сепаратор представляет собой раму 950X1800 мм, на которой натянуто плетеное металлическое сито с отверстиями 5X5 мм. Рама установлена с некоторым наклоном к горизонту и совершает возвратно-поступательное движение. Сходом с сита идут недоруш и лузга, проходом — ядро. На сходе с сита лузга захватывается воздушным потоком, осаждается в циклонах, а затем поступает на барабанное наклонное сито, внутри которого расположен бильный вал. Под действием ударов бил вала лузга освобождается от частиц ядра и маслянистой пыли. Недоруш направляется на повторное обрушивание в обрушивающую машину, сблокированную с сепаратором. Согласно этой схеме мелкую и крупную фракции семян обрабатывают отдельно, но схема их переработки однотипна.

Некоторое сокращение транспортных путей в цехе и упрощение обработки семян привели к снижению маслянистости лузги и повышению экономичности работы оборудования.

НПО "Масложирпром" предложило перспективную модульную технологическую схему обрушивания подсолнечника (рис. 44).

Согласно этой схеме, семена подсолнечника обрушиваются на центробежной рушке 1. Рушанка поступает на каскадно-конусный пневмосепаратор 2, где разделяется на смесь ядра и недоруша и крупную лузгу. Масличная пыль и мелкая лузга через аспирационную систему поступают в циклоны 4, а затем вместе с недорушем направляются в сепаратор А1-БИС (или Граностар) 3. После сепаратора недоруш возвращается на повторное обрушивание, а ядро выводится из цеха. Лузга поступает в пневмосепарационное устройство 6, а затем в инерционный пневмосепаратор 7, где она освобождается от пыли и мелких частиц ядра. Запыленный воздух очищается вентиляторами 8, снабженными шлюзовыми затворами 5.

Использование этой схемы позволит уменьшить замасливание лузги благодаря исключению просеивания мелких фракций рушанки на ситах и существенно сократит внутрицеховой транспорт, так как в этой схеме исключены контроль ядра и передея. Достоинством модульной схемы является также применение в качестве основного способа разделения рушанки пневмосепарирования — разделения компонентов рушанки по аэродинамическим свойствам. Этот способ исключает замасливание лузги и является наиболее эффективным при разделении лузги и ядра.

Разрушение оболочки хлопковых семян перед ее отделением осуществляется на дисковых и ножевых шелушителях. Дисковый шелушитель АС-900 (рис. 45) состоит из питательного устройства 1, неподвижного 2 и вращающегося 3 дисков с укрепленными на них ножами 4 спе-

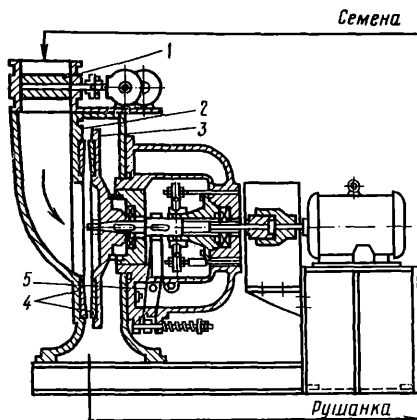


Рис. 45. Схема дискового шелушителя АС-900 для семян хлопчатника:

1 — питательное устройство; 2, 3 — неподвижный и вращающийся диски; 4 — ножи; 5 — механизм для смещения вала в осевом направлении

циальной конфигурации с рифлями треугольного профиля. Диаметр дисков 920 мм, частота вращения диска 1000—1200 об/мин. Оба диска заключены в чугунный кожух, который располагается на основной плите шелушителя. На кронштейнах плиты в двух подшипниках помещен привод-

ной вал. На одном конце вала укреплен вращающийся диск 3, другой конец вала снабжен механизмом 5, позволяющим смещать вал в осевом направлении. При помощи этого механизма может быть изменено расстояние между неподвижными и вращающимися дисками. Шелушитель приводится в действие непосредственно от индивидуального электродвигателя. Привод питательного устройства осуществляется от вала шелушителя. Это позволяет обеспечить равномерную подачу семян в шелушитель. Производительность шелушителя 110—120 т семян в сутки.

Семена, направляемые на обрушивание, питательным устройством подаются в отверстие, расположенное в центре неподвижного диска. В результате большой окружной скорости подвижного диска семена отбрасываются в зазор между дисками и разрушаются укрепленными на дисках ножами. Разрушенные семена выводятся через нижнее отверстие.

На каждом диске шелушителя установлено по шесть сменных ножей. Каждый нож представляет собой сегмент, на рабочей поверхности которого имеются острые, радиально расположенные рифли. Ножи крепятся к дискам при помощи болтов.

Срок службы ножей в большей степени зависит от качества их изготовления и степени засоренности семян хлопчатника минеральными примесями. Перед установкой на вращающийся диск ножи должны быть отбалансированы, т. е. во избежание биения вала шелушителя при вращении диска масса каждого из ножей должна быть одинаковой.

При работе шелушителей для качества рущанки большое значение имеют равномерная загрузка их семенами и правильно отрегулированный зазор между ножами дисков.

Для шелушения семян хлопчатника тонковолокнистых сортов применяют ножевые шелушители (рис. 46), состоящие из питательного устройства, вращающегося барабана с укрепленными на нем по всей длине

Рис. 46. Схема ножевого шелушителя для семян хлопчатника тонковолокнистых сортов:

1 — питательный валик; 2 — ножевой барабан; 3 — подвижная дека; 4 — ножи

трехгранными ножами и подвижной вогнутой дека, которая состоит из колосников с прикрепленными к ним ножами.

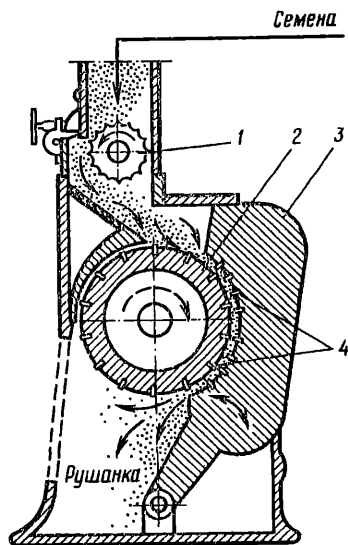
Попадая на вращающийся барабан, семена увлекаются в зазор между барабаном и декой и разрушаются ножами.

На барабане шелушительной машины установлен 21 нож длиной 762 мм. Ножи в сечении трехгранные, имеют шесть режущих кромок, из которых в работе одновременно находится только одна. Диаметр барабана 596 мм, частота вращения 960 об/мин. Производительность ножевого шелушителя 70—80 т семян в сутки.

С помощью эксцентрикового механизма дека с колосниками и ножами приближается или удаляется от барабана; зазор между ножами изменяется, а следовательно, изменяется и степень шелушения семян.

Рушанка из хлопковых семян разделяется на ядро и шелуху различными методами в зависимости от величины опушенности.

Рушанка средневолокнистых хлопковых семян после шелушителя поступает через приемную коробку 1 на сита двойного встряхивателя В-120 (рис. 47). Двойной встряхиватель имеет две ситовые рамы. Верхняя имеет два ряда сит: сито 2 имеет отверстия диаметром 10 мм, сито 3 разделено на три части: с отверстиями диаметром 2, 3 и 4 мм. Нижняя ситовая рама 5 имеет один ряд сит, разделенный на два участка с отверстиями диаметром 3 и 5 мм. Смесь, поступающая на сита, в результате движения верхней и нижней ситовых рам начинает разделяться на ядро, которое просеивается через отверстия сит, шелуху и целые семена. Пыль отсасывается вентилятором 8 через аспирационную коробку 9. Выделенное ядро с некоторым допустимым содержанием шелухи направляется на дальнейшую переработку — измельчение. Смесь ядра и шелухи, захватываемая воздушным потоком, через коробку 7 поступает в вентилятор 8, а затем на дополнительную обработку. Целые семена (целяк) по поддону сит выводятся из машины на повторное шелушение. Верхняя и нижняя ситовые рамы имеют сплошные ситовые поддоны (глухие днища 4, 6). Ситовые рамы имеют наклон $\frac{1}{15}$ к горизонту. Они совершают возвратно-поступательное движение при частоте 300 ко-



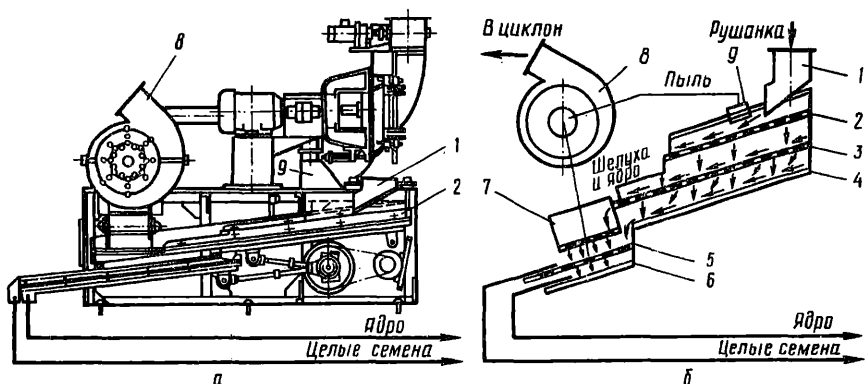


Рис. 47. Двойной встряхиватель В-120 в блоке с дисковым шелушителем АС-900:
а – внешний вид; б – схема работы

лебаний в минуту. Амплитуда колебаний 38 мм. Производительность встряхивателя 120 т семян в сутки.

Дополнительная обработка рушанки после двойного встряхивателя ведется на биттерсепараторах. На биттерсепараторе (рис. 48) горизонтально установлено два вращающихся сетчатых барабана 1, вращающихся с частотой 2 об/мин, внутри которых проходят бильные валы с укрепленными на них билами 2. Бильные валы вращаются с частотой 200 об/мин. Под барабанами находится сито 3, под которым имеется наклонный сплошной поддон для вывода из машины прохода через сито. Последнее движется возвратно-поступательно в направлении движения рушанки с частотой 250 колебаний в минуту. Производительность биттерсепаратора в пересчете на перерабатываемые семена 80 т/сут.

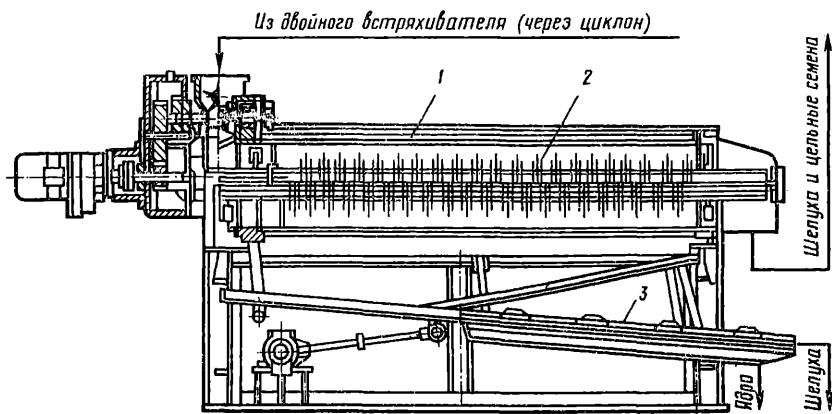


Рис. 48. Биттерсепаратор

дом переходит на длинное сито 2. Проход с этого сита собирается на полотно 6, имеющем перепуск на нижележащее сито 5.

Рушанка на сите 2 под действием движения сита сортируется по массе частиц, шелуха "всплывает" на поверхность слоя рушанки и, подходя к ситу 3, приподнимается и подхватывается всасывающим потоком воздуха вентилятора 4 в осадитель (циклон).

Устройство двойного приподнятого сита 3 улучшает самосортирование частиц рушанки и уменьшает попадание частиц ядра в шелуху.

Высота слоя рушанки, движущегося по ситу 2, регулируется подвижной плоскостью.

Сход с сита 2 в случае большого содержания в нем неразрушенных семян направляют на повторное обрушивание.

Скорость потока воздуха, уносящего шелуху с сита 3, регулируется подвижным шибером. Сход с сита 5 также подвергается действию потока воздуха.

Диаметры отверстий сит (по ходу движения рушанки): верхнего — 3; 4; 5; 4 мм, нижнего — 2; 3 мм. Частота колебаний ситовых рам 300 в минуту. Производительность пурифайера определяется производительностью ножевого шелушителя, устанавливаемого над ним.

Подбор сит пурифайера, а также регулирование воздушного режима его работы осуществляют, стремясь к минимальному содержанию шелухи в ядре и минимальным потерям масла с шелухой. Как правило, из-за нечеткого разделения в циклон уносятся не только шелуха, но и целые семена и частицы ядра.

Если смесь ядра, шелухи и целых семян из пурифайера или двойного встряхивателя в биттерсепаратор подается с помощью вентилятора и циклона, то машины шелушильно-сепараторного цеха могут быть объединены в шелушильно-сепараторный агрегат (рис. 50), включающий в себя шелушитель (дисковый или ножевой), двойной встряхиватель или пурифайер, циклон-разгрузитель и биттерсепаратор. Шелуха с целыми семенами после биттерсепаратора поступает на повторное обрушивание в шелушители.

При переработке семян тонковолокнистого (низкоопушенного) хлопчатника ножевые шелушители, как правило, работают в более жестком режиме по сравнению с дисковыми шелушителями, на которых в основном перерабатывают средневолокнистые (опушенные) сорта хлопчатника. В рушанке после ножевых шелушителей должно остаться не более 6—8 % целых семян.

Как и при переработке подсолнечника, потери масла с отходящей хлопковой шелухой складываются из ботанической маслячности шелухи, выноса ядра в шелуху и потерь масла с целыми семенами, оставшимися в шелухе.

Шелуха хлопковых семян относительно мало поглощает масла, поэтому замасливание шелухи невелико.

Вынос ядра в шелуху составляет 0,6—0,8 % и обусловлен трудным

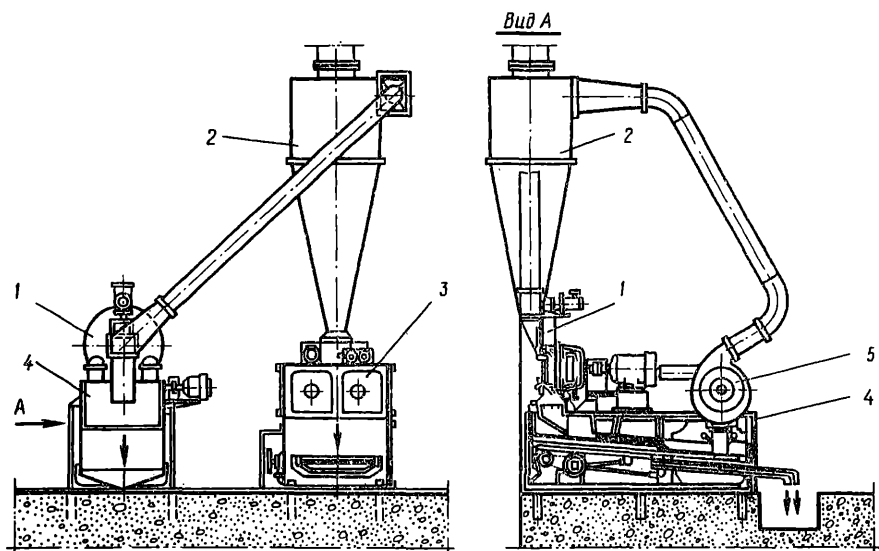


Рис. 50. Шелушильно-сепараторный агрегат для семян хлопчатника:

1 — шелушитель; 2 — циклон-разгрузитель рушанки (ядро с шелухой и целыми семенами); 3 — биттерсепаратор; 4 — пурифайер (или двойной встряхиватель); 5 — вентилятор

отделением мелко дробленного ядра, удерживаемого в опушенной шелухе.

Общее содержание масла в отходящей с производства хлопковой шелухе, по нормам, не должно превышать 1 % сверх ботанической масличности при лужистости ядра 15 %.

Соевые семена, перед отделением семенной оболочки прошедшие сушку и отлежку, подвергаются грубому измельчению на вальцовых станках, где семена дробятся (до $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ величины семян), и затем дробленка сои подвергается разделению на семенную оболочку и ядро на сепараторах "Граностар" воздушно-ситового типа фирмы "Бюлер" (рис. 51). Сепаратор имеет два яруса сит: сортировочное, установленное с наклоном 7° , и подсеивное — с наклоном 11° . Диаметр отверстий сит подбирают таким образом, чтобы сход с верхнего сита составлял 20–25 %, сход с нижнего сита 65–70 % и проход через нижнее сито 5–10 % массы дробленки. Из схода с поверхности верхнего сита крупная семенная оболочка отбирается с помощью аспирационного патрубка. Грубо измельченная соя с максимальным содержанием семенной оболочки до 1 % поступает на дальнейшую переработку, семенная оболочка с содержанием липидов, не более чем на 1 % превышающим содержание липидов в оболочке исходных семян, поступает на склад. Сход с нижнего сита также

аспирируется для отделения оболочки семян, проход через нижнее сито объединяется с готовой дробленкой, поступающей на измельчение.

Покровные ткани масличных семян, отделяемые от ядра в рушально-веечных и шелушильно-сепараторных цехах маслозаводов, наиболее рационально использовать в качестве компонентов комбикормов для сельскохозяйственных животных.

Химический состав покровных тканей характеризуется высоким содержанием целлюлозы: в лузге подсолнечных семян — до 65 %, в шелухе хлопковых семян — до 50 %, в семенной оболочке сои — до 30 % массы. Содержание белков в покровных тканях невелико и составляет 3–7 %, липидов — 1–5 %. Хотя аналогичный химический состав имеет солома пшеницы, структура покровных тканей, особенно подсолнечной лузги, непригодна для скармливания животным, и в необработанном виде покровные ткани в кормовых целях применять нецелесообразно.

Обработка подсолнечной лузги включает тщательный ее размол — остаток при просеивании через сито с отверстиями диаметром 2 мм должен быть не более 5 %, а затем настаивание в нагретой до кипения

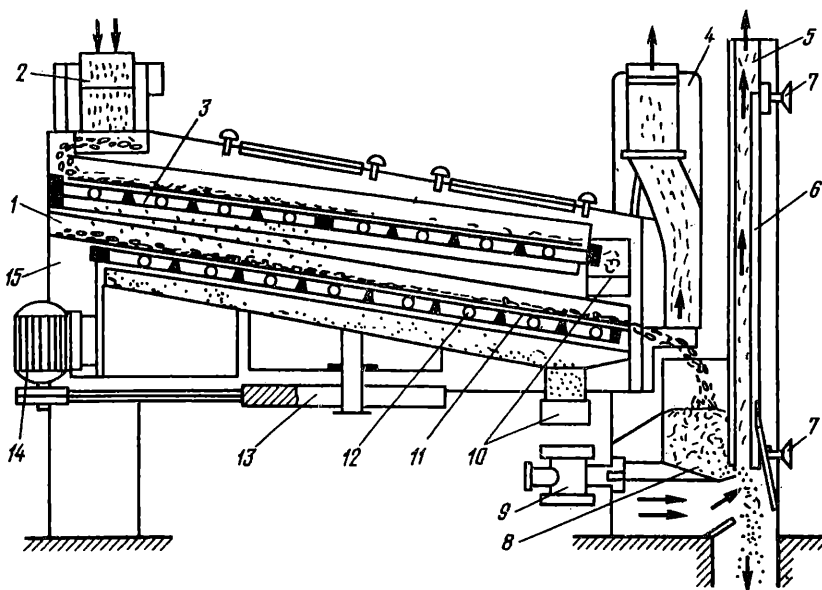


Рис. 51. Технологическая схема сепаратора "Граностар" (фирмы "Бюлер") :

1 — ситовый кузов; 2 — присмный патрубок; 3 — сортировочное сито; 4 — аспирационный патрубок; 5 — дополнительный пневмосепарирующий канал; 6 — подвижная стенка; 7 — регулировочные рычаги подвижной стенки; 8 — вибролоток; 9 — виброгенератор; 10 — лотки; 11 — подсевное сито; 12 — шары; 13 — дебалансный шкив; 14 — электродвигатель; 15 — станина

воде в течение 30 мин. В результате такой обработки происходит частичный гидролиз целлюлозы, образуются водорастворимые углеводы и усвояемость лузги возрастает.

Перед скармливанием животным подсолнечную лузгу можно также измельчить до размеров частиц не более 3 мм, а затем смешать при температуре 70–80 °С с осадками, полученными при гидратации и рафинации масла, — гидратационным осадком или соапстоком. После такого смешивания содержание липидов в лузге увеличивается до 8 %. Обогащенная липидами лузга может быть приготовлена в виде гранул — частиц диаметром 8–9 мм.

В любом случае обработки и обогащения подсолнечная лузга не может быть использована в качестве единственного кормового средства — ее содержание в рационе не должно превышать 10–25 % массы сухого вещества рациона в зависимости от вида сельскохозяйственных животных.

В связи с этим подсолнечную лузгу на масло-жировых предприятиях применяют в виде топлива, а также направляют на гидролизные заводы для производства кормовых дрожжей и других продуктов.

В то же время подсчеты показали, что применение подсолнечной лузги в качестве гранулированного компонента, обогащенного липидами гидратационных осадков или соапстоков, является экономически эффективным.

Шелуха семян хлопчатника может быть использована в качестве кормового средства без дополнительной обработки, хотя более целесообразно ее обогащать липидами соапстоков, а затем гранулировать. Количество вводимого соапстока должно быть 2–6 % массы шелухи, температура 60–80 °С. После обогащения содержание липидов в шелухе достигает 10 %, и в таком виде ее можно использовать в качестве основного корма для крупного рогатого скота.

Семенную оболочку соевых семян также можно скармливать без дополнительной обработки, но для молодых животных ее целесообразно предварительно измельчать. Так как содержание целлюлозы в оболочке сои относительно невелико, она может заменять зерно кукурузы в кормовых рационах не только животных, но и птицы.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СЕМЯН И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Для извлечения масла из семян или ядра необходимо разрушить клеточную структуру их тканей. Содержимое клеток — их маслосодержащая часть со всех сторон окружена клеточными стенками, которые существенно затрудняют технологические воздействия, необходимые для максимального извлечения масла из семян. Поэтому измельчение ядра семян (кожурного типа) или непосредственно семян (бескожурных) перед обезжириванием необходимо прежде всего для разрушения клеточных стенок — вскрытия клеточных структур.

Конечным результатом процесса измельчения является перевод масла, заключенного в клетках семян, в форму, доступную для дальнейших технологических воздействий.

При переработке семян приходится измельчать не только семена или их ядра, но и другие продукты, образующиеся в процессе переработки семян. При этом наряду с первоначальной (клеточной) структурой разрушают вторичную структуру материала, образованную при тепловых и механических воздействиях на маслосодержащий материал.

Необходимая степень измельчения достигается путем воздействия на обрабатываемый материал механических усилий, производящих раздавливающие, раскалывающие, истирающие или ударные действия. Обычно при измельчении материала используют сочетание нескольких указанных усилий.

Для продуктов, отличающихся твердостью, при измельчении наиболее эффективно применять ударное и раздавливающее усилие, для хрупких продуктов — раскалывающее, а для вязких продуктов, к числу которых относится большинство продуктов переработки семян, — раздавливающее в сочетании с истирающим действием.

Измельчение материала всегда связано с образованием новой, большей поверхности. Если разрезать куб на восемь равных частей, то образованная поверхность всех частей куба будет в два раза больше исходной поверхности куба. При дальнейшем измельчении поверхность частиц растет очень быстро.

Получаемый после измельчения ядра или семян материал называется **мятк**ой и отличается очень большой по сравнению с исходными семенами вновь образованной поверхностью, по которой происходило разрушение. Кроме разрушения клеточных оболочек при измельчении интенсивно разрушается также и маслосодержащая часть клетки. По мере ее разрушения большая часть масла высвобождается и сразу же покрывает образующуюся огромную поверхность частиц мятки в виде очень тонких пленок. Чем интенсивнее измельчение, тем меньше клеток остается неразрушенными, тем больше масла будет находиться в виде тонких пленок на поверхности частиц мятки.

Хорошо измельченная мятка должна состоять на 60 % от массы из однородных по размерам частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1 мм, не содержать целых неразрушенных клеток, и в то же время количество очень мелких (мучнистых) частиц в ней должно быть невелико, так как мелкие частицы осложняют ведение последующих технологических процессов.

Физические свойства измельчаемых семян и фракционный состав частиц получаемой из них мятки определяются влажностью и температурой семян. Сухие семена при измельчении дробятся в порошок. Измельчение при низких температурах также ведет к получению мучнистой структуры. Повышение влажности и температуры при измельчении увеличивает пластичность материала и позволяет получить мятку в виде

пластинок — лепестков, практически свободную от мучнистых частиц. Лепестковый помол содержит наибольшее число разрушенных клеток, масло в нем наиболее доступно технологическим воздействиям.

Получение наиболее желаемого лепесткового помола зависит не только от влажности и температуры измельчаемых семян, но также от способа измельчения и характеристики рабочих органов машин.

Для измельчения семян, ядра и продуктов их переработки применяют однопарные, двупарные и пятивалковые станки. Для первичного и грубого помола используют валки с нарезкой на поверхности в виде рифлей. Окончательное измельчение осуществляется на валках с гладкими поверхностями. Частота вращения валков (скорость рабочих поверхностей) может быть одинаковой или различной.

При равенстве частоты вращения двух валков в основном происходит раздавливание материала, при разной частоте — истирание и раздавливание. Оно тем интенсивнее, чем больше разность частот вращения.

Поверхность валков однопарных вальцовых станков может быть гладкой или рифленой. Степень измельчения регулируется изменением расстояния между валками.

Однопарная рифленая вальцовка (рис. 52) предназначена для предварительного грубого дробления целых семян, ядра или продуктов переработки семян (жмыхов). Глубина рифлей валков 3 мм.

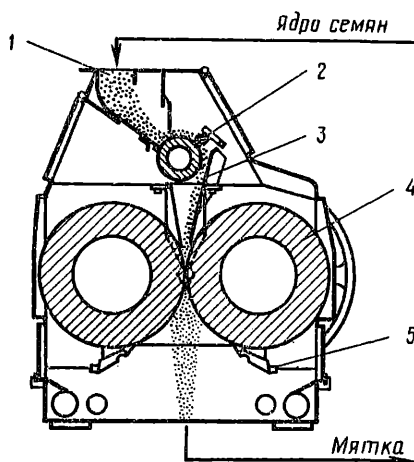


Рис. 52. Схема работы однопарной вальцовки:

1 — питатель; 2 — магнит; 3 — направляющий лист; 4 — валок; 5 — нож для очистки вала

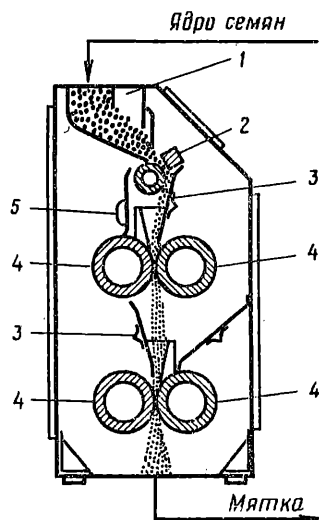


Рис. 53. Схема работы двупарного вальцевого станка:

1 — питатель; 2 — магнит; 3 — направляющий лист; 4 — валок; 5 — фартук

Для регулирования расстояния между валками, от которого зависит величина измельчающих воздействий, один из валков может перемещаться по горизонтальным направлениям. Его положение фиксируют с помощью пружины и зажимных гаек.

У двупарных вальцовых станков (рис. 53) поверхность верхней пары валков рифленая или зубчатая, а нижней — гладкая или слаборифленая. Частота вращения нижней пары валков, как правило, примерно одинаковая.

Разновидностью двупарных станков являются двупарные вальцовые дробилки. Они предназначены для предварительного измельчения жмыха материала, получаемого после прессования подготовленной мятки. Верхняя пара валков набирается из 16 зубчатых дисков. При попадании крупных твердых примесей (болтов, гаек и т. п.) валки могут раздвигаться по горизонтали в направляющих, пропуская примеси, а затем под действием пружины возвращаться в прежнее положение.

Размеры кусков жмыха после измельчения верхней парой валков 15–20 мм, нижней — 4–5 мм (крупка).

Вариантом двупарной вальцовки является двупарный плющильный вальцовый станок. В данном случае каждая пара валков работает как самостоятельный однопарный вальцовый станок. В результате одинаковой частоты вращения валков измельчаемый материал как бы прокатывается между валками.

Двупарная плющильная вальцовка (рис. 54) применяется для получения лепесткового помола из предварительно измельченных семян, ядра и жмыхов. Для равномерного распределения материала по длине валков под приемным бункером устанавливается вибратор 6. Валки вращаются от контакта с нижними. Степень приближения валков одного к другому регулируется путем смещения верхних валков, подшипники

которых могут перемещаться в направляющих и регулируются с помощью винтов с контргайками.

Вальцовый станок Б6-МВА (рис. 55) имеет четыре валка, расположенные на одной вертикальной оси. Он предназначен для размола семян

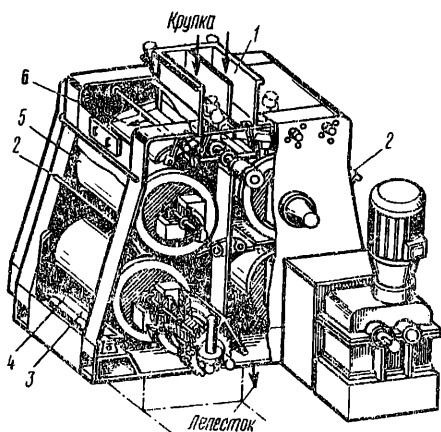


Рис. 54. Двупарная плющильная вальцовка:

1 — приемный бункер; 2 — направляющий щиток; 3 — нож для очистки валков; 4 — нижний валок; 5 — верхний валок; 6 — вибратор

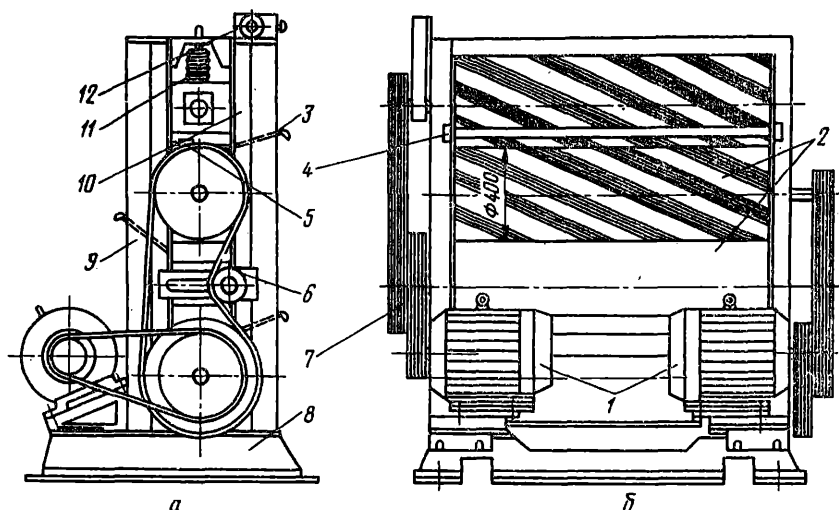


Рис. 55. Вальцовый станок Б6-МВА:

а — схема работы; *б* — общий вид: 1 — электродвигатели привода станка (левый и правый); 2 — размольные валки; 3 — направляющие листы; 4 — скребки для очистки валков от налипания мятки; 5 — механизм регулирования зазора между валками; 6 — натяжное устройство клиноременной передачи; 7 — ремни клиноременной передачи; 8 — плита основания; 9, 10 — стойки (колонны) станка; 11 — пружинное устройство для поджима верхнего валика; 12 — питательный валик

или ядер семян масличных растений. Валки имеют диаметр 400 мм, длину — 1250 мм, верхняя пара валков рифленая. Измельчаемые семена или ядро семян подаются через валковый питатель на направляющий лист межвалкового прохода между первым и вторым (сверху) валками. Затем грубо измельченная мятка поступает на направляющий лист межвалкового прохода между вторым и третьим валками, а затем — между третьим и четвертым валками. Величина межвалкового зазора — толщина помола уменьшается по ходу движения мятки. Межвалковый зазор можно регулировать. Частота вращения валков — верхнего (первого) 3,80; второго 3,98; третьего и четвертого 4,06 с^{-1} . Качество помола мятки — проход через одномилиметровое сито — не менее 60 %. Производительность вальцового станка при переработке семян подсолнечника 4,2 т/ч.

Рабочими органами пятивальцового станка типа ВС-5 являются пять валков, расположенных друг над другом по вертикали.

Пятивальцовый станок ВС-5 (рис. 56) предназначен для измельчения ядра и семян большинства масличных культур. Верхний валок, а иногда два верхних рифленые, нижние — гладкие.

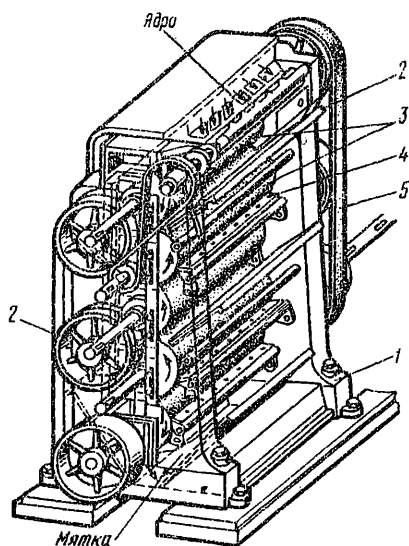


Рис. 56. Пятивальцовый станок ВС-5:

1 — станина; 2 — щиты; 3 — рабочие валки; 4 — ножи; 5 — привод

Валки свободно лежат друг над другом, в результате чего между валками создается постоянное давление, равное общей массе верхних валков (масса одного вала 800 кг). Измельчаемые семена или ядро семян поступает на щит, направляющий его к проходу между верхними двумя валками. После выхода из прохода измельчаемый материал с помощью следующего щита направляется к проходу между следующими двумя валками. При максимальном измельчении материал делает 4 прохода.

Вращение передается от нижнего пятого вала третьему и первому, второй и четвертый приводятся во вращение вследствие контакта с нечетными валками. Расстояние между валками при работе станка устанавливается самопроизвольно и зависит от количества измельчаемого материала, подаваемого в станок из питательного бункера.

Частота вращения валков 147–150 об/мин. Производительность пятивальцового станка ВС-5 при диаметре валков 400 мм и длине валков 1250 мм составляет 60 т/сут (в пересчете на семена подсолнечника). Максимальное количество разрушенных клеток достигает 70–80 %.

Конструкция пятивальцового станка не позволяет при необходимости регулировать степень измельчения материала, изменяя расстояние между валками. Другим недостатком пятивальцовых станков является очень высокий расход энергии на измельчение.

Более совершенным является двухпарный плющильно-вальцовый станок ФВ-600 (рис. 57). Принцип его работы заключается в однократном проходе между одной из двух независимых пар валков. Для каждой пары валков предусмотрено отдельное загрузочное устройство вибрационного типа. Каждая пара валков приводится во вращение от индивидуального привода. Один из валков в каждой паре может перемещаться с помощью механического устройства или автоматически с помощью гидромеханического устройства, развивающего давление 16 МПа и стабилизирующего постоянное расстояние между работающими валками. Валки имеют диаметр 600 мм; они вращаются в противоположные стороны с частотой вращения 300 об/мин.

Полученный после измельчения материал (мятка) представляет со-

бой смесь частиц разрушенного внутриклеточного содержимого и некоторого небольшого количества деформированных, но не разрушенных до конца клеток. Чем тщательнее помол, тем меньше неразрушенных клеток.

Степень разрушения клеточных структур семян и ядра существенно зависит от содержания лузги, или шелухи, влажности и температуры.

Лузга отрицательно влияет на качество измельчения. При большом содержании лузги, или шелухи, в ядре измельчение затрудняется прежде всего из-за высокой механической прочности оболочек семян.

Ядро низкой влажности и температуры дает при измельчении много мелких частиц, содержащих частично разрушенные и неразрушенные клетки.

При очень высокой влажности ядра работа измельчающих машин затрудняется: из-за повышенной пластичности ядро налипает на поверхность валков, забивает рифли и устройства, очищающие валки. Поэтому влажность ядра (семян) и содержание лузги в ядре, предназначенном для измельчения, строго регламентированы. Влажность подсолнечного ядра, направляемого на измельчение, должна быть 5,5–6 %, а содержание лузги — не выше 12 %. Качество получаемой мятки, определяемое путем просеивания через сито с отверстиями диаметром 1 мм, должно характеризоваться проходом ее частиц в количестве не менее 60 % массы мятки.

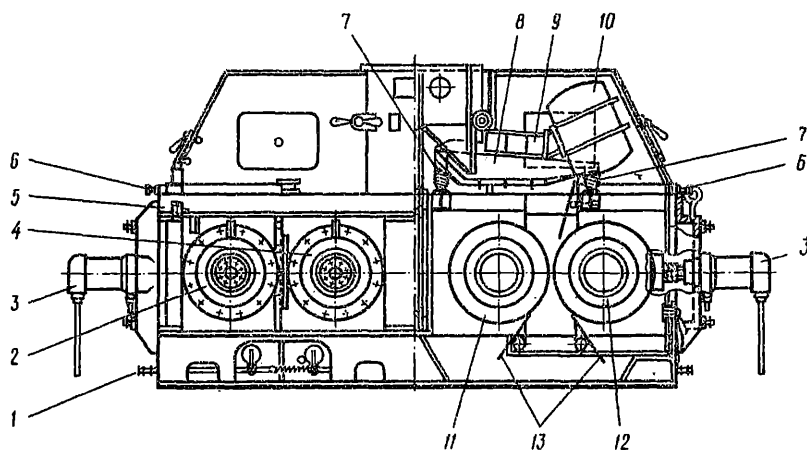


Рис. 57. Двупарный шпоцильно-вальцовый станок ФВ-600:

1 — регулировочное устройство скребковых ножей; 2, 4, 11, 12 — валки; 3 — гидромеханическое прижимное устройство; 5 — корпус; 6 — устройство для ручного регулирования расстояния между валками; 7 — пружины сжатия; 8 — вибрационное устройство; 9 — вибрационное загрузочное устройство; 10 — электромагнитный вибратор; 13 — скребковые ножи для очистки поверхности валков

Влажность измельчаемого хлопкового ядра должна быть равна 8,5–10,5 %, а содержание шелухи – 10–15 %. Проход через сито с отверстиями 1 мм должен составлять 50–60 % массы мятки.

Температура семян и ядра при измельчении обычно равна 20–25 °С, для большинства масличных культур подогрев перед измельчением не применяется. Исключение составляют соевые семена, которые для получения лепесткового помола кроме увлажнения немного подогревают.

Продукты переработки семян (жмыхи) при измельчении перед подачей на плющильные вальцовые станки для получения помола лепестковой структуры необходимо увлажнять и нагревать.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Основные правила техники безопасности в рушально-веечных, шелушильно-сепараторных и вальцовых цехах сводятся к следующему.

При работе обрушивающих машин запрещается открывать кожух питательного бункера, чистить на ходу питатель или извлекать из него посторонние предметы. Во время ремонта необходимо следить за надежностью крепления рабочих органов машин. При появлении посторонних шумов или ударов, повышенной вибрации следует немедленно остановить машину.

При работе машин для разделения рушанки необходимо следить за креплением ситовых рам, запрещается чистить сита и менять их без остановки машины, снимать ограждения приводов.

При обслуживании вальцовых станков чистка валков, а также извлечение посторонних предметов, попавших в питатель или между валками, разрешаются только при полной остановке вальцового станка. Втягивающее усилие между валками составляет около 100 кг, и нарушение этого требования (чистка валков на ходу машины) приводит к тяжелым последствиям. Снятие, установка и перемещение валков должны выполняться с использованием средств механизации этих работ (талей, монорельсов, тележек).

Смазочные трубки вальцового станка должны быть выведены за пределы ограждений движущихся органов машины.

Контрольные вопросы

1. Чем вызвана необходимость отделения оболочки от ядра при переработке масличных семян?
2. Какими способами осуществляется обрушивание семян?
3. Как устроены обрушивающие машины для семян подсолнечника?
4. Какие преимущества имеют центробежные обрушивающие машины по сравнению с бичевыми семенорушками?
5. По каким показателям оценивается работа обрушивающих машин?
6. Какие методы положены в основу разделения рушанки на лузгу и ядро?
7. Как работают аспирационные вейки?

8. Как без лабораторных анализов обнаружить, что аспирационная вейка перегружена?
9. В чем заключаются особенности разрушения хлопковых семян и как это учтено в устройстве дисковых и ножевых шелушителей?
10. Как в производстве получают мятку и как определяется ее качество?
11. Чем характеризуются измельчающие воздействия на материал при различных соотношениях частот вращения валков?
12. Как влияют влажность, температура и содержание лузги в измельченном материале на качество мятки?
13. Почему присутствие мучнистых фракций в мятке нежелательно?
14. Как работает вальцовый станок ФВ-600, в чем его преимущества перед пятивальцовым станком?

Глава 4

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ОТЖИМА

ВЛАГОТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МЯТКИ

Если измельченные масличные семена (мятку) направить после вальцового станка в пресс, то, несмотря на большое давление, в прессе удастся извлечь лишь небольшое количество (примерно 10–15 % общего содержания) масла, содержащегося в мятке.

Это обусловлено тем, что масло, распределенное в мятке в виде тонких пленок на поверхности измельченного ядра, удерживается огромными поверхностными силами, величина которых намного больше давлений, развиваемых лучшими прессами, применяемыми для извлечения масла.

Для эффективного извлечения масла из мятки необходимо преодолеть или хотя бы заметно уменьшить поверхностные силы, удерживающие масло.

Этой цели служит влаготепловая обработка мятки — приготовление мезги, или жаренье, которое является важнейшей технологической операцией подготовки мятки к извлечению масла.

Под действием влаги масло в мятке переходит в относительно свободное состояние.

В увлажненной мятке масло содержится в легко извлекаемой форме. Но одновременно с этим мятка, содержащая большое количество воды, является очень пластичным материалом, и если ее направить в таком виде в пресс, то она не окажет сопротивления прессующему воздействию в прессе и масло не отпрессуется. Чтобы отжать масло, необходимо придать мятке жесткость, уменьшив ее пластичность. Для этого необходимо снизить ее влажность и одновременно изменить физико-химические свойства составляющих ее компонентов. Это достигается действием тепла на увлажненную мятку.

При действии тепла на увлажненную мятку вначале растет актив-

ность ферментов, ухудшающих качество масла, — усиливаются гидролиз триацилглицеролов с образованием свободных жирных кислот, окисление ненасыщенных жирных кислот, происходит изменение фосфолипидов, затрудняющее их выделение из масла. Возникают также другие нежелательные изменения в липидной и нелипидной частях мятки, снижается качество продуктов, получаемых при переработке масличных семян. Существенным изменениям подвергаются белки — основной по массе компонент нелипидной части семян. Начавшиеся при увлажнении мятки и ее нагревании гидролитические процессы, в результате которых в мятке накапливаются полипептиды и свободные аминокислоты, быстро прекращаются из-за быстрого роста температуры. Дальнейшее нагревание мятки сопровождается глубокой денатурацией белков семян.

При нагревании мятки также снижается вязкость масла, что облегчает последующее его вытекание из прессуемого материала.

В результате этих взаимосвязанных изменений под действием влаги и тепла мятка изменяет свои химические и физико-механические свойства и превращается в мезгу.

В производственных условиях процесс влаготепловой обработки (приготовление мезги) складывается из двух периодов.

Первый период — увлажнение мятки и подогрев — осуществляется в аппаратах для предварительной влаготепловой обработки мятки — инактиваторах или пропарочно-увлажнительных шнеках. Интенсивное кратковременное нагревание мятки до температуры 80–85 °С с одновременным увлажнением служит для равномерного распределения влаги в мятке и инактивирования ферментных систем семян. В течение этого периода происходит процесс избирательного смачивания и основная работа по уменьшению связанности масла с нелипидной частью семян на поверхности частиц мятки.

Влажность мятки после увлажнения приведена ниже.

<i>Семена</i>	<i>Влажность, %, не выше</i>
Подсолнечник	8–9
Хлопчатник сорта	
I–III	11,5–13,5
IV	13,5–17,5
Лен	8–9
Клещевина	11,5–12,5

Второй период — высушивание и нагрев увлажненной мятки — осуществляется в жаровнях различной конструкции. Влажность готовой мезги доводят до уровня, обеспечивающего достижение физико-механических свойств, необходимых для работы шнекового пресса данного типа, путем придания желаемого уровня денатурации белковых веществ в мезге.

Специфической особенностью этого процесса является сушка мятки в высоком или толстом слое (более 300 мм). При этом возникает явление

ние самопропаривания водяной пар, удаляемый из нижних слоев (подогрев мезги ведется преимущественно снизу через днище чанов), проходит через толстый слой мятки и способствует частичному распаду (деагрегированию) комков, образованных при увлажнении в первом периоде влаготепловой обработки.

При влаготепловой обработке также образуются спекшиеся, трудно деагрегирующие частицы мезги — вторичные структуры, состоящие из денатурированных белков, из которых отжим масла затруднен. Самопропаривание ведет к некоторому уменьшению вторичных структур, разрыхляя поверхность спекшихся частиц, хотя глубина денатурации белков растет. Замедляя процесс подсушки мезги, самопропаривание увеличивает глубину полезных технологических изменений мезги и повышает ее однородность.

Конечная влажность готовой мезги низкая, материал подсушивают при непрерывно повышающихся температурах (80—105 °С).

Эффект прессования (глубина отжима масла) обусловлен параметрами готовой мезги — температурой, влажностью и достигнутой под их действием глубиной денатурации белковых веществ, определяющих физико-механические свойства мезги, поступающей в пресс. Влажность и температура готовой мезги приведены ниже.

Семена	Влажность, %	Температура, °С
Подсолнечник	5—6	100—105
Хлупчатник сорта		
I—III	4,5—5,5	105—110
IV	5—6	100—105
Лен	4,5—5	95—100
Кутежевина	5,5—6,5	110—115

Мезга с такими характеристиками обеспечивает эффективный предварительный отжим масла. Для окончательного отжима параметры мезги должны быть более жесткими (конечная влажность 3—4 %, температура 110—120 °С).

Первый период влаготепловой обработки ведут в шнековых инактиваторах. Групповой шнековый инактиватор (рис. 58) состоит из

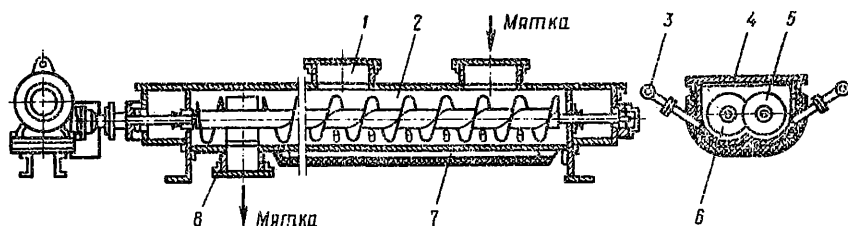


Рис. 58. Групповой шнековый инактиватор:

1 — аспирационный патрубок; 2 — спаренный двойной желоб; 3 — форсунка; 4 — крышка; 5, 6 — шнековые валы; 7 — паровая трубка; 8 — разгрузочное устройство

стального спаренного желоба, обогреваемого через паровые трубы, установленные на наружной поверхности желоба. Внутри желоба расположено два шнековых вала, диаметр и длина которых выбираются в зависимости от необходимой производительности инактиватора. Шнековые валы имеют витки правого и левого вращения и вращаются в противоположные стороны с частотой 45–62 об/мин. Витки шнеков частично входят в межвитковое пространство друг друга. Это обеспечивает их взаимную очистку от налипания мятки и улучшает качество увлажнения и нагревания.

Для нагрева и увлажнения мятки в нижней части желоба под углом 60° установлены сопла и форсунки (10–40 шт.), через которые в мятку подается острый пар. В верхней крышке инактиватора расположены патрубки для впуска мятки и для удаления избытка водяного пара; в нижней части желоба — патрубок для выхода обработанной мятки. Давление пара, поступающего в форсунки для обогрева желоба, поддерживается на уровне 0,2–0,25 МПа, температура пара — 180–200 °С.

Как правило, увлажнения мятки водой не требуется. В случае переработки пересушенных семян дополнительное увлажнение мятки рекомендуется осуществлять только конденсатом.

Диаметр шнеков 400–600 мм, длина 3000–5170 мм, производительность инактиваторов 100, 200, 400 и 600 т/сут (в пересчете на семена).

Второй период влаготепловой обработки ведут в обогреваемых водяным паром жаровнях — чанных, барабанных и шнековых.

Чанные жаровни. В настоящее время чанные жаровни являются наиболее совершенными. Они состоят из 5, 6 или 7 чанов, работающих последовательно. Чан жаровни (рис. 59) представляет собой стальной цилиндр, обогреваемый через двойное днище и иногда через двойные (ци-

линдрические) стенки водяным паром. Для перемешивания мятки в каждом чане предусмотрены мешалка, перепускные устройства для мятки, патрубок для отвода водяных паров, а также устройство для ввода острого пара.

Чаны шестичанной жаровни Ж-68 (рис. 60) расположены один

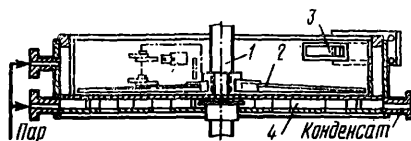
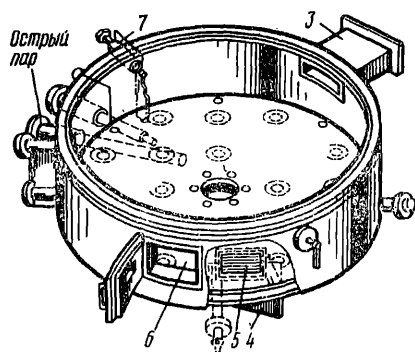


Рис. 59. Устройство чана жаровни:

1 — вал жаровни; 2 — нож-мешалка; 3 — аспирационный патрубок; 4 — паровая рубашка стенок и днища чана; 5 — перепускное отверстие для мезги в днище чана (в нижерасположенный чан); 6 — люк для осмотра и ремонта чана; 7 — уровнемер

Рис. 60. Схема шестичанной жаровни Ж-68:

1 — паровая рубашка стенок и днища чана; 2 — чан (один из шести); 3 — днище чана; 4 — привод жаровни; 5 — аспирация чанов; 6 — вал жаровни; 7 — лопасть ножа-мешалки

под другим, по вертикальной оси проходит общий вал, на котором в каждом чане закреплены ножи-мешалки. Диаметр чанов 2100 мм, высота 435 мм.

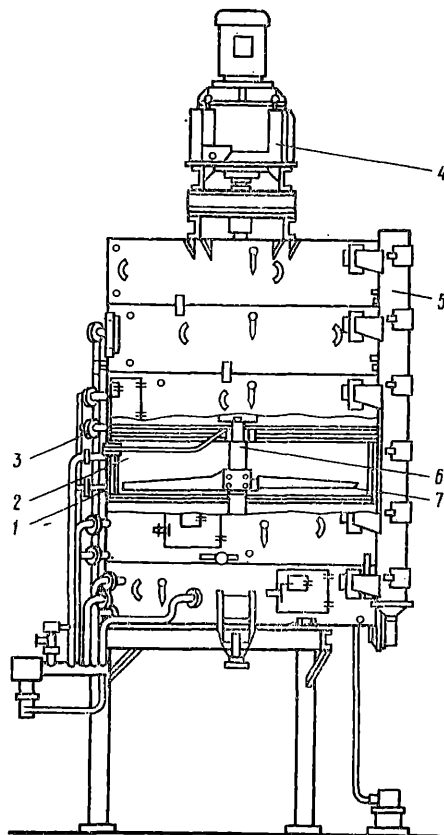
Вал вращается с частотой 32 об/мин. Чаны обогревают глухим паром через днища и боковые (цилиндрические) стенки. Поверхность нагрева рубашек $33,5 \text{ м}^2$, рабочее давление пара 0,6 МПа. Производительность жаровни 140 т/сут (в пересчете на семена).

Для перепуска мезги из чана в чан служат клапаны, к которым крепится щиток с рычагом, указывающим уровень мезги в чане. Свободное от мезги пространство чана должно быть заполнено насыщенным водяным паром, циркуляция воздуха недопустима — окислительные процессы в мезге должны быть по возможности исключены.

Испаряющаяся влага удаляется из жаровни с помощью естественной вытяжки, иногда применяют принудительную вытяжку с вентилятором через карманы и аспирационную систему.

Необходимость создания оборудования высокой единичной мощности привела к созданию семичанной жаровей, применяемых в агрегатах РЗ-МОА и ХСП-26. Семичанная жаровня имеет паровые рубашки в днищах и боковых стенках — в обечайках, охватывающих весь чан по высоте.

Первый, второй и нижний чаны снабжены патрубками для подвода острого пара: в первый и второй чаны — для увлажнения мятки. В случае работы без инактиватора или пропарочно-увлажнителя первый период влаготепловой обработки проводится в первом чане жаровни, в нижнем чане острый пар необходим на случай перегрева и пе-



ресушивания мезги. Температура готовой мезги в нижнем чане измеряется дистанционным термометром.

Барабанные жаровни. Один из видов барабанной жаровни, применяемой в промышленности, имеет диаметр 920 мм, обогрев осуществляется через паровую рубашку поверхностью $10,25 \text{ м}^2$. Мезга перемещается лопастной мешалкой с частотой 32 об/мин.

Шнековые жаровни. Шнековые жаровни в промышленности чаще всего применяются только для первого периода влаготепловой обработки в качестве пропарочно-увлажнительного аппарата. Шнековая жаровня представляет собой транспортный шнек, к которому подведен пар, конденсат или вода, подающиеся в мятку через трубки или форсунки. Диаметр шнека 350 мм, длина не менее 3000 мм. Обогрев желоба шнека осуществляется через наружную паровую рубашку глухим паром.

Качество мезги, приготовленной в шнековых и барабанных жаровнях, ниже, чем в чанных, прежде всего из-за высокой неоднородности мезги по физико-механическим свойствам. Этим объясняется ограниченное использование их в промышленности.

ОТЖИМ МАСЛА

В современной технологии производства растительных масел пресование как способ извлечения масла из семян чаще всего предшествует окончательному обезжириванию материала органическим растворителем экстракции. Только в сравнительно небольших объемах используют чисто Прессовый отжим масла.

В начале отжима масла из мезги прессуемый материал уплотняется, сближаются частицы мезги и соприкасаются поверхностные слои масла, расположенные на сближающихся (контактирующих) при уплотнении материала частицах. Толщина слоев масла увеличивается, и масло из-за непрерывного увеличения толщины слоя уже не удерживается поверхностными силами на частицах, тем более что общая поверхность частиц все время уменьшается, и начинает выделяться в свободном состоянии.

При дальнейшем уплотнении мезги частицы ее деформируются и масло начинает течь не только с поверхности, но и по внутренним капиллярам деформируемых частиц. Дальнейшее увеличение давления на материалы ведет к сплавлению частиц. Этому способствует возрастание температуры материала из-за превращения части механической энергии в тепловую. В результате роста давления и температуры пластичность мезги значительно возрастает, мезга перестает воспринимать давление, и отжим масла практически прекращается, хотя внутри материала еще остается некоторое количество масла.

Зависимость между конструкцией пресса и физико-механическими свойствами прессуемой мезги является очень сложной, так как в ходе

прессования непрерывно уменьшается содержание масла в материале, продолжается денатурация белковых веществ и изменяется температура мезги, в результате чего физико-механические свойства мезги непрерывно изменяются.

Шнековый пресс (рис. 61) состоит из разъемного ступенчатого цилиндра, стенки которого выполнены из стальных пластин, уложенных в каркасе цилиндра так, что между пластинами имеются узкие щели для выхода отпрессованного масла, и шнекового вала, составленного из отдельных винтовых звеньев, разделенных промежуточными цилиндрическими или коническими кольцами.

Разъем цилиндра может быть выполнен по горизонтали или вертикали. В прессах новых конструкций применяют главным образом вертикальный разъем. В месте разъема помещают два комплекта фигурных ножей, необходимых для предотвращения проворачивания прессуемого материала вместе со шнековым валом и для очистки колец и винтов от прилипающей мезги.

Прессуемый материал (мезга) поступает через питатель внутрь ступенчатого цилиндра, так называемого зеера (цедилки), или зерного барабана, захватывается там витками шнекового вала и перемещается

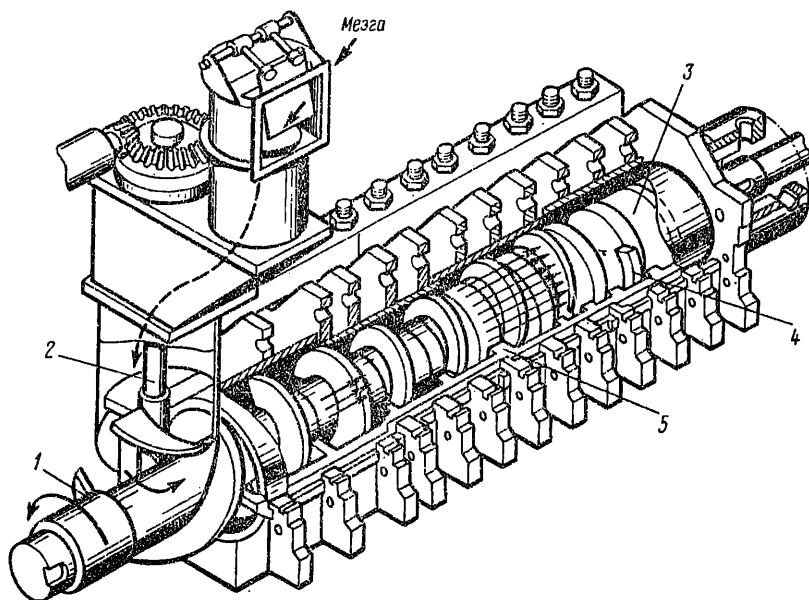


Рис. 61. Устройство шнекового пресса:

1 — шнековый вал; 2 — питатель; 3 — зерный цилиндр (барабан); 4 — шнековый виток вала пресса; 5 — нож зерного цилиндра

к выходу из пресса. Особенностью шнекового пресса является непрерывное уменьшение транспортирующей способности (производительности) шнекового вала от точки поступления мезги в пресс и до ее выхода из пресса. Это достигается несколькими способами, прежде всего путем уменьшения шага витков шнекового вала и свободного пространства между телом шнекового вала и внутренней поверхностью зернового барабана к выходу из пресса. Поэтому прессуемый материал, попавший внутрь пресса, сначала уплотняется, а затем начинает сжиматься тем сильнее, чем дальше продвигается он вдоль оси шнекового вала.

Следовательно, отжатие масла из мезги в шнековом прессе происходит в результате постоянного уплотнения ее вследствие уменьшения производительности шнекового вала по направлению к выходу из пресса и непрерывного сокращения свободного объема внутри зернового цилиндра для прохода мезги через пресс.

Чтобы повысить давление на прессуемый материал, на выходе из пресса устанавливают регулирующее устройство (конус, диафрагму, кольца), позволяющее изменять ширину выходного кольцевого отверстия и соответственно толщину выходящего жмыха.

В прессах, предназначенных для получения жмыха заданной формы и размеров, устройство на выходе из пресса представляет собой матрицу — фильеру с отверстиями различного размера и формы. Это позволяет получать гранулированный жмых.

Величина максимального давления, развиваемого шнековым прессом, зависит от физико-механических свойств мезги, созданной в ходе влаготепловой обработки, ее влажности и температуры. Только при определенном для данного типа пресса сочетании температуры, влажности и обусловленных ими пластических свойств приготовленной мезги возможен максимальный отжим масла в прессе.

При поступлении в пресс мезги влажностью, превышающей оптимальный уровень, ее пластические свойства проявляются задолго до развития максимума давления, возможного для данной конструкции пресса. Влажная мезга не формируется в виде жмыха-ракушки и выходит из пресса в виде бесформенной мягкой массы. Отпрессовывания масла практически не происходит, величина нагрузки по амперметру электродвигателя пресса в этом случае близка к величине холостого хода электродвигателя.

При пересушенной мезге, влажность которой ниже оптимальной для данного пресса, максимально возможное давление, развиваемое прессом, оказывается ниже давления, необходимого для появления у мезги пластических свойств. Из пресса в этом случае выходит не жмых-ракушка, а сыпучий несформированный материал в виде муки или крупки. Нагрузка на электродвигатель пресса по амперметру находится за пределами допустимой, в результате чего возможна поломка пресса (разрушение зернового барабана, обрыв шнекового вала) или его остановка под нагрузкой (запрессовывание), если своевременно сработает

вает электрическая защита электродвигателя или механическая защита, предусмотренная конструкцией пресса.

Температура процесса прессования существенно влияет на эффективность отжима масла и работу пресса.

На холодном, неразогретом прессе невозможно получить жмых-ракушку низкой масляности, поэтому в случае пуска шнекового пресса после длительной остановки мезга должна поступать в пресс сначала в небольших количествах до полного разогрева пресса и достижения теплового равновесия между теплом, которое приносится мезгой и образуется в процессе отжима (в результате преобразований механической энергии прессования в тепловую при трении частиц мезги друг о друга, шнековый вал и о зерный барабан), и теплом, уходящим из пресса вместе с маслом и жмыхом, теплопотерями конструкции пресса в окружающую среду.

Если тепловое равновесие работающего шнекового пресса нарушается, то изменяются технологические характеристики его работы. Иногда это свойство пресса используют сознательно. Так, при орошении зерного барабана пресса маслом для освобождения зерных щелей от частиц мезги, выходящих из зерного барабана вместе с отпрессованным маслом, одновременно наблюдается некоторое снижение температуры зерного барабана и масляности получаемого жмыха, выходящего из пресса. Понижение температуры прессования в этом случае ведет к некоторому снижению пластических свойств прессуемой мезги, и в результате этого максимальное давление, развиваемое прессом, возрастает.

Максимальное давление, развиваемое шнековыми прессами, составляет 25–30 МПа. Степень сжатия мезги — отношение объема мезги, поступившей в пресс, к объему материала, выходящего из пресса, находится в пределах 2,8–4,4, продолжительность прессования в прессах различных типов составляет 78–225 с. Температура мезги в ходе прессования возрастает на 15–30 °С по сравнению с температурой мезги, поступающей в пресс.

В зависимости от давления на прессуемый материал и масляности выходящего жмыха шнековые прессы делятся на прессы предварительного (неглубокого) съема масла (форпрессы) и прессы окончательного (глубокого) съема масла (экспеллеры).

Форпрессы широко применяются в технологических схемах экстракционных заводов. Характерной особенностью форпрессов является высокая производительность, при переработке подсолнечника она равна 80–300 т/сут (в пересчете на семена), при сравнительно невысоком съеме масла — 60–85 % общего содержания в семенах (масличность жмыха 14–18 %). В связи с этим частота вращения шнекового вала у форпрессов большая (36–72 об/мин), толщина выходящей ракушки 8–12 мм. Продолжительность прессования — время прохождения мезги через пресс — не превышает 80 с.

Прессы глубокого съема работают со значительно меньшей произ-

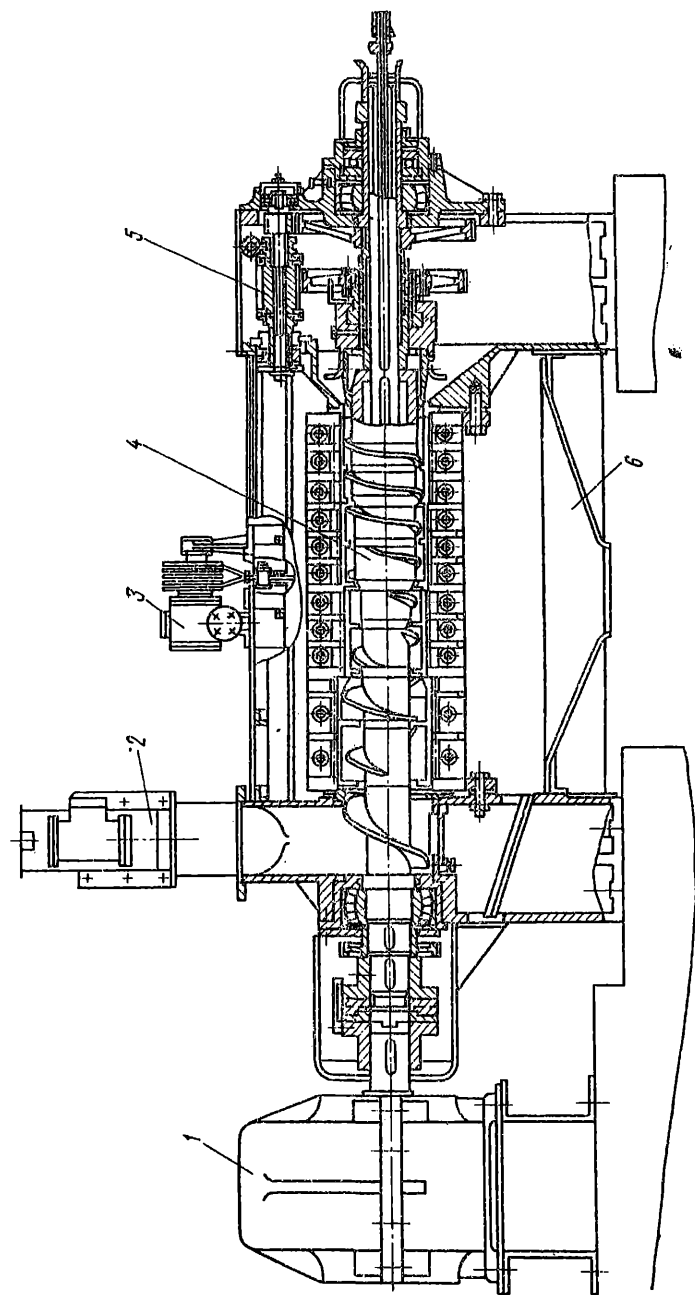


Рис. 62. Форпресс предварительного прессования МП-68:

1 — редуктор привода пресса; 2 — питатель; 3 — механизм для сборки и разборки (разъема) зернового цилиндра; 4 — шиберный вал; 5 — конусный механизм для регулирования толщины жмыха; 6 — поддон для масла

водительностью (18–30 т/сут также в пересчете на подсолнечные семена), но зато масличность жмыха у них 4–7 %. Это обусловлено длительным нахождением материала в прессе (220–225 с) вследствие медленного вращения вала (5–18 об/мин) и небольшой ширины выходной кольцевой щели для жмыха — толщина ракушки, выходящей из пресса, находится в пределах 3–5 мм.

Разновидностью прессов глубокого съема являются шнековые прессы однократного окончательного отжима, в которых мезга сначала подвергается относительно слабому предварительному, а затем окончательному глубокому отжиму. В отдельных случаях такие прессы могут быть использованы при изменении режима работы (прежде всего частоты вращения шнековых валов) как прессы предварительного прессования.

В масло-жировой промышленности находит применение форпресс МП-68 (рис. 62), предназначенный для предварительного отжима масла из мезги масличных семян. Зеерный барабан пресса четырехступенчатый, выполнен с вертикальным разъемом и состоит из двух шарнирно-соединенных цельнолитых половин. Внутри зеерного барабана проходит шнековый вал, имеющий девять витков. Частота вращения вала (18, 24 или 37 об/мин) регулируется трехскоростным электродвигателем привода. При распрессовках пресса возможно проворачивание вала шнека в обратную сторону переключением двигателя.

Толщина выходящего жмыха регулируется в зависимости от заданных условий работы изменением ширины выходной кольцевой щели путем изменения положения цилиндрической втулки по отношению к конусу, закрепленному на валу пресса.

При работе шнекового пресса МП-68 на мезге из подсолнечных семян производительность одного пресса составляет 70 т/сут (в пересчете на семена). При толщине жмыха 9–12 мм и частоте вращения 24 об/мин масличность жмыхов колеблется в пределах 16–18 %. Вместе с маслом из пресса МП-68 через щели зеерного барабана выходит относительно немного мезги (осыпи, или обратного товара) 1,5–2,5 % массы переработанных семян.

При переработке мезги из семян хлопчатника масличность жмыха ниже (11–12 %), а частота вращения шнекового вала выше — 37 об/мин. Производительность пресса, толщина ракушки в этом случае такие же, как и при переработке подсолнечника.

Кроме пресса МП-68 в масло-жировой промышленности находят применение шнековые прессы ХСП-26 и ЕТП-20.1, а также прессы-грануляторы Г-24.

Первые два предназначены для предварительного отжима масла из мезги.

Шнековый пресс-гранулятор Г-24 (рис. 63) предназначен для отжима масла из мезги масличных семян с одновременным получением строго калиброванных гранул жмыха заданной формы.

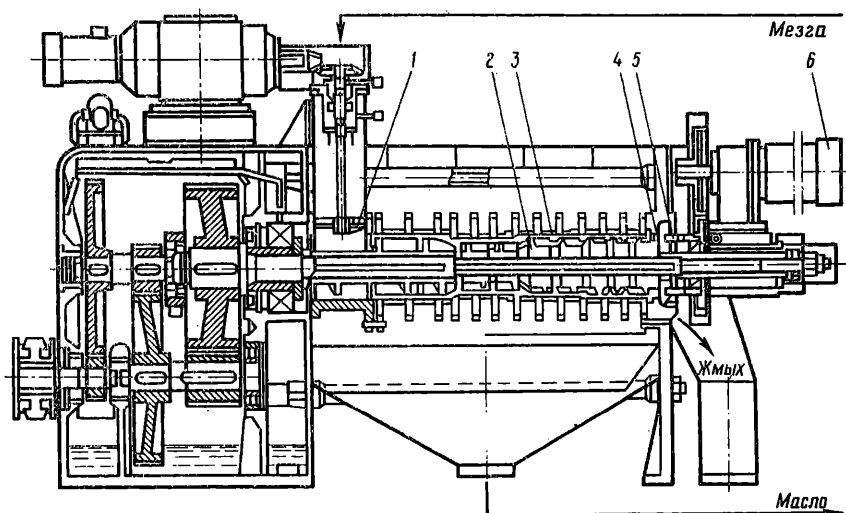


Рис. 63. Шнековый пресс-гранулятор Г-24:

1 — питатель пресса; 2 — вал пресса; 3 — зерный цилиндр; 4 — матрица; 5 — нож для резки гранул; 6 — привод ножей; 7 — поддон для масла

Основное отличие пресса-гранулятора Г-24 от уже рассмотренных шнековых прессов заключается в том, что вместо конусного устройства, регулирующего толщину жмыха на выходе из пресса, предусмотрено устройство для формирования жмыховых гранул. Это устройство включает в себя съемные матрицы-фильтры с отверстиями различных форм и размеров. Для подачи мезги на матрицу на валу пресса установлен трехзаходный разгрузочный виток.

При переработке семян хлопчатника производительность пресса-гранулятора не ниже производительности пресса МП-68 при масличности гранул 10 %. Частота вращения шнекового вала 24 об/мин, диаметр отверстий в матрице 6,5 мм, гранул 25 мм. При работе пресса-гранулятора можно достичь высокой производительности при сравнительно небольшом повышении масличности жмыха (гранул), используя матрицу с мелкими (относительно) отверстиями. Применение матрицы, несмотря на большую суммарную площадь для выхода жмыха, позволяет создать более высокое давление в прессе, чем в прессе обычной конструкции с кольцевым выходом жмыха, в котором увеличение сечения кольцевой щели ведет к резкому падению давления в чере пресса.

В последние годы в масло-жировой промышленности используют шнековые прессы РЗ-МОА-10, которые должны заменить прессы

Рис. 64. Шнековый пресс РЗ-МОА в агрегате с семичанной жаровней:

1 — пресс; 2 — жаровня; 3 — привод жаровни; 4 — кран-укосина для разборки и сборки зерного цилиндра пресса; 5 — питатель пресса; 6 — привод пресса

других типов. Они выпускаются машиностроительными предприятиями в составе маслоотжимного агрегата РЗ-МОА.

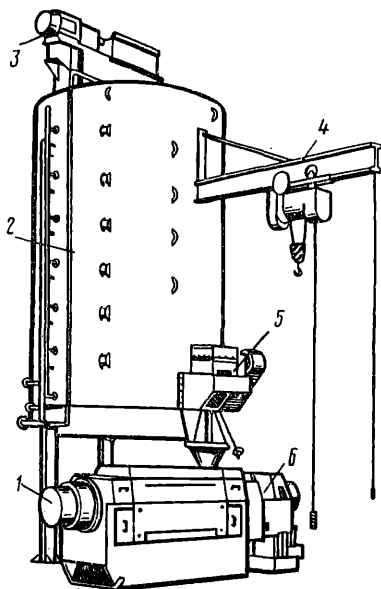
Агрегат РЗ-МОА (рис. 64) состоит из семичанной жаровни, шнекового пресса с питателем, крана-укосины с электроталью, применяемого при разборке и сборке зерного цилиндра пресса. Агрегат снабжен автоматическим регулированием уровня мезги в верхнем чане жаровни. Жмых, выходящий из пресса, может иметь структуру ракушки или гранул. Частота вращения шнекового вала пресса 42—72 об/мин, производительность пресса 300 т/сут в пересчете на семена подсолнечника, масличность жмыха 14—16 %. Семичанная жаровня агрегата состоит из чанов диаметром 3000 мм, общая поверхность нагрева жаровни 80 м².

Как правило, шнековые прессы предварительного прессования могут быть укомплектованы запасными частями, которые позволяют заменить шестерни редуктора и шкивы привода пресса таким образом, чтобы частота вращения шнекового вала понизилась до 8—12 об/мин, установить другие витки на шнековом валу и ножи зерного барабана, уменьшить ширину щелей для выхода масла между пластинами зерного барабана и толщиной жмыха, выходящего из пресса.

Такое изменение конструкции пресса существенно уменьшает производительность пресса, но одновременно резко снижает масличность жмыха — пресс предварительного прессования превращается в шнековый пресс окончательного отжима. Отжим масла в прессе окончательного отжима требует мезги с меньшей влажностью и более высокой температурой, поэтому кроме изменения конструкции пресса необходимо изменить режим работы жаровни пресса.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования техники безопасности по прессовому производству могут быть сведены к следующему.



При работе жаровен запрещается повышать установленное паспортными данными давление пара в рубашках чанов, а также выключать магнитные сепараторы, очищающие от ферропримесей мятку, поступающую в жаровни. При работе жаровень запрещается открывать крышки верхних чанов, извлекать попавшие в них предметы, а также вести работы, связанные с опасностью падения в чан.

При работе шнековых прессов запрещается увеличивать нагрузку на пресс выше норм, установленных технологической инструкцией, чистить на ходу зерный барабан без защитных средств, отбирать пробу жмыха непосредственно из-под конуса пресса, а также снимать защитные шитки (фартуки), ограждающие зерный барабан при работе пресса.

Не рекомендуется прикасаться к горячим частям пресса руками без защитных средств.

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводят влаготепловую обработку маслосодержащего материала перед прессованием?
2. Из каких периодов складывается влаготепловая обработка мятки?
3. Как устроен и работает инактиватор?
4. Какие типы жаровен применяют для обработки мятки и как их особенности влияют на качество мезги?
5. Как устроена и работает чанная жаровня?
6. Как происходит процесс механического отжима масла из мезги в шнековом прессе?
7. Как устроен зер шнекового пресса?
8. Какие устройства применяются в прессах для регулирования толщины ракушки?
9. Как влияют температура и влажность мезги на работу шнекового пресса?
10. Чем отличаются режимы работы форпрессов и прессов окончательного отжима?
11. Можно ли форпресс использовать для окончательного отжима масла? Что для этого необходимо сделать?

Глава 5

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ. РАСТВОРИТЕЛИ И ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛА

Прессовым способом невозможно добиться полного обезжиривания материала, так как на поверхности жмыха всегда остаются тончайшие слои масла, удерживаемые большими поверхностными силами.

Силы, удерживающие масло в поверхностных слоях, во много раз превышают давления, развиваемые современными прессами. Единственным способом, позволяющим обеспечить практически полное извле-

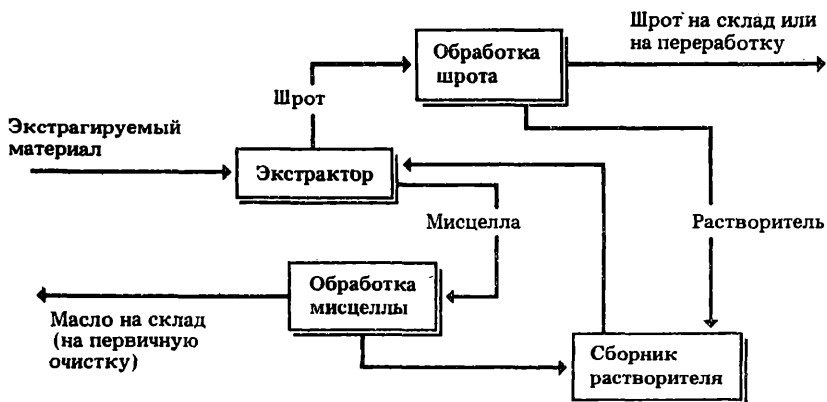


Рис. 65. Схема экстракционного процесса

чение масла, является экстракционный способ, при котором силы, переводящие масло в раствор, превосходят силы, удерживающие масло в экстрагируемом материале.

Эффективность экстракционного способа наглядно видна при сравнении потерь масла в производстве на прессовом и экстракционном заводах (рис. 65).

Потери масла в производстве слагаются из потерь его с лузгой (шелухой), отделяемой от семян, потерь со жмыхом окончательного прессования (на прессовом заводе) или со шротом (на экстракционном заводе) и неучтенных потерь масла, которые могут быть приняты для сравниваемых заводов одинаковыми.

Появление и величина неучтенных потерь обусловлены расхождением между теоретическим выходом масла, рассчитываемым заводской лабораторией на основании анализов среднесменных и среднесуточных отборов проб перерабатываемых семян, и действительным выходом масла в реальных условиях производства.

Потери масла в производстве с лузгой (шелухой) и со жмыхом или шротом рассчитываются по содержанию масла в этих продуктах (их масличности) и по их выходу (в % от массы поступающих на переработку семян).

Величина масличности лузги на прессовом и экстракционном заводах различна — на прессовом она, как правило, выше. На прессовых заводах требуется более полно отделять лузгу от ядра и поэтому приходится применять более жесткие режимы обрушивания семян, неизбежно ведущие к увеличению дробления ядра и замасливанию лузги, добиваться более тщательного разделения лузги и ядра, что связано с увеличением продолжительности обработки рушанки. Поэтому и выходы лузги на сравниваемых заводах будут неодинаковыми — на экстракционном выход лузги, отделяемой от ядра, будет ниже, чем на прессовом.

Пример. Определить потери масла на прессовом и экстракционном заводах.

Масличность лузги на прессовом заводе 3,5 %, на экстракционном — 3 %. Выход лузги, выходящей из производства, соответственно 18 и 12 %. Масличность жмыха окончательного прессования принимаем равной 5,5 %, выход — 35 %, масличность шрота — 1,2 %, выход — 37 %.

Неучтенные потери масла обычно составляют до 0,02 %. Сумма потерь масла в производстве, включающая потери масла с лузгой, жмыхом (или шротом) и неучтенные потери, носит название общих потерь масла.

Прессовый завод

Экстракционный завод

Потери масла в лузге

$P_{л} = \text{Масличность лузги, \%} \cdot \text{Выход лузги, \%} / 100;$

$$P_{лп} = 3,5 \cdot 18 / 100 = 0,63 \%;$$

$$P_{лэ} = 3,0 \cdot 12 / 100 = 0,36 \%.$$

Потери масла в жмыхе или шроте

$P_{ж(ш)} = \text{Масличность жмыха (шрота), \%} \cdot \text{Выход жмыха (шрота), \%} / 100;$

$$P_{жп} = 5,5 \cdot 35 / 100 = 1,925 \%;$$

$$P_{шэ} = 1,2 \cdot 37 / 100 = 0,444 \%.$$

Неучтенные потери 0,02 %.

Общие потери масла составили:

$$0,63 + 1,925 + 0,02 = 2,575 \%;$$

$$0,36 + 0,444 + 0,02 = 0,824 \%.$$

Таким образом, на каждые 100 т перерабатываемых прессовым способом масличных семян теряется 2 т 575 кг масла, тогда как при экстракционном способе потери масла составляют только 824 кг на 100 т перерабатываемых семян.

В нашей стране в качестве растворителей для извлечения масла из растительного сырья применяют экстракционный бензин марки А (ТУ 38.101303—72) и нефрас (ОСТ 38.01199—80) с температурой кипения в пределах 63—75 °С. Более перспективным является нефрас с более узким интервалом кипения (65—75 °С).

Растворитель для экстракции растительных масел должен иметь прежде всего хорошую растворяющую способность по отношению к маслу. Желательно, чтобы никакие другие компоненты масличного сырья, кроме масла, в нем не растворялись, чтобы растворитель и раствор масла в нем (мисцелла) не действовали разрушающе на производственную аппаратуру, в которой ведется экстракция. Необходимо также, чтобы растворитель обладал способностью полностью удаляться из масла и экстрагируемого материала в узком температурном интервале, что возможно для химически индивидуальных веществ и при возможно более низких температурах, не был вреден для здоровья обслуживающего персонала завода и не был взрыво- и пожароопасным. Наконец, для применения в масло-жировой промышленности растворитель должен быть достаточно экономичным.

В настоящее время растворителей, полностью отвечающих этим требованиям, в нашей промышленности нет.

Растворители, применяемые в промышленности, не являются химически чистыми веществами, поэтому температур интервал начала и конца кипения составляет 10—12 °С. Как уже отмечалось, экстракционный бензин марки А и нефрас начинают кипеть при температуре 63 °С, а полностью выкипают при 75 °С.

Бензин марки А и нефрас химически инертны и не вызывают коррозии аппаратуры, но они пожаро- и взрывоопасны, поэтому работа экстракционных цехов строго регламентируется противопожарными нормами и правилами. Пары этих веществ к тому же токсичны, поэтому работа с этими растворителями требует соблюдения определенных санитарных норм.

Кроме экстракционного бензина и нефраса в нашей промышленности и за рубежом применялись хлорированные алифатические углеводороды, ароматические углеводороды, а также алифатические спирты и кетоны. В настоящее время из-за высокой токсичности хлорированные и ароматические углеводороды в качестве растворителей в масло-жировой промышленности не применяются. Не применяются также для промышленной экстракции растительных масел алифатические спирты и кетоны, хотя лабораторные исследования показали возможность их применения в некоторых специальных случаях для получения одновременно с маслом других химических веществ семян (госсиопола, белков).

Эффективная экстракция масла органическими растворителями невозможна без тщательной подготовки экстракционного материала.

Важнейшим из требований к материалу, направляемому на экстракцию, является максимальное разрушение клеток, составляющих его ткани. Наибольшее разрушение происходит при измельчении ядра или семян на вальцовых станках. Дальнейшие технологические операции — влаготепловая обработка мятки при приготовлении мезги, механические воздействия на материал при прессовании, при подготовке к измельчению жмыха и получение из него структурированного материала — лепестка, гранул, крупки — также сопровождаются продолжающимся разрушением клеточных структур.

Для материала, подготовленного к экстракции, кроме максимального вскрытия клеток необходима также высокая проницаемость его слоя для растворителя. Проницаемость слоя значительно зависит от содержания в нем мелких мучнистых частиц. Чем больше доля мелких частиц, тем труднее растворитель проходит через слой. Сами структурированные частицы экстрагируемого материала лепесток, гранулы, крупка — должны иметь по возможности крупные поры, доступные для растворителя. Мятка и мезга, полученные из маслосодержащих тканей большинства масличных семян, имеют низкую проницаемость для растворителя. В их составе много мучнистых частиц, поэтому их слой способен уплотниться, слеживаться, структурированных частиц в них мало. Механическая прочность структурированных частиц материала зависит от влажности, изменяющей пластические свойства его белков. Повышение влажности жмыха сопровождается увеличением механической прочности лепестка, получаемого из него. В то же время излишнее увлажнение неблагоприятно сказывается при экстракции растворителями, имеющими гидрофобные свойства. Для последующей экстракции также нежелательны лишенные пор денатурированные корки, возникаю-

щие под действием высоких температур и давлений на увлажненные мезгу и жмых.

Максимальное разрушение клеточной структуры семян, отсутствие вторичных структур, наличие больших по сечению прямых пор, механическая прочность лепестка, гранул, крупки в слое, минимальное содержание мучнистости частиц — характерные черты идеальной структуры материала, подготовленного для экстракции.

В связи с рассмотренными особенностями внутренней структуры жмыхов, обусловленными интенсивными тепловыми воздействиями на мятку при влаготепловой обработке перед прессованием и в ходе самого прессования мезги, выявляются преимущества технологии прямой экстракции или экстракции сырой мятки (сырого лепестка). В этом случае исключаются значительные тепловые воздействия на масло, особенно на белки семян, неизбежные при прессовании мезги, упрощается технологическая схема производства. Особое значение прямая экстракция приобретает при последующем получении пищевых белков из шрота, так как влаготепловая обработка даже перед форпрессованием значительно снижает биологическую ценность белков. В то же время для многих масличных семян прямая экстракция пока не применяется.

Наиболее трудной задачей при переработке семян прямой экстракцией является придание обезжириваемому материалу механически прочной легкоэкстрагируемой структуры. Исключения составляют соевые семена, для которых создание подобной структуры относительно несложно. Большинство же масличных семян и плодов при измельчении превращается в порошок, трудно проникаемый для растворителя. Поэтому при подготовке к прямой экстракции на измельчение должен поступать материал более высокой влажности, чем при измельчении перед прессованием. Но на эффективность экстракции отрицательно влияет повышенная влажность экстрагируемого материала. Масличность шрота с ростом влажности материала быстро возрастает. Повышенная влажность материала не только ухудшает смачивание влажного материала гидрофобным растворителем, но и снижает проницаемость для растворителя слоя легкослеживающегося в экстракторе влажного материала. Поэтому полученный влажный измельченный материал (из-за высокой пластичности белков дающий тонкий лепесток) подвергают затем осторожному быстрому высушиванию, чтобы придать ему механическую прочность и сохранить в ходе последующего обезжиривания растворителем его структуру, полученную при измельчении. В то же время пересушивать лепесток нельзя.

Материал низкой влажности при перемещении его в экстракционный цех легко разрушается и образует много мелочи, которая приводит к уплотнению слоя материала в экстракторе и затрудняет проникновение растворителя в слой экстрагируемого материала. Содержание большого числа мелких частиц в экстрагируемом материале всегда приводит к серьезным осложнениям процесса экстракции.

Стремлением получить легкоэкстрагируемый материал объясняется применение в промышленности прессов-грануляторов, способных работать при более низких температурах и более высокой влажности мезги по сравнению с прессами предварительного прессования обычного типа. Гранулирование жмыха обеспечивает повышение однородности размеров частиц и большую пористость их слоя. Структуры гранул более проницаемы для растворителя.

Экстракция в своей физической основе является диффузионным процессом, поэтому движущей силой ее является разность концентраций мисцеллы — растворов масла в растворителе внутри и снаружи частиц экстрагируемого материала. До начала экстракции внутри экстрагируемого материала в масле растворитель не содержится и концентрация мисцеллы равна 100 % (чистое масло), а снаружи частицы концентрация равна 0 % (чистый растворитель) (рис. 66).

Проникая внутрь экстрагируемой частицы, растворитель растворяет находящееся там масло, образуя мисцеллу, концентрация которой выше, чем вне частицы.

Под влиянием разности концентраций мисцеллы идет перемещение (перенос) масла изнутри частицы во внешний раствор до тех пор, пока не будет выравнена концентрация масла в частице и в растворителе вне частицы и не прекратится экстракция. Перенос масла в раствор может осуществляться в виде отдельных молекул — путем молекулярной диффузии и в виде групп молекул или отдельных небольших объемов — путем конвективной диффузии. В реальных условиях экстракция масла является их сочетанием. На скорость процесса экстракции влияют величина поверхности соприкосновения (контакта) растворителя и экстрагируемого масла, температура процесса, величина молекул экстрагируемого вещества и растворителя, а также его вязкость. Чем больше поверхность контакта растворителя и масла, выше их температура и меньше радиус молекул, меньше вязкость растворителя, тем быстрее идет экстракция.

В реальных условиях экстракции приходится учитывать дополнительные факторы. Так, масло в экстрагируемом растительном материале находится не в свободном состоянии, а всегда удерживается силами различной интенсивности.

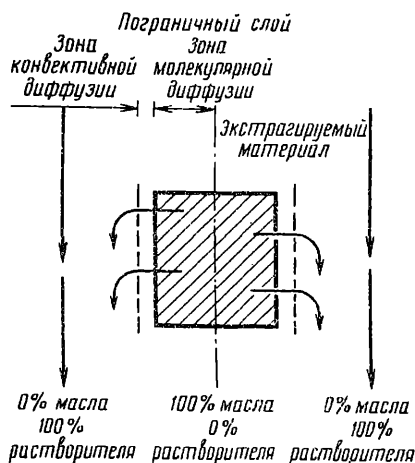


Рис. 66. Схема распределения концентрации масла и растворителя в начале экстракции

Например, в форпрессовом жмыхе масло содержится в виде поверхностных пленок, удерживаемых поверхностными силами на внешней и внутренней поверхностях жмыха, в капиллярах, пронизывающих жмых, и частично в неразрушенных структурах — в клетках, оставшихся целыми, несмотря на все подготовительные операции, а также во вторичных структурах, возникших при операциях получения жмыха — влаготепловой обработке и прессовании. Поэтому при экстракции масло извлекается с различной скоростью: сначала поверхностное масло, как правило, очень быстро, путем конвективной диффузии, затем (или одновременно, но медленнее) капиллярное и наиболее медленно масло из неразрушенных клеток и вторичных структур путем молекулярной диффузии. На поверхности частицы, омываемой растворителем, образуется пограничный слой мисцеллы, в котором перенос вещества идет как в виде молекул, так и группами молекул.

Необезжиренные семена или ядра семян при прямой экстракции и форпрессовый жмых при экстракции с предварительным обезжириванием перед поступлением на экстракцию должны быть обработаны с целью придания им структуры, обеспечивающей максимальное извлечение масла органическими растворителями в экстракционной аппаратуре.

Для большинства применяемых в промышленности экстракционных установок и масличных культур такими структурами являются сырой лепесток, крупка из форпрессового жмыха, форпрессовый лепесток и гранулы после прессов-грануляторов.

Получение сырого лепестка осуществляют на вальцовых станках, дающих материал лепестковой структуры. Перед поступлением на вальцовые станки семена или ядра семян слегка подогревают, иногда увлажняют, а после получения лепестка подсушивают подогретым воздухом на специальных сетчатых сушилках.

Для получения крупки форпрессовый жмых обрабатывают в такой последовательности: сначала грубое дробление ракушки непосредственно при выходе из пресса, затем второе дробление на валковых или других дробилках. Для калибрования крупки с целью улучшения экстрагируемости и охлаждения крупки применяют коническое вращающееся сито, имеющее ситовую поверхность сначала с прямоугольными отверстиями размерами 2,5×20 мм, а затем с отверстиями диаметром 10 мм для подсолнечного и 16 мм для хлопкового жмыха (рис. 67).

Пройдя дробление, форпрессовый жмых-ракушка поступает внутрь вращающегося сита. Откалиброванная крупка идет проходом через вторую (по ходу материала) часть сита, сходом идет крупная ракушка на повторное измельчение, а проходом сквозь первую часть сита идет мелочь, которая смешивается с мяткой и подвергается повторному прессованию. Откалиброванная крупка идет на экстракцию или на получение из нее лепестка. Производительность сита по жмыху до 300 т/с.

Для получения из форпрессовой крупки лепестка ее подвергают вла-

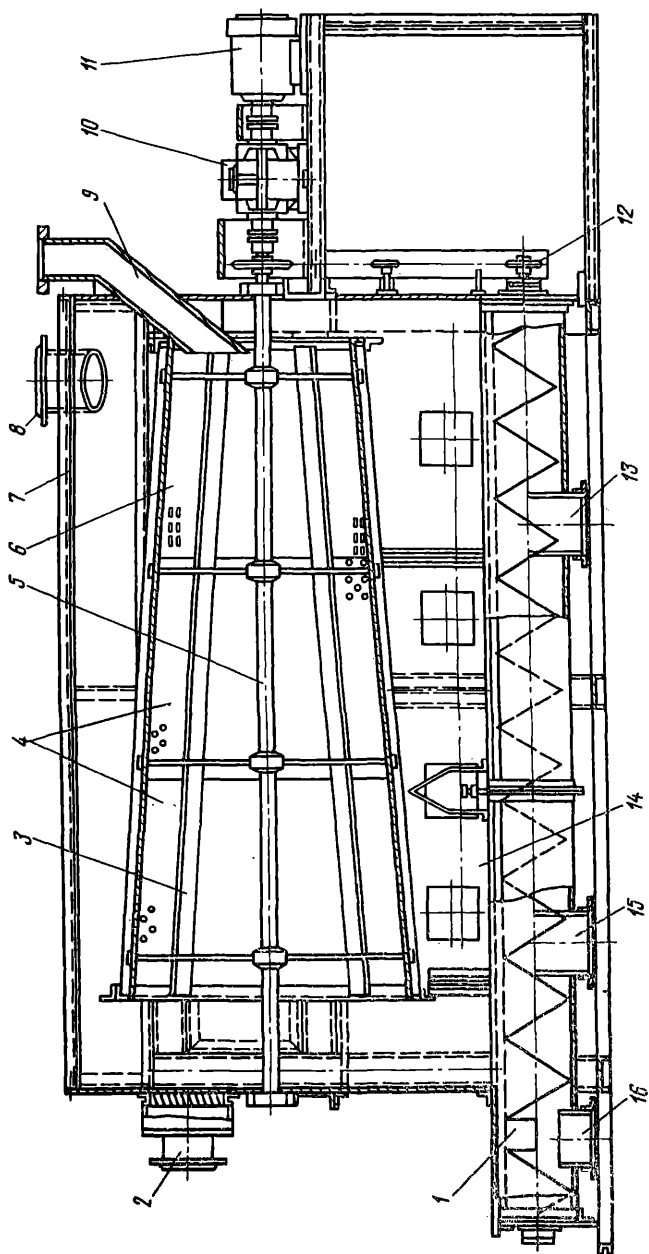


Рис. 67. Коническое вращающееся сито:

1 – сборный шнек; 2 – патрубок для ввода охлаждающего воздуха; 3 – конический сетчатый барабан; 4 – второе сито; 5 – вал барабана; 6 – первое сито; 7 – кожух барабана; 8 – патрубок для вывода охлаждающего воздуха; 9 – патрубок для поступающего жмыха; 10 – редуктор; 11 – электродвигатель; 12 – цепная передача; 13 – цепная передача; 14 – коническое дноще; 15 – патрубок для калиброванной крупки жмыха; 16 – патрубок для крупной фракции жмыха, направляемого на повторное измельчение

готепловой обработке (увлажнению и подогреву) в жаровнях, целью которой является создание у крупки необходимых пластичных свойств. Затем из жаровни крупка влажностью 8,5–9,5 % и температурой 80–85 °С поступает на плющильные вальцовки, на которых получают лепесток толщиной 0,25–0,5 мм.

Температура материала, поступающего на экстракцию, должна быть на 5 °С ниже температуры кипения растворителя и не должна превышать 50 °С при обезжиривании бензином марки А и нефрасом. Если температура экстрагируемого материала превышает этот уровень, материал необходимо охладить.

СПОСОБЫ ЭКСТРАКЦИИ

Процесс экстракции растительных масел чаще всего ведут способами погружения экстрагируемого материала в противоточно движущийся растворитель или способами ступенчатого орошения растворителем противоточно перемещающегося обрабатываемого материала. Другие способы экстракции распространены меньше.

Экстракция погружением. Масло из масличного материала извлекается в процессе непрерывного прохождения его через поток растворителя в условиях противотока, при котором и растворитель, и экстрагируемый материал непрерывно передвигаются относительно друг друга.

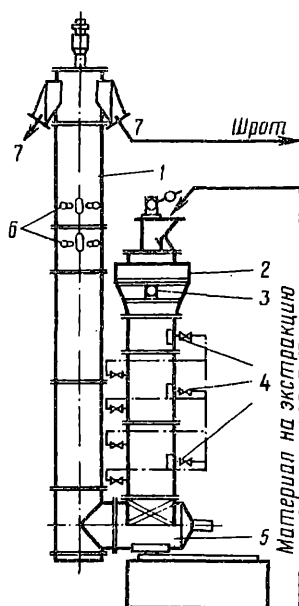
К преимуществам экстракции погружением относятся высокая скорость экстракции и малая продолжительность процесса обезжиривания, простота конструктивного оформления экстракционных аппаратов и малые площади, занимаемые ими, высокий коэффициент полезного использования геометрического объема (до 98 %) аппарата, предотвращающий возможность образования в аппаратах взрывоопасных смесей воздуха и растворителя.

Недостатками способа являются низкие концентрации конечных мисцелл, относительно высокое содержание примесей в мисцелле и связанная с этим сложная система ее фильтрации, большие размеры экстракторов по высоте.

По способу погружения работает вертикальный шнековый экстрактор НД-1250 (рис. 68). Экстрактор состоит из загрузочной колонны с декантатором, горизонтального шнека и экстракционной колонны. Внутри корпуса экстрактора установлены перфорированные рабочие шнеки, которые приводятся во вращение от электродвигателя через редукторы. Диаметры отверстий в витках шнеков: 10 мм в экстракционной колонне и горизонтальном шнеке и 8 мм в загрузочной колонне. В верхней части шнекового вала экстракционной колонны установлен сбрасыватель шрота. В декантаторе происходит самофильтрация мисцеллы через слой экстрагируемого материала, а также ее отстаивание. Растворитель вводят через форсунки в верхней части экстракционной колонны.

Рис. 68. Модернизированный шнековый экстрактор НД-1250:

1 — экстракционная колонна; 2 — загрузочная колонна с декантатором; 3 — патрубок для выхода мисцеллы; 4 — размывочная система; 5 — передаточный шнек; 6 — форсунки для ввода растворителя; 7 — патрубок для выхода шрота



В днище экстракционной колонны расположен донный фильтр-цефирка для аварийного слива мисцеллы из экстрактора.

В загрузочной колонне предусмотрена установка форсунок для гидроразмыва запрессовок экстрагируемого материала растворителем, подаваемым внутрь колонны под избыточным давлением. Продолжительность одного оборота шнекового вала экстракционной колонны 72 с, горизонтального шнека 61 с, загрузочной колонны 100 с (может изменяться от 42 до 240 с в зависимости от производительности экстрактора и вида экстрагируемого материала). Диаметры экстракционной колонны, горизонтального шнека и загрузочной колонны (ниже декантатора) 1,25 м. Диаметр декантатора 2,2 м. Высота экстракционной колонны 13,115 м, загрузочной — 9,33 м.

Производительность модернизированного экстрактора НД-1250 при переработке форпрессового лепестка 500 т/сут (в пересчете на подсолнечные или хлопковые семена).

В экстрактор подается 11–12 м³ бензина или нефраса в час, концентрация мисцеллы 15–20 %, масляность шрота не выше 1 %.

Кроме экстрактора НД-1250, работающего по способу погружения материала в растворитель, на заводах нашей страны применяются также экстракторы "Олье-200", технологические характеристики которых в общем аналогичны характеристикам экстракторов НД-1250.

Экстракция ступенчатым орошением. В данном случае непрерывно перемещается только растворитель, а экстрагируемый материал остается в покое в одной и той же перемещающейся емкости (ковше, камере и т. п.) или на движущейся ленте.

Экстракция масла способом орошения обеспечивает получение мисцеллы повышенной концентрации и более чистой в результате самофильтрации ее через слой экстрагируемого материала. К недостаткам способа относят большую длительность экстракции, невысокий коэффициент использования геометрического объема (не более 45 %) аппа-

рата и возможность образования взрывоопасных концентраций смеси паров растворителя и воздуха внутри аппарата, более сложную систему прокачки растворителя и значительное (до 9 шт.) количество насосов в ней.

По способу ступенчатого орошения работает горизонтальный ленточный экстрактор МЭЗ (рис. 69), который представляет собой сварную прямоугольную коробку из листовой стали, внутри которой расположен металлический пластинчатый транспортер, являющийся рабочим органом экстрактора. Транспортер состоит из рамок, прикрепленных болтами к щекам двух цепей, которые образуют каркас горизонтального пластинчатого транспортера. К рамам крепятся стальные перфорированные листы, называемые подкладными, с ячейками 8X8 или 20X X20 мм. Подкладные листы обтянуты сверху металлической сеткой с ячейками 0,8X0,8 мм.

Лента приводится в движение от электродвигателя через редуктор и храповой механизм. Скорость ленты может изменяться вариатором от $0,7 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Вся верхняя часть транспортера условно разбита на восемь зон орошения, поэтому под верхней (рабочей) частью установлено восемь сборников мисцеллы и два для сбора мисцеллы, промывающей ленту эк-

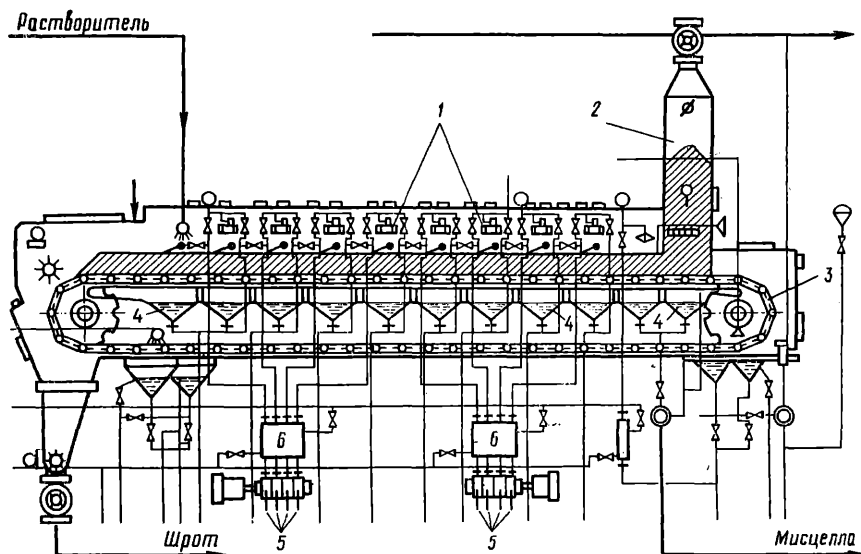


Рис. 69. Ленточный экстрактор МЭЗ:

1 — форсунки и оросители для мисцеллы; 2 — загрузочный бункер; 3 — пластинчатый ленточный транспортер; 4 — мисцеллосборники; 5 — блок-насосы; 6 — подогреватели мисцеллы

рактора, и мисцеллы, перетекающей из последнего рециркуляционного сборника. Для предотвращения стекания растворителя по поверхности экстрагируемого материала в шротовыводной бункер ось ведущей звездочки установлена на 150 мм выше ведомой. Таким образом транспортер является наклонным.

Нижняя ветвь ленты нерабочая. Сетку ленты очищают от частиц экстрагируемого материала щетками и промывают мисцеллой.

Чтобы во время экстракции растворитель не проходил через слой материала по одним и тем же каналам, поверхность материала рыхлится на глубину 100 мм специальными подвесными рыхлителями. Мисцелла в зону орошения подается четырехсекционными блок-насосами, перед подачей на орошение мисцелла подогревается. Экстрагируемый материал сначала орошается мисцеллой убывающей концентрации, а затем растворителем.

Мисцелла или растворитель, фильтруясь через слой материала, экстрагирует из него масло и в виде более крепкой мисцеллы, чем та, которая поступила на орошение, стекает в расположенный под этим участком сборник.

Мисцелла и материал движутся противотоком. Движение мисцеллы к выходу из экстрактора происходит только через мисцеллосборники. В стенках сборников находятся переливные отверстия, расположенные по нисходящей линии, понижаясь в сторону, противоположную движению материала. При циркуляции мисцелла подается на орошение "на себя", т. е. мисцелла, забираемая из сборника, секцией насоса подается на орошение своей же зоны. Следовательно, мисцелла образует замкнутый цикл циркуляции в своей зоне.

Рабочая длина ленты экстрактора МЭЗ-350 равна 14,4 м, ширина слоя материала на ней — 2,4 м, высота слоя — от 0,8 до 1,4 м. Над экстрагируемым материалом установлено 16 оросителей для мисцеллы и один для орошения растворителем. Кроме того, два оросителя установлено для промывки ленты. При экстракции форпрессового подсолнечного лепестка толщина слоя на ленте должна быть 1,1–1,3 м, продолжительность экстракции 170–190 мин, количество подаваемого бензина или нефраса 5–6 м³/ч. Количество рециркуляционной мисцеллы, подаваемой на каждую ступень орошения, 20 м³/ч. Производительность экстрактора 380 т/сут (в пересчете на подсолнечные семена), концентрация мисцеллы 25–30 %, масличность шрота не выше 1 %.

Другие типы ленточных экстракторов, используемые в нашей стране (ДС-70, ДС-130), в принципе не отличаются от описанного. При некоторых конструктивных отличиях экстракторов "Лурги-100", "Лурги-200", ковшовых экстракторов "Джанацца", корзиночных "Окрим" и др. основные технологические параметры, характерные для экстракторов, работающих по способу ступенчатого орошения экстрагируемого материала, практически не меняются.

Наиболее совершенным экстрактором в настоящее время является

роторный карусельный экстрактор фирмы "Экстехник" (ФРГ). Это камерный противоточный аппарат, работающий по принципу многоступенчатого орошения экстрагируемого материала растворителем в режиме "затопленного слоя". Известны экстракторы в одно- и двухъярусном исполнении.

Одноярусный экстрактор (рис. 70) состоит из корпуса, ротора, перфорированного днища, распределителя мисцеллы и мисцеллобсборников. Ротор экстрактора 9 состоит из наружной 6 и внутренней 8 обечайек, образующих кольцевое пространство, разделенное радиальными перегородками 7 на секции или камеры, с помощью которых при вращении ротора перемещается экстрагируемый материал.

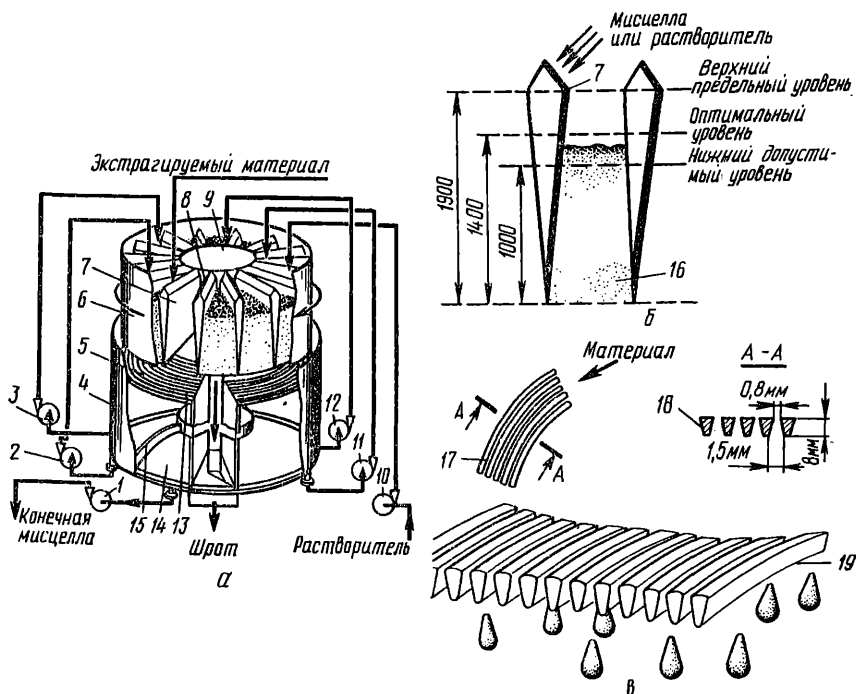


Рис. 70. Одноярусный карусельный (роторный) экстрактор:

а — схема устройства экстрактора: 1 — насос конечной (концентрированной) мисцеллы; 2, 3, 11, 12 — рециркуляционные насосы для мисцеллы; 4 — корпус экстрактора; 5 — перфорированное днище; 6 — наружная обечайка; 7 — радиальная перегородка ротора; 8 — внутренняя обечайка; 9 — ротор экстрактора; 10 — насос растворителя; 13 — сплошной участок днища; 14 — мисцеллобсборник; 15 — перегородки мисцеллобсборника; *б* — схема камеры экстрактора: 16 — слой экстрагируемого материала; *в* — схема устройства перфорированного днища: 17 — вид днища сверху; 18 — разрез днища по А-А; 19 — фильтрация мисцеллы через днище (видны капли мисцеллы, проходящие через щели днища ротора экстрактора)

Днище 5 секций ротора общее, неподвижное, сетчатое. Оно выполнено из элементов трапецевидного сечения, образующей щели переменного сечения (0,8–1,5 мм) для прохода мисцеллы. Из мисцеллосборников насосами мисцелла, пройдя теплообменники, подается на орошение. Работа насосов отрегулирована таким образом, что над экстрагируемым материалом всегда находится небольшой слой мисцеллы или растворителя. Одна из секций ротора находится под загрузкой экстрагируемым материалом, другая — под выгрузкой шрота. Две соседние с ними секции нерабочие.

Режим экстракции дискретный: сначала орошение материала, затем сток мисцеллы. Готовая мисцелла после последней, загрузочной секции экстрактора подается на третью по ходу экстрагируемого материала секцию. Затем эта наиболее концентрированная мисцелла после самофильтрации через слой экстрагируемого материала собирается в мисцеллосборнике, имеющем зону отстаивания, которая предусмотрена для дополнительного улавливания мелких твердых примесей — частиц шрота, и выводится из экстрактора. Подача растворителя и мисцеллы на орошение 30–32 м³/ч, концентрация мисцеллы после экстрактора 20 %, продолжительность обезжиривания 0,5–2 ч, масличность шрота не выше 1 %.

Экстрагируемый материал — сырой и форпрессовый лепесток, гранулы, форпрессового жмыха или форпрессовая крупка располагаются в секциях слоем толщиной 1,0–1,8 м. У экстрактора производительностью 1200 т/сут (в пересчете на подсолнечные или хлопковые семена) диаметр ротора 15 м, а продолжительность одного оборота составляет 35–208 мин.

К нижним частям радиальных перегородок прикрепляются пластины, исключающие забивание щелей днища экстрагируемым материалом. Днище имеет секторный вырез, через который обезжиренный ма-

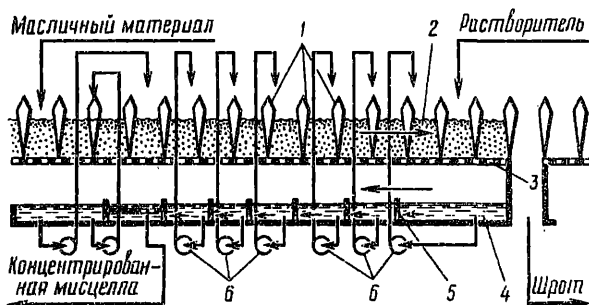


Рис. 71. Схема движения экстрагируемого материала и мисцеллы в карусельном экстракторе:

1 — радиальная перегородка ротора; 2 — слой материала; 3 — перфорированное днище; 4 — мисцеллосборник; 5 — перегородка мисцеллосборника; 6 — рециркуляционные насосы

териал шрот выводится из экстрактора. Следующий за вырезом участок днища сплошной. После прохождения ротором сплошного сектора днища в него загружается экстрагируемый материал. Нижняя часть экстрактора (под щелевым днищем) разделена вертикальными радиальными перегородками, образуя мисцеллосборники 14.

Для каждой ступени орошения под щелевым днищем расположены мисцеллосборники для стекания мисцеллы. Днище мисцеллосборников имеет уклон 12° к наружной стенке экстрактора и патрубки для выхода мисцеллы к рециркуляционным насосам. Перегородки, разделяющие мисцеллосборники, имеют в нижней части вырезы, позволяющие мисцелле перетекать из камеры в камеру, образуя противоток по отношению к движущемуся материалу (рис. 71). Объем экстрагируемого материала в экстракторе — около 300 м^3 . Температура мисцеллы $55\text{--}60^\circ \text{C}$.

ОБРАБОТКА МИСЦЕЛЛЫ И ЕЕ РАФИНАЦИЯ

Содержание твердых примесей в мисцелле может достигать $0,8\text{--}1\%$ к массе. В то же время устойчивая работа оборудования экстракционного цеха по обработке мисцеллы возможна только при содержании твердых частиц в мисцелле не более $0,2\%$ по массе.

Примеси мисцеллы отрицательно влияют на технологию ее обработки. Механические примеси при отгонке растворителя из мисцеллы повышают отстой в масле, образуя нагар на греющих поверхностях устройств для отгонки растворителя, ухудшают условия теплопередачи в установках и снижают качество экстракционного масла. Нежелательны примеси также при рафинации мисцеллы.

При выборе методов очистки мисцелл определяющим является содержание примесей в мисцелле. Если содержание примесей высокое, например у мисцеллы из экстракторов, работающих по способу погружения, то применяют отстойники, гидроциклоны, собранные в батарею, а также ротационные (дисковые) и патронные фильтры.

Если же содержание примесей невелико, например в мисцелле из экстракторов, работающих по способу ступенчатого орошения, то мисцеллу обрабатывают раствором электролита (5% -ным водным раствором NaCl) в коагуляторе.

Наиболее совершенными являются ротационные дисковые фильтры, предназначенные для фильтрации мисцеллы, содержащей от $0,1$ до 1% твердых частиц.

Ротационный дисковый фильтр (рис. 72) состоит из горизонтального цилиндра с плоским дном и крышкой, внутри которого расположен полый вал с коллектором для очищенной мисцеллы. На коллекторе крепятся семь дисков, каждый из которых состоит из десяти фильтрующих секторов, обтянутых фильтровальной тканью без ворса — капроном, нейлоном или бельтингом. На корпусе фильтра расположен люк,

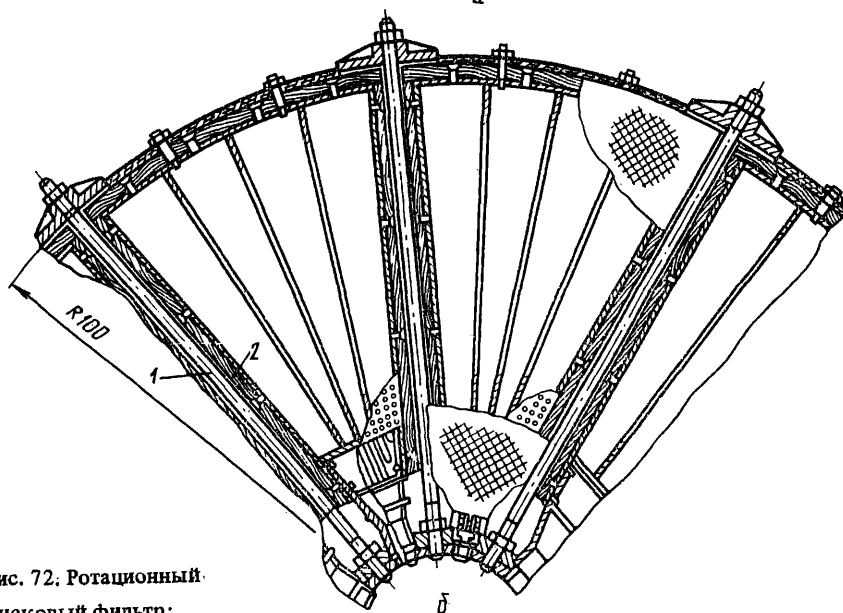
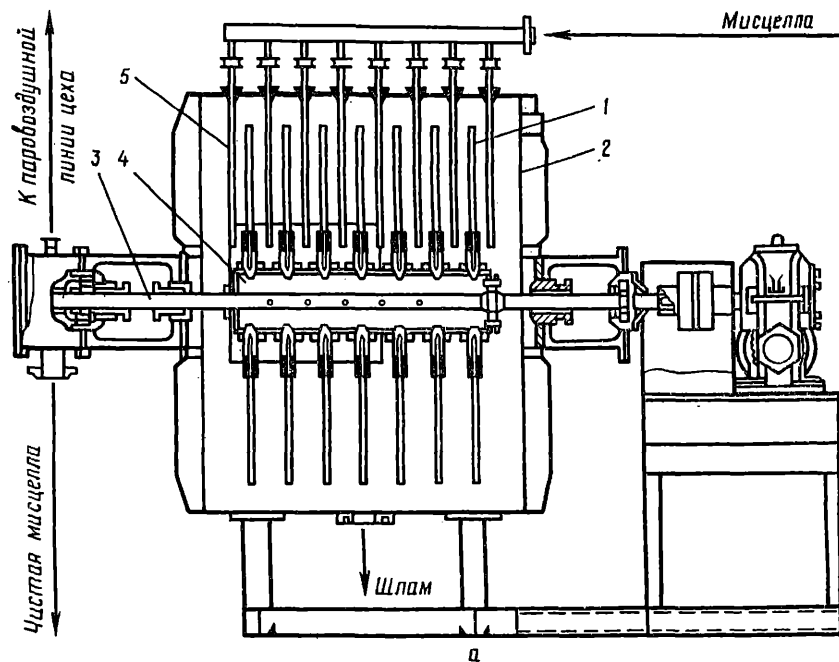


Рис. 72: Ротационный
дисковый фильтр:

а — схема устройства фильтра; *б* — сектор фильтрующего диска; 1 — фильтрующий диск; 2 — корпус фильтра; 3 — полый вал; 4 — коллектор очищенной мисцеллы; 5 — размыватель шлама

через который можно вынимать любой сектор для замены фильтр-ткани. Вал фильтра вращается с частотой 16—70 об/мин, максимальное число оборотов диска необходимо для очистки фильтр-ткани от шлама, который выводится в виде суспензии в экстрактор через определенные промежутки времени, определяемые в процессе фильтрации. Мисцелла из экстрактора поступает в междисковое пространство фильтра, фильтруется через фильтр-ткань, а затем через коллектор и полый вал выводится из фильтра. На один экстрактор НД-1250 устанавливается два ротационных дисковых фильтра. Производительность фильтра $9 \text{ м}^3/\text{ч}$ мисцеллы, поверхность фильтрации $16,8 \text{ м}^2$, диаметр дисков 1,4 м. Рабочая частота вращения дисков 26 об/мин, содержание отстоя в очищенной мисцелле после фильтрации 0,02 % по массе. Максимально допустимое давление в аппарате 0,2 МПа.

Менее совершенными являются патронные фильтры, которые также предназначены для работы с мисцеллой, в которой содержится большое количество твердых частиц.

Патронный фильтр (рис. 73) представляет собой цилиндрический резервуар с коническим дном, внутри которого расположено двадцать пять металлических патронов крестообразного сечения с перфорированной поверхностью, обтянутой фильтр-тканью. В верхней части патроны соединены с коллектором для отвода чистой мисцеллы. Нефильтрованная мисцелла поступает в междупатронное пространство, фильтруется сквозь ткань, проходит внутрь патрона и поднимается в коллектор. Осадок остается на внешней ткани патрона.

Для освобождения патронов от осадка (1—2 раза в смену) прекращают подачу мисцеллы в патронный фильтр и через коллектор подают поток воздуха в направлении, противоположном обычному движению фильтруемой мисцеллы. При этом фильтрующая ткань, которая при фильтрации мисцеллы плотно облегла крестообразные патроны, восстанавливает цилиндрическую форму, слой шлама ломается и падает в конусную часть фильтра. Отсюда шлам поступает в экстрактор.

Фильтрующая поверхность патронного фильтра 15 м^2 , содержание отстоя в очищенной мисцелле 0,02 % по массе. Максимально допустимое давление внутри аппарата 0,2 МПа.

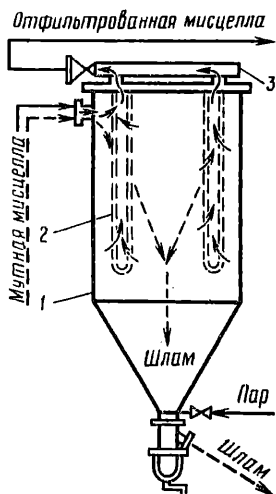


Рис. 73. Схема работы патронного фильтра:

1 — корпус фильтра; 2 — патрон с фильтр-тканью; 3 — коллектор для чистой мисцеллы

Известны и другие типы фильтров для мисцеллы — мешочные, фильтр-прессы, которые, так же как и патронные и ротационные, работают периодически, хотя при установке не менее двух (в батарее) способны непрерывно обрабатывать всю поступающую мисцеллу.

Использование экстракторов ступенчатого орошения, дающих относительно чистую мисцеллу, значительно упрощает очистку мисцелл.

ОТГОНКА (ИСПАРЕНИЕ) РАСТВОРИТЕЛЯ ИЗ МИСЦЕЛЛЫ

В мисцелле, выходящей из экстрактора, при экстракции способом погружения материала в растворитель содержится до 10–15 % масла и при экстракции способом многократного ступенчатого орошения — до 30–35 %.

Мисцелла представляет собою раствор двух жидкостей — летучей (растворителя) и нелетучей (масла). Чем выше концентрация мисцеллы, тем ближе ее свойства к свойствам масла. Пока концентрация мисцеллы невелика, отгонка растворителя сводится к обычному процессу выпаривания. По мере возрастания концентрации мисцеллы температура ее кипения очень быстро возрастает, и одним нагреванием полностью отогнать растворитель (без глубоких нежелательных изменений качества масла) невозможно.

Для ускорения процесса и уменьшения температуры применяют отгонку растворителя под вакуумом. Но эффективность действия вакуума по мере увеличения концентрации мисцеллы также снижается. Поэтому отгонку растворителя проводят, применяя еще и острый пар, подаваемый в мисцеллу. В присутствии нагретого водяного пара отгонка растворителя возможна без сильного перегрева масла.

Основные требования к процессу отгонки растворителя из мисцеллы диктуются качеством готового экстракционного масла — наиболее полная отгонка растворителя при минимальных температурах и минимальной продолжительности процесса.

Осуществить эти требования можно только при ступенчатом ведении отгонки растворителя, по-разному воздействуя на мисцеллу по мере возрастания содержания в ней масла. В производстве операцию отгонки называют д и с т и л л я ц и е й мисцеллы.

Наиболее распространены трехступенчатые технологические схемы дистилляции мисцеллы. На первой ступени дистилляции мисцелла обрабатывается в трубчатом пленочном дистилляторе, после которого частично упаренная мисцелла поступает на вторую ступень — в такой же дистиллятор. После второй ступени высококонцентрированная мисцелла подается на третью, а иногда и четвертую ступень — в окончательный распылительный дистиллятор, из которого непрерывно откачивается готовое масло.

Первые ступени дистилляции обычно проводятся при атмосферном давлении, последние — при остаточном давлении 4–6 кПа.

Трехступенчатая дистилляционная установка НД-1250 состоит из

двух пленочных дистилляторов, работающих последовательно, и окончательного дистиллятора.

Пленочный дистиллятор (рис. 74) состоит из трубчатой секции и сепаратора. Длина трубок 5 м, внутренний диаметр 30 мм, общая поверхность нагрева 100 м². Мисцелла, имеющая концентрацию 12–20 %, температуру 70–75 °С (после подогрева в теплообменнике), насосом подается в нижнюю часть трубок. Проходя по трубкам, в межтрубное пространство которых вводится перегретый пар при температуре 180–

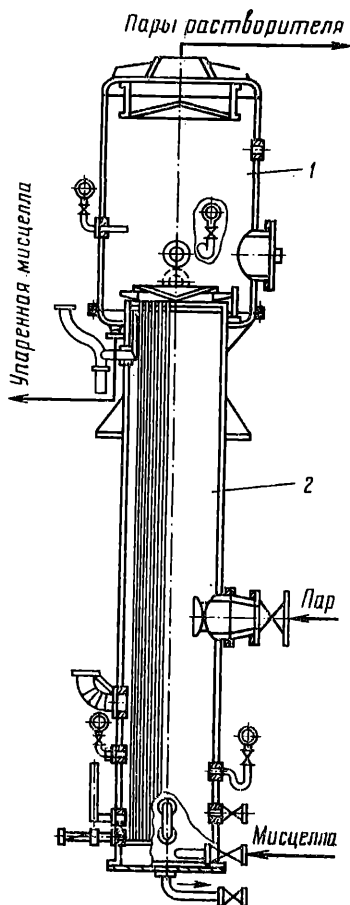


Рис. 74. Пленочный дистиллятор:
1 – сепаратор; 2 – трубчатая секция

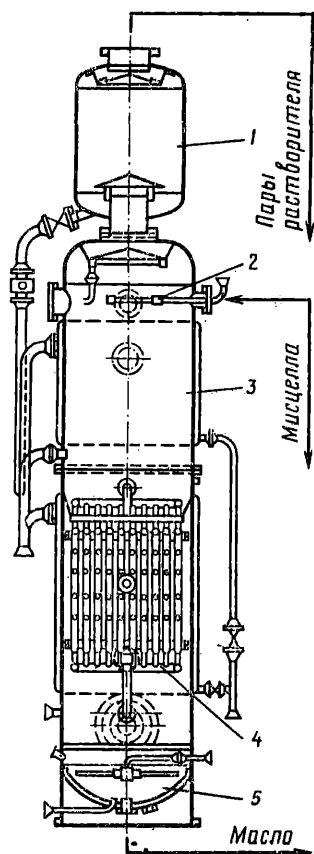


Рис. 75. Окончательный дистиллятор:
1 каплеуловитель; 2 форсунки для мисцеллы; 3 – распылительная камера; 4 – пленочная камера; 5 – дезодорационная камера

220 °С и давлении 0,3 МПа, мисцелла примерно на $\frac{1}{3}$ высоты трубок начинает кипеть. В процессе кипения мисцеллы образуется большое количество паров растворителя, увлекающих мисцеллу с большой скоростью вверх в виде тонкой пленки, покрывающей внутреннюю поверхность нагретых паром трубок. Благодаря тонкому слою мисцеллы из нее очень быстро испаряется растворитель. Смесь паров растворителя и мисцеллы попадает на пластины сепаратора и отбрасывается к стенкам. Отсюда мисцелла поступает на вторую ступень дистилляции или на окончательную дистилляцию. Пары растворителя из верхней части сепаратора через теплообменник для подогрева мисцеллы направляются в конденсатор.

Обязательным условием хорошей работы пленочного дистиллятора является подача мисцеллы при температуре, близкой к точке кипения. Поэтому перед дистилляцией мисцелла проходит теплообменник. Продолжительность дистилляции 6–10 мин, концентрация мисцеллы после пленочного дистиллятора первой ступени возрастает до 55–60 %, после пленочного дистиллятора второй ступени – до 90–95 %. Температура мисцеллы после первой ступени 60–85 °С, после второй – 95–100 °С. Производительность пленочного дистиллятора 12 м³ мисцеллы в час.

Окончательный дистиллятор (рис. 75) работает по принципу распыления мисцеллы под вакуумом. Он состоит из трех камер: распылительной, пленочной и дезодорационной и каплеуловителя. Распылительная и пленочная камеры имеют поверхность нагрева 3,9 и 6,8 м². Дезодорационная камера снабжена паровой рубашкой с поверхностью нагрева 1,6 м² для подогрева масла.

Подогретая мисцелла вводится в форсунку и распыляется в верхней зоне дистиллятора под вакуумом. Распыление способствует увеличению поверхности испарения. Капли высококонцентрированной мисцеллы, из которых уже удалена значительная часть растворителя, падают на вертикальные пластины и в виде пленки стекают по ним вниз, продолжая освобождаться от растворителя под действием тепла глухого и острого водяного пара.

В маслосборной чаше нижней части дистиллятора масло в слое 400–450 мм продувается (барботируется) острым перегретым паром температурой 180–200 °С и давлением 0,3 МПа и одновременно подогревается глухим паром такого же давления через паровую рубашку. При такой обработке удаляются последние следы растворителя, и готовое масло из дистиллятора непрерывно поступает на охлаждение. Время дистилляции 4–5 мин, температура масла 100–110 °С.

Дистилляционная установка из двух пленочных (предварительных и одного окончательного дистилляторов) является типовой для экстракционных цехов с одним экстрактором НД-1250. При двух экстракторах дистилляционная установка состоит из двух пленочных и двух окончательных дистилляторов, работающих последовательно.

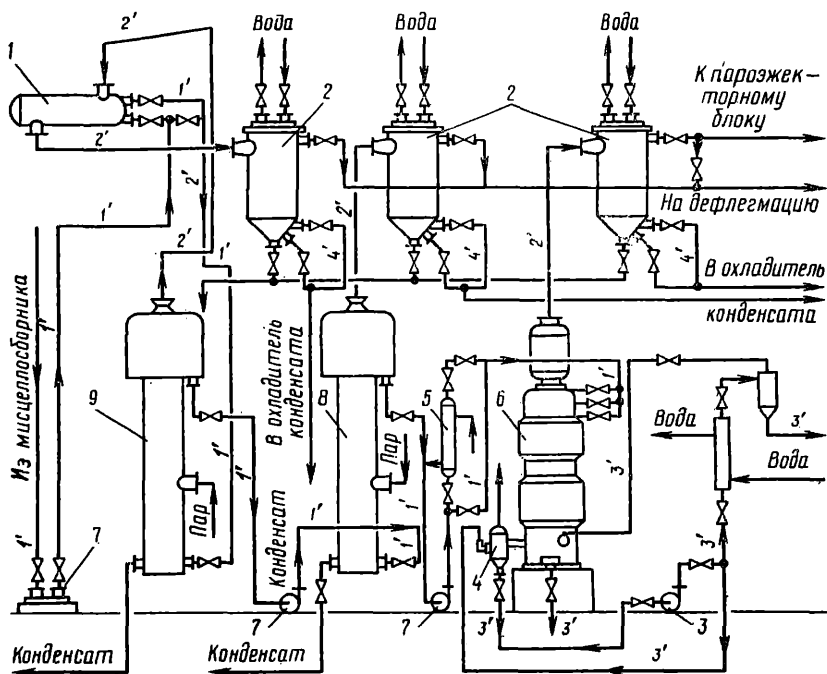


Рис. 76. Схема трехступенчатой дистилляционной установки НД-1250:

1 — подогреватель слабой мисцеллы; 2 — конденсаторы для паров растворителя; 3 — насос для масла; 4 — приемник для масла; 5 — подогреватель крепкой мисцеллы; 6 — окончательный дистиллятор; 7 — насос для мисцеллы; 8 — пленочный дистиллятор второй ступени; 9 — пленочный дистиллятор первой ступени; 1' — мисцелла; 2' — пары растворителя и воды; 3' — готовое масло; 4' — конденсат паров растворителя

Технологическая схема трехступенчатой дистилляционной установки НД-1250 приведена на рис. 76.

Четырехступенчатая дистилляционная установка МЭЗ представлена на рис. 77. Первая ступень дистилляции осуществляется при циркуляции мисцеллы в системе — сепаратор уровня первой ступени — экономайзер, вторая ступень — в системе сепаратор уровня второй ступени — пленочный испаритель. Третья и четвертая ступени дистилляции состоят из двух аппаратов, работающих последовательно: из подогревателя-испарителя и окончательного дистиллятора. Все четыре ступени дистилляции работают под вакуумом (разрежением): первая при 0,05 МПа, вторая 0,07 МПа, третья и четвертая — 0,08–0,09 МПа.

Мисцелла температурой 35–45 °С и концентрацией 25–35 %, посту-

пающая на дистилляцию, насосом подается в сепаратор уровня первой ступени, снабженный поплавковым автоматом уровня (рис. 78, а).

Из сепаратора мисцелла насосом перекачивается в экономайзер, обогреваемый парами растворителя и воды, а затем вновь на сепаратор уровня. Такая циркуляция идет около 6—9 раз при постоянном испарении растворителя из мисцеллы и удалении его паров. После достижения необходимого уровня мисцеллы в сепараторе срабатывает поплавок-автомат уровня и мисцелла температурой 60—65 °С и концентрацией 35—45 % поступает на вторую ступень дистилляции (78, б). Здесь в пленочном испарителе интенсивно удаляется растворитель из мисцеллы, циркулирующей по кольцу: пленочный испаритель — сепаратор уровня второй ступени. После достижения в аппарате заданного уровня мисцеллы срабатывает поплавок-автомат уровня второй ступени и мисцелла поступает в подогреватель-испаритель (рис. 79). Температура мисцеллы, поступающей на третью ступень дистилляции, 95—100 °С, концентрация 95—98 %.

После подогревателя-испарителя высококонцентрированная мисцелла насосом перекачивается в окончательный дистиллятор (рис. 80), где распыляется с помощью форсунки. Распыляемая мисцелла попадает

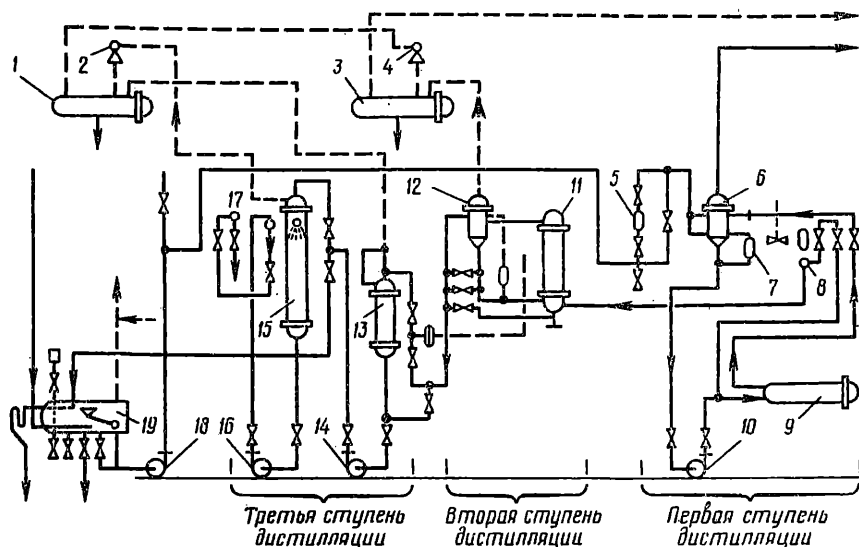


Рис. 77. Схема дистилляционной установки МЭЗ:

1, 3 — конденсаторы; 2, 4 — эжекторы; 5 — расходомер; 6 — сепаратор уровня первой ступени; 7 — поплавковый автомат; 8, 17 — фонари; 9 — экономайзер; 10, 14, 16, 18 — насосы; 11 — пленочный испаритель; 12 — сепаратор уровня второй ступени; 13 — подогреватель-испаритель; 15 — окончательный дистиллятор; 19 — мисцеллосборник

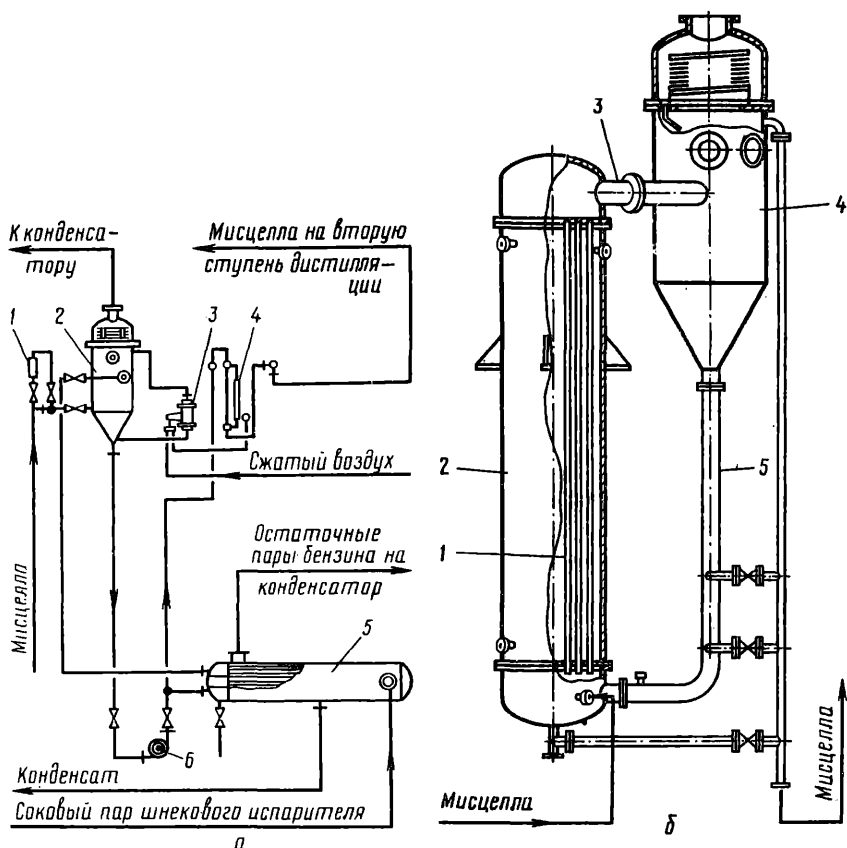


Рис. 78. Схема дистилляции:

a — первой ступени:

1 — расходомер; 2 — сепаратор уровня; 3 — поплавковый автомат уровня; 4 — автоматический кран; 5 — экономайзер; 6 — насос;

б — второй ступени:

1 — трубчатая поверхность; 2 — пленочный испаритель; 3, 5 — циркуляционные трубы; 4 — сепаратор уровня

на вертикальные отбойные листы общей поверхностью 200 м^2 и стекает по листам навстречу перегретому водяному пару, который барботирует через слой уже почти готового масла, собирающегося в нижней части аппарата. Готовое масло температурой не выше 100°C непрерывно выводится из дистиллятора и поступает на охлаждение. Производительность установки $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ мисцеллы или $1,3 \text{ т/ч}$ масла.

Дистилляционная установка экстракционной линии "Экстехник"

работает по трехступенчатой схеме (рис. 81). Мисцелла, выходящая из экстрактора, очищается на щелевых фильтрах от тонких взвешенных частиц и поступает в испаритель с опускающейся пленкой, работающий под вакуумом 0,05 МПа, а затем в испаритель с восходящей пленкой, работающий под таким же вакуумом. Концентрация мисцеллы на входе в испаритель с опускающейся пленкой 35 %, на входе в испаритель с восходящей пленкой 65 %, на выходе из него концентрация мисцеллы возрастает до 95 %, температура мисцеллы 90 °С. Далее мисцелла поступает на двойную вакуум-ректификационную колонну (стриппинг-колонну). Стриппинг-колонна состоит из двух частей, представляющих систему тарелок орошения. В верхней части остаточное содержание растворителя снижается до 0,5 %. Водяной пар, используемый для отгонки растворителя, поступает от парового эжектора, который создает в нижней части колонны вакуум 0,01 МПа. Масло, выходящее из ниж-

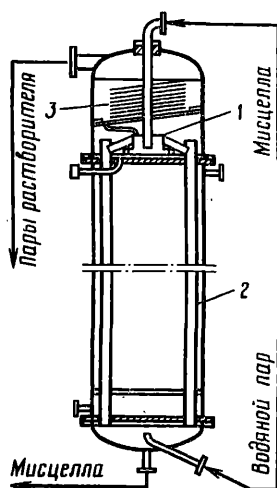
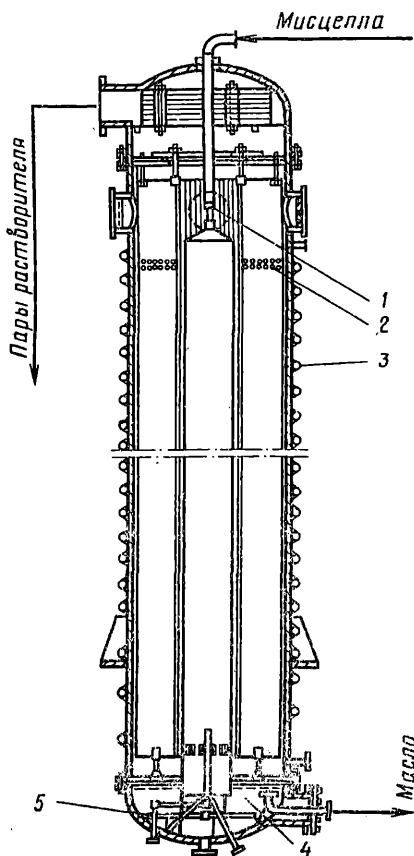


Рис. 79. Подогреватель-испаритель:

1 — распределительная тарелка; 2 — греющая труба; 3 — отбойные диски

Рис. 80. Окончательный дистиллятор:

1 — тарельчатая форсунка; 2 — вертикальные пластины; 3 — наружный змеевик для обогрева; 4 — сборник масла; 5 — барботер острого водяного пара



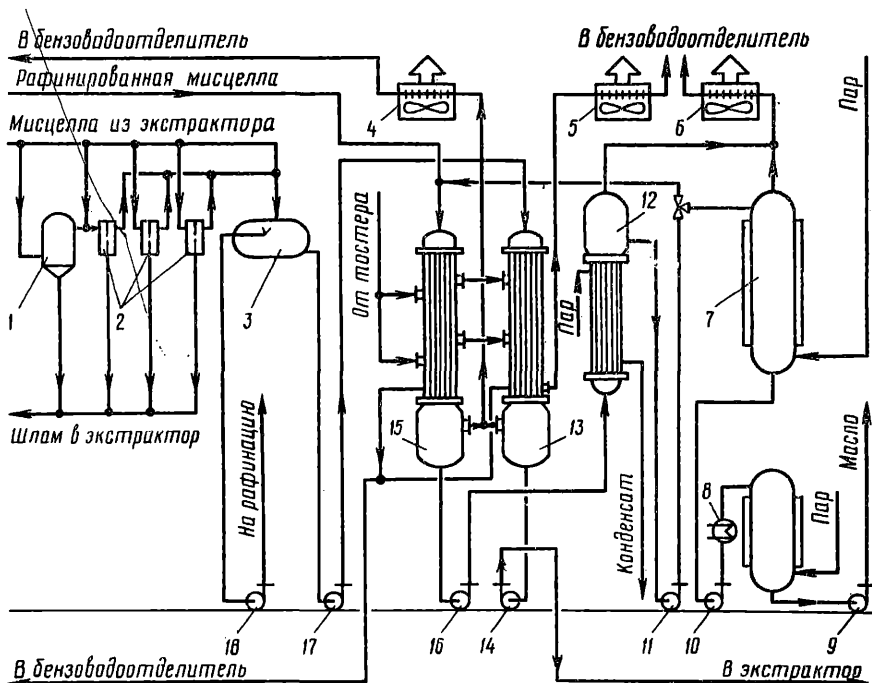


Рис. 81. Схема трехступенчатой дистилляционной установки "Экстехник":

1 – отстойник для мисцеллы; 2 – шелевые фильтры; 3 – приемный бак; 4–6 – воздушные конденсаторы; 7 – двойная вакуумная ректификационная колонна; 8 – теплообменник; 9 – насос для масла; 10, 11, 14, 16, 17, 18 – насосы для мисцеллы; 12 – испаритель с восходящей пленкой; 13, 15 – испарители с опускающейся пленкой

ней колонны, содержит не более 0,2 % летучих веществ. Температура готового масла не превышает 90 °С.

Таким образом, дистилляция мисцеллы (отгонка растворителя) в рассмотренных современных установках в качестве обязательных этапов включает в себя испарение растворителя в пленке при высоких скоростях испарения из относительно слабоконцентрированных мисцелл, иногда, например в установках НД-1250 и МЭЗ, – распыление в вакууме высококонцентрированных мисцелл и обязательную обработку масла на конечной стадии дистилляции острым водяным паром (барботированием) в слое. Такая обработка обеспечивает, получение растительного масла при относительно невысоких температурах без следов растворителя, о чем судят по так называемой температуре вспышки масла – максимальной температуре масла, при которой над его поверхностью происходит вспышка летучих продуктов в

присутствии открытого огня. Даже следы растворителя резко снижают температуру вспышки.

Качество масла в процессе отгонки растворителя из мисцеллы зависит не только от технологических параметров этого процесса — температуры, продолжительности отгонки, но и от состояния содержащихся в мисцелле примесей как механического характера, так и различных групп липидов, извлекаемых в ходе экстракции вместе с маслом из масличного сырья.

При тепловых воздействиях на мисцеллу в ходе дистилляции происходят процессы термического окисления и распада триацилглицеролов, фосфолипидов и жирорастворимых витаминов и провитаминов. Присутствие этих веществ снижает качество масла и затрудняет ведение технологических процессов при последующей переработке масла. Поэтому примеси и сопутствующие группы липидов из мисцеллы необходимо удалять до дистилляции. Если механические примеси относительно просто удаляются из мисцеллы при фильтрации или других способах очистки, то удаление структурных липидов — каротиноидов, стеролов, токоферолов, фосфо- и гликолипидов, свободных жирных кислот требует применения физико-химических и химических методов — обработки растворенного в растворителе масла щелочью — рафинации в мисцелле. Особое значение рафинация масла в мисцелле приобретает перед дистилляцией хлопковых мисцелл в связи с тем, что специфическое красящее вещество хлопковых семян (госсипол) при нагревании подвергается разнообразным превращениям и образующиеся при этом продукты его изменения ухудшают качество масла, токсичны и очень трудно из масла выводятся. Рафинация хлопкового масла в мисцелле идет значительно эффективнее по сравнению с рафинацией готового хлопкового масла за счет снижения вязкости обрабатываемых растворов.

Рафинация (нейтрализация) масла в мисцелле идет при оптимальной концентрации мисцеллы 35–45 %. Поэтому мисцеллу, выходящую из экстрактора с более низкой концентрацией, предварительно упаривают в дистилляторе первой ступени или добавляют в мисцеллу масло предварительного прессования, полученное из этих же семян. Температура мисцеллы при поступлении на рафинацию должна быть равна 20–22 °С. Мисцелла оптимальной концентрации и температуры поступает в струйный смеситель, где смешивается с раствором щелочи. Полученную смесь мисцеллы, хлопьев мыла, образовавшихся при взаимодействии щелочи и свободных жирных кислот, находившихся в масле, фосфолипидов, красящих и других веществ, подогревают до 60–70 °С и обрабатывают для лучшего разделения обессоленной водой при температуре 90–95 °С в отстойниках непрерывного действия. Отсюда очищенная мисцелла поступает в дистилляторы второй ступени. Масло из окончательного дистиллятора (последней ступени дистилляции) после охлаждения проверяют на полноту отгонки растворителя по величине температуры вспышки.

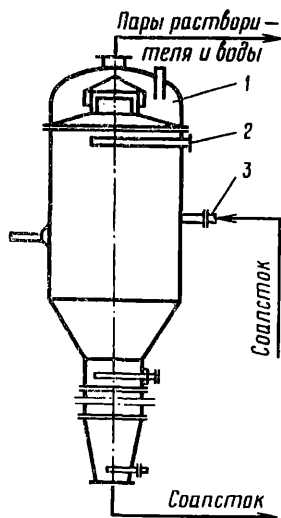


Рис. 82. Колонна для отгонки растворителя из соапстока:

1 — цилиндрический корпус с коническим днищем; 2 — паровой барботер для гашения пены; 3 — форсунка для ввода соапстока в колонну

Отгонку растворителя из осадка (соапстока), отделенного от мисцеллы в отстойниках непрерывного действия, ведут в колоннах (рис. 82), представляющих собой цилиндрический вертикальный аппарат со сферической крышкой и коническим днищем. В верхней части его для гашения пены установлен паровой барботер, в средней части — две паровые форсунки для распыливания подаваемого в аппарат соапстока.

Аппарат работает под вакуумом. Нагретый до 110°C соапсток с растворителем подается в форсунки и с большой скоростью выбрасывается в паровое пространство аппарата, где интенсивно испаряется растворитель, а соапсток переходит в сборник соапстока, а оттуда на склад.

В дистилляционной установке "Экстехник" предусмотрена возможность более полного удаления госсипола из масла путем извлечения его мисцеллой высокой концентрации (58 %), способной хорошо растворять госсипол. С этой целью в дистилляционных установках, специализированных для переработки семян хлопчатника, мисцелла, выходящая из экстрактора концентрацией 35 %, разделяется на два потока. Основной поток мисцеллы поступает на установку для рафинации масла в мисцелле, после чего рафинированная мисцелла подвергается дистилляции, последовательно проходя два испарителя и стриппинг-колонну, как описано было выше. Дополнительный (меньший по объему) поток мисцеллы поступает на специальный дистиллятор с опускающейся пленкой, аналогичной такому же дистиллятору для основного потока рафинированной мисцеллы. Здесь мисцелла упаривается до концентрации 58 %, хорошо растворяющей госсипол. Концентрированная мисцелла перекачивается в секцию экстрактора для экстракции госсипола. Количество мисцеллы, подаваемой в эту секцию, должно соответствовать количеству мисцеллы, которое проходит через секцию экстрактора, где экстрагируется масло.

ОТГОНКА РАСТВОРИТЕЛЯ ИЗ ШРОТА

После извлечения масла в шроте, выходящем из экстрактора, остается значительное количество растворителя. В зависимости от внешней и внутренней структуры шрота, свойств растворителя (относительной

плотности, вязкости, размеров и полярности его молекул) шрот может содержать 20–35 % растворителя. Если конструкцией экстрактора предусмотрены условия для стекания растворителя из шрота, то содержание растворителя в выходящем шроте уменьшается. Основным же способом удаления растворителя из шрота является его испарение. Поэтому снижение содержания растворителя в выходящем шроте не только улучшает работу испарительного оборудования, но и ведет к снижению маслянистости шрота, так как растворитель, оставшийся в шроте, — это не чистый растворитель, а слабоконцентрированная мисцелла (маслянистость шрота никогда не бывает равна нулю), и чем меньше ее остается в шроте, тем меньше в шроте остается масла. На полноту отгонки растворителя влияют структура и размеры частиц шрота — из более пористых частиц удаление растворителя проходит легче. Поэтому как для экстракции, так и для отгонки растворителя оптимальная структура должна характеризоваться большой пористостью.

Растворитель в шроте находится не в свободном состоянии, а удерживается силами физико-химического характера в макро- и микрокапиллярах и на поверхности частиц шрота. В связи с этим процесс отгонки растворителя из шрота распадается на два периода. В первом происходит удаление наименее связанного растворителя, который находится на наружной поверхности частиц и в макрокапиллярах. Во втором периоде удаляется более прочносвязанный растворитель. Большое значение для отгонки в этом периоде приобретают способы, интенсифицирующие его удаление: обработка шрота острым паром, применение

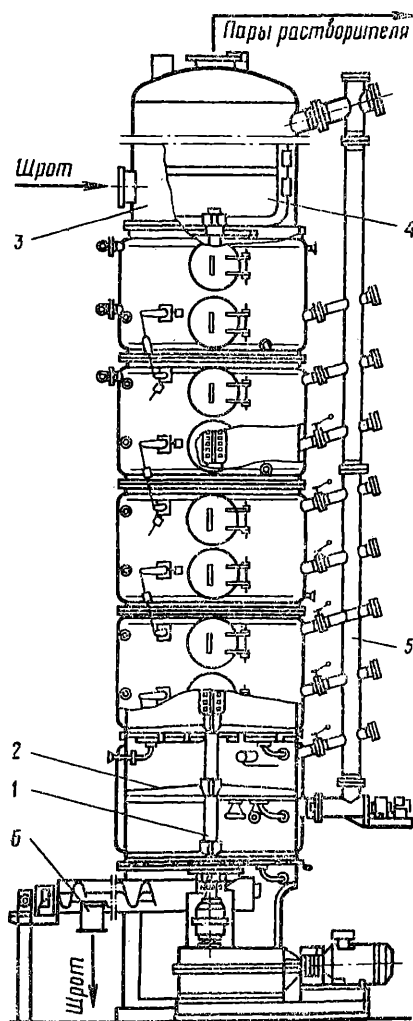


Рис. 83. Тостер (чаный испаритель) фирмы СКЕТ:

1 — вал; 2 — ножи-мешалки; 3 — верхний чан; 4 — расширитель; 5 — коллектор; 6 — клапанный выгрузитель

вакуума, перемешивание. В связи с этим наиболее целесообразным является ведение процесса отгонки растворителя в двух конструктивно различных (возможно, разобщенных) аппаратах. В первом должно быть обеспечено быстрое, почти мгновенное удаление слабо удерживаемого шротом растворителя, во втором — удаление прочносвязанного растворителя с использованием интенсивных тепловых и других воздействий.

Отгонку растворителя из шрота осуществляют в толстом перемешиваемом слое (в испарителях чанного типа), в перемешиваемом слое в частично взвешенном (полувзвешенном) состоянии (в испарителях шнекового типа), в полностью взвешенном состоянии в потоке перегретых паров отгоняемого растворителя.

В нашей стране применяют 9-, 10- и 11-чанные тостеры. Чанный испаритель фирмы СКЕТ, или тостер (рис. 83), представляет собой аппарат колонного типа, состоящий из десяти чанов диаметром 2,1 м. Каждые два чана имеют общую паровую рубашку. Через все чаны проходит вал 1 с лопжами-мешалками 2, предназначенными для перемешивания и перемещения шрота из чана в чан. Вал вращается с частотой 28 об/мин. Тостер загружается через шлюзовой затвор в верхний чан 3, выгружается через клапанный выгрузитель 6.

Обогрев глухим паром ведется через паровые рубашки в днище и боковые стенки чанов. Острый пар поступает от распределительного устройства внутрь каждого чана.

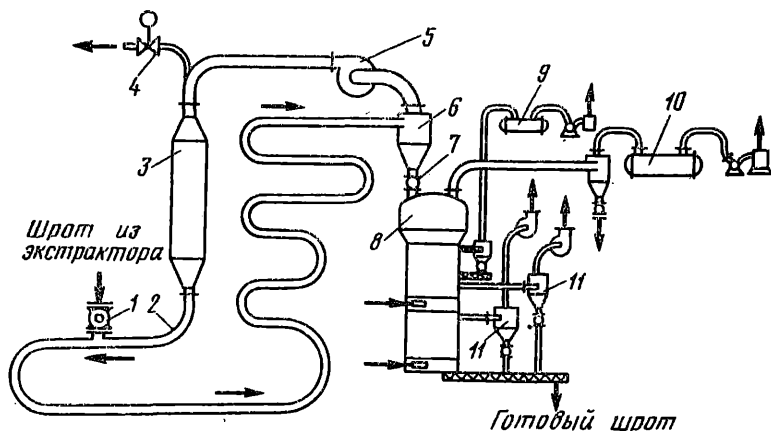


Рис. 84. Схема комбинированной обработки шрота:

1 — питатель (шлюзовой затвор); 2 — пневмопровод; 3 — пароперегреватель; 4 — автоматический клапан отвода паров растворителя; 5 — вентилятор; 6 — циклон; 7 — шлюзовой затвор; 8 — тостер; 9, 10 — конденсаторы; 11 — циклоны для отделения частиц шрота

Рис. 85. Пятичанный тостер фирмы "Экстехник":

1, 2 — нижние чаны; 3–5 — верхние чаны; 6, 8 — патрубки; 7 — герметический шнек

Шрот проходит последовательно все чаны. Перепуск шрота из чана в чан производится с помощью перепускных клапанов, поддерживающих постоянный уровень шрота в чане (обычно на уровне 380–400 мм).

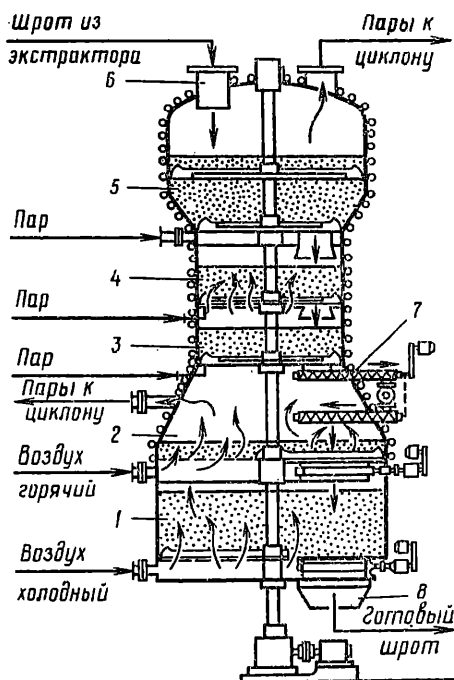
В днище каждого чана, за исключением нижнего, расположено восемь колосниковых окон для прохода паров воды и растворителя, выходящих из расположенных ниже чанов.

Кроме того, каждый чан имеет отвод паров в вертикальный воздухопровод — коллектор 5, соединяющий для выравнивания давления в чанах все чаны тостера.

В верхние три чана кроме острого пара поступает вода. В первом чане шрот увлажняется паром и водой до 24 %, а затем в нижних высушивается. Это обеспечивает низкое содержание растворителя в готовом шроте и желаемую глубину денатурации белков шрота. В верхней части чанного испарителя расположен расширитель 4, в котором установлена мешалка со скребками для очистки стенок расширителя в случае налипания частиц шрота. Пары растворителя и воды, выходящие из расширителя, затем промываются горячей водой для освобождения от уносимых частиц шрота.

Производительность тостера 190 т шрота в сутки, поверхность нагрева 74 м^2 . Продолжительность обработки шрота в тостере 55–65 мин, остаточное содержание растворителя в шроте 0,05 %.

В экстракционной установке фирмы "Экстехник" отгонка растворителя из шрота осуществляется комбинированно — двумя способами (рис. 84) — сначала путем обработки шрота во взвешенном состоянии перегретым паром растворителя, которая обеспечивает быстрое удаление основной массы растворителя из шрота, а затем тостированием шрота в чанном аппарате, где происходит удаление остатков растворителя с одновременной сушкой и охлаждением шрота.



Шрот, выходящий из экстрактора, поступает через шлюзовую затвор в пневмопровод, где, контактируя с перегретым паром растворителя во взвешенном состоянии, освобождается от содержащегося в нем растворителя. Из пневмопровода шрот поступает в циклон, где отделяется от паров растворителя, а затем поступает в тостер.

Тостер фирмы "Экстехник" (рис. 85) может иметь пять или семь чанов, в которых последовательно осуществляется обработка шрота. Сначала шрот через патрубок 6 поступает в зону отгонки растворителя в верхние чаны 3–5 аппарата. Здесь под действием глухого и острого водяного пара происходит нагревание шрота и удаление из него раство-

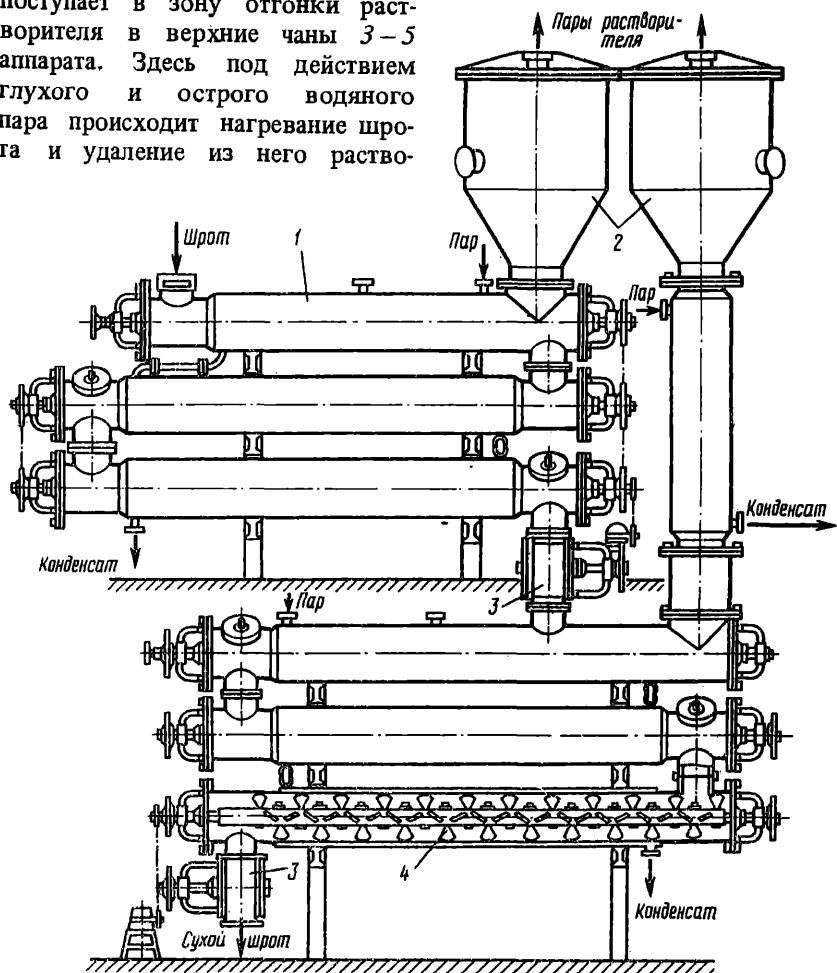


Рис. 86. Шнековый испаритель НД-1250:

1 — испарительные шнеки; 2 — шротоловушки; 3 — шлюзовые затворы; 4 — лопастной вал

рителя. Затем шрот с помощью герметических шнеков 7 переходит в зону сушки. Здесь в чане 2 шрот продувается горячим воздухом, а затем в нижерасположенном чане 1 — холодным. Воздух подается через днища чанов. После охлаждения шрот температурой, не превышающей температуру окружающего воздуха более чем на 10 °С, выходит из аппарата через патрубок 8. Содержание растворителя в готовом шроте должно быть не более 0,05 %, влажность 9 %. Производительность установки для обработки шрота в пересчете на семена хлопчатника 1200 т/сут.

Шнековые испарители являются аппаратами с последовательным отводом паров растворителя. Шнековый испаритель НД-1250 (рис. 86) состоит из двух секций: верхней и нижней, в каждой из которой расположено по три шнека. Верхние шнеки предназначены для предварительной отгонки растворителя с помощью глухого пара, нижние шнеки — для окончательной отгонки глухим и острым паром. Верхняя и нижние ступени соединены шлюзовым затвором. Диаметры и длина шнеков одинаковые (600 и 6200 мм). Лопастные валы шнеков вращаются с частотой 38 об/мин. Пары растворителя выходят через сухую шротоловушку, представляющую собой расширитель, и мокрую, которая промывается от шрота горячей водой, а затем поступают на конденсаторы. К одному экстрактору НД-1250 устанавливают два шнековых испарителя.

Несколько другую конструкцию имеет испарительная установка типа МЭЗ (рис. 87), но принципиальных отличий от установки НД-1250 у нее нет, отгонка растворителя из шрота здесь также происходит в полувзвешенном состоянии. Испарительная установка для шрота МЭЗ состоит из двух параллельно расположенных трехсекционных испарительных шнеков и двух барабанных сушилок-дезодораторов. Испарительные шнеки и сушилки-дезодораторы снабжены паровыми рубашками. Валы испарительных шнеков имеют лопасти для перемещения шрота и лопатки, обеспечивающие лучшее перемешивание шрота и очистку внутренней поверхности шнека. Внутри сушилки-дезодоратора расположен вращающийся ротор, закрепленный на полом валу. Обогрев осуществляется глухим паром через паровую рубашку и нагревательный змеевик, расположенный на каркасном роторе. Сушилка-дезодоратор оснащена вводом острого пара.

Таким образом, в шнековых испарителях отгонка обеспечивается нагреванием шрота при интенсивном перемешивании его лопастями и мешалками. Это обстоятельство в сочетании с тем, что растворитель испаряется почти исключительно глухим водяным паром, является причиной пересушивания и сильного измельчения шрота с образованием большого количества пыли. Большое пылевыведение при транспортировании шрота является источником его значительных потерь, загрязнения помещений и заводской территории. Кроме того, пневмотранспортирование сухого пылевидного шрота из цеха при скорости движения его по трубам более 2 м/с сопровождается возникновением зарядов стати-

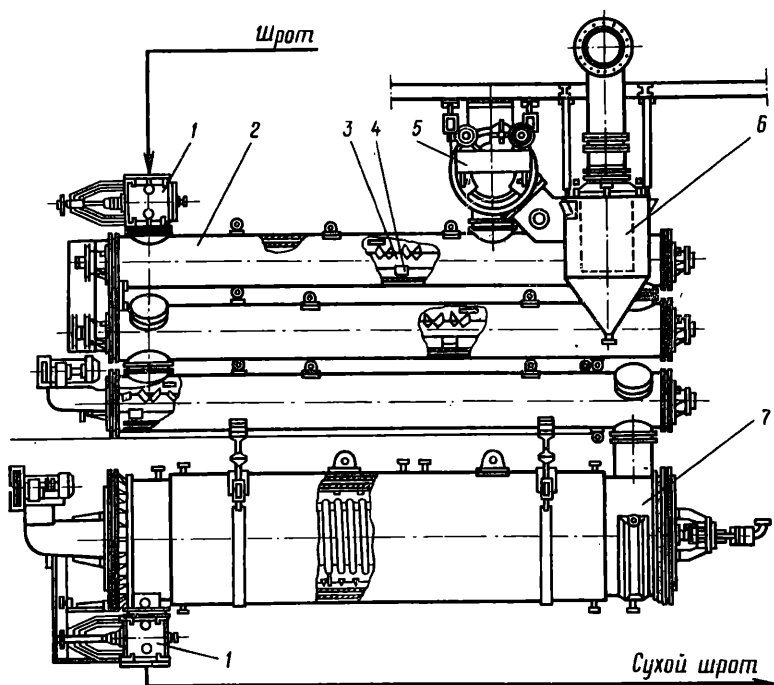


Рис. 87. Шнековый испаритель МЭЗ:

1 — шлюзовой затвор; 2 — испарительный шнек; 3 — лопастной вал; 4 — лопатка шнека; 5 — сухой пылеотделитель; 6 — скруббер; 7 — сушилка-дезодоратор

ческого электричества высокой мощности, которые в момент разрядки с образованием искры могут вызвать взрыв шротовой пыли или паров растворителя. В испарительных установках НД-1250 и МЭЗ из-за незначительной влаготепловой обработки содержание растворителя в готовом шроте велико и составляет не менее 0,1 %. Производительность шротоиспарительной установки МЭЗ, включающей два трехсекционных испарительных шнека и две сушилки-дезодоратора, составляет 340 т шрота в сутки.

Обработка шрота в тостерах или испарительных установках любых типов должна обеспечивать, кроме освобождения шрота от растворителя и излишней влаги, также повышение его биологической ценности как пищевого или кормового продукта. Это достигается вследствие теплового ингибирования нежелательных и токсичных соединений различной химической природы, которые присутствуют в семенах многих масличных растений. Для некоторых масличных растений в ходе обработки шрота ставится также цель инактивировать некоторые ферменты, присутствие которых в готовом шроте является нежелательным.

Так, присутствующие в семенах подсолнечника ингибиторы ферментов, угнетающие пищеварительный процесс в организме животных, в ходе тостирования должны быть инактивированы, так же как и нежелательная хлорогеновая кислота и ее производные, чтобы не оказывать отрицательного влияния на кормовую ценность шрота.

С целью повышения кормовой ценности и усвояемости шрота необходима частичная тепловая денатурация входящих в его состав белков. Как правило, для многих видов растительного масличного сырья дополнительной обработки шрота для этого не требуется. Продолжительное воздействие высоких температур в ходе приготовления мезги, прессования и отгонки растворителя из шрота обеспечивает необходимую степень денатурации белков, а также стерилизует микрофлору, всегда присутствующую на семенах и продуктах их переработки.

При переработке семян хлопчатника получение нетоксичного шрота представляет более сложную задачу. В семенах и хлопковом шроте содержится высокотоксичное вещество — госсипол, а также токсичные его производные. Наиболее токсичным является свободный госсипол, переход его в связанную с белками шрота форму — связанный госсипол — снижает токсичность хлопкового шрота, хотя и не обезвреживает его полностью. В ГОСТ 606—75 содержание свободного и связанного госсипола в шроте регламентировано: свободного госсипола — не более 0,02 % и связанного — не более 0,85—1,15 %. Для получения хлопкового шрота с такими характеристиками по содержанию госсипола необходима интенсивная тепловая обработка мезги и обязательное тостирование шрота. Хотя свободный госсипол при тепловой обработке переходит в связанный, относительно менее токсичный, но одновременно снижается кормовая ценность белков шрота из-за потери до 25—30 % незаменимых аминокислот.

В качестве одного из методов снижения содержания свободного госсипола в шроте без существенной потери аминокислот предложена обработка хлопкового шрота после тостирования водным раствором аммиака и карбамида (в соотношении 1:2) в количестве 0,8—1,0 % от массы шрота. Рекомендуются также обработка шрота сульфатом железа, в присутствии которого госсипол окисляется до неактивных форм. Количество вводимого сульфата железа должно соответствовать содержанию свободного госсипола в шроте (1:1). Промышленного распространения эти методы не получили.

При переработке семян сои и арахиса тостирование шрота должно обеспечивать ингибирование белков — лектинов, а также белков — ингибиторов ферментов, ответственных в организме животных и человека за переваривание белков. В соевом шроте нежелательна также высокая активность ферментов — фермента уреазы, разлагающей карбамид (компонент комбикормов) с выделением аммиака, способного вызывать отравление у животных, и фермента липоксигеназы, вызывающей окисление липидов. В ходе тостирования активность ферментов и дру-

гих нежелательных соединений снижается, но при этом теряется до 15 % аминокислот.

При переработке семян клещевины в ходе тостирования должны быть ингибированы лектины и алкалоиды. В семенах рапса, горчицы присутствуют производные углеводов — тиогликозиды или гликозинолаты, при гидролизе которых под действием ферментов гликозидаз образуется ряд токсичных продуктов, что ограничивает применение их шротов в кормовых целях. В ходе тостирования летучие продукты, часть из которых токсична и образуется из тиогликозидов, удаляется вместе с отгоняемым водяным паром.

Таким образом, тостирование является технологической операцией, обеспечивающей улучшение пищевой и кормовой ценности основного компонента шрота — белков путем ингибирования и инактивации антипитательных веществ. Интенсивная влаготепловая обработка шротов в то же время сопровождается глубокой денатурацией белков, а также потерей ими незаменимых аминокислот. К сожалению, применение других способов инактивации нежелательных веществ в шроте и семенах не получило распространения из-за неразработанности их технологии.

Тостеры в настоящее время являются наиболее совершенными аппаратами для обработки шрота. Они обеспечивают наиболее полное удаление растворителя из шрота, а также надежную инактивацию и обезвреживание нежелательных и токсичных соединений, снижающих его пищевую и кормовую ценность.

Качество шрота как высокобелкового кормового продукта в значительной степени определяется не только интенсивностью влаготепловой обработки, наиболее эффективной при обработке шрота в тостере, не менее важное значение для качества шрота имеют параметры операций обрушивания семян и отделения оболочки от ядра.

При получении подсолнечного шрота с высоким содержанием белка наибольшую трудность представляет получение низколузгового ядра. Только при переработке ядра лузжистостью не более 8–9 % возможно получить шрот с содержанием белка до 41–42 %, так как при большей лузжистости в шроте растет содержание целлюлозы — основного компонента покровных оболочек семян и относительное содержание белка в шроте падает.

В реальных условиях лузжистость ядра подсолнечника, направляемого на измельчение и дальнейшую переработку, всегда существенно выше. Поэтому разрабатываются методы отделения лузги уже из готового шрота путем просеивания на ситах и разделения в воздушном потоке. В результате такого фракционирования шрота получают два продукта — высокобелковый шрот с содержанием белка до 50 % и целлюлозы не более 6,5 % и высоколузговый шрот с содержанием белка до 30 % и целлюлозы до 20 %. Полученные продукты удается более рационально использовать при приготовлении кормов для различных

групп сельскохозйственных животных, отличающихся по способности усваивать целлюлозу.

Аналогичным способом фракционируют шрот из хлопковых семян. Высокобелковый хлопковый шрот содержит белка до 55 % против 38 % в исходном шроте и целлюлозы — 6,5 % против 15 % в исходном.

При получении из тостированного соевого шрота высокобелковой фракции из шрота отделяют семенную оболочку. Для этого шрот измельчают, просеивают на ситах и аспирируют, отделяя семенную оболочку и пылевидную фракцию шрота. Наиболее богата белком тяжелая фракция шрота, выделяемая на ситах. Пылевидная фракция шрота и семенная оболочка, отделяемые путем аспирации, образуют относительно низкобелковый продукт.

Выход высокобелковой фракции шрота составляет 20–25 % массы шрота, содержание белка в нем до 50 %, выход низкобелкового шрота 75–80 %, содержание белка в нем 42–44 % при влажности 9–12 % и масличности до 1 %.

ПОДГОТОВКА К ХРАНЕНИЮ И ХРАНЕНИЕ ШРОТА

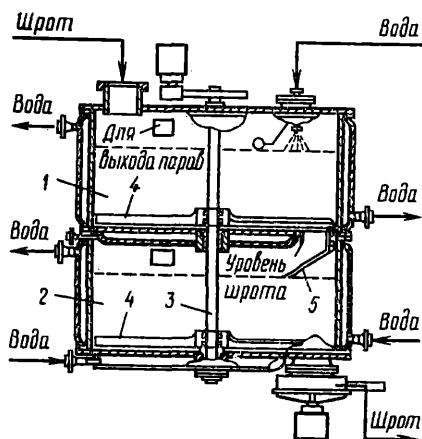
Влажность шрота, поступающего на хранение, должна быть равна при переработке семян подсолнечника 7–9 %, сои 8–10 %, хлопчатника 7–8 %, а его температура не должна превышать 40 °С. В шроте не должно быть более 0,1 % растворителя, 0,01 % ферропримесей. Кроме того, для устойчивого хранения необходимо, чтобы шрот имел однородную по размерам составляющих его частиц структуру и не содержал комков.

В соответствии с этими требованиями шрот, выходящий из тостера или шнекового испарителя температурой 100–105 °С, должен быть охлажден в экстракционном цехе с помощью чанного охладителя или чанного кондиционера. Шрот охлаждается и увлажняется холодной водой, которая поступает в чаны.

На рис. 88 представлен двухчанный охладитель-кондиционер. Число чанов рассчитывается в зависимости от количества обрабатываемого шрота, температура которого на выходе из охладителя-кондиционера должна быть не выше 70 °С.

Рис. 88. Двухчанный охладитель-кондиционер для шрота:

1 — верхний чан; 2 — нижний чан; 3 — вал; 4 — ножи-мешалки; 5 — клапан для выпуска шрота из верхнего чана в нижний



Внутренний диаметр чана 2000 мм, высота 900 мм, поверхность охлаждения 8,7 м². Частота вращения мешалки 41 об/мин. Уровень шрота в каждом чане постоянный — 700 мм. Увлажнение шрота производят через форсунки.

Охлажденный шрот из чанного кондиционера пневмотранспортом подается на склад. При перемещении в потоке воздуха происходит дополнительное охлаждение шрота. Воздух, используемый при пневмотранспортировании шрота, рекомендуется увлажнять до относительной влажности 75–80 %. Это необходимо для исключения или уменьшения накопления статического электричества.

В складе шрот через циклон-разгрузитель и шлюзовой затвор поступает на сита, где отделяются крупные примеси.

Крупные примеси — комки шрота дробят на дробилках (валковых или другого типа), а затем вновь направляют на сита. Перед хранением шрот очищают от металлопримесей на магнитных сепараторах, аналогичных по конструкции сепараторам, применяемым для очистки семян.

Если шрот транспортируется на склад не пневмотранспортом, а по транспортной ленте, шнеком или редлером, то после отделения крупных примесей его направляют на шротоохладительную установку, которая охлаждает шрот атмосферным воздухом.

Запыленный воздух, отсасываемый из шротоохладительной колонки, циклонов-разгрузителей пневмотранспорта и других пылящих узлов технологической схемы, очищается в микроциклонах. Шрот, осевший в микроциклонах, включается затем в общий поток шрота, идущего на хранение.

В тех случаях, когда предусмотрено гранулирование шрота, расмотренная схема дополняется кондиционером-гранулятором и охладителем гранул шрота.

На шроты установлены государственные стандарты. Подсолнечный шрот должен удовлетворять требованиям ГОСТ 11246–65. Согласно ГОСТу шрот должен иметь серый (различных оттенков) цвет и запах, свойственный шроту, без посторонних запахов. Влажность шрота 10 %, содержание липидов (на сухое вещество) не более 1,5 %, протеина не менее 39 %, золы, не растворимой в HCl, не более 1,5 %, плодовой оболочки (лузги) не более 16,5 %. Содержание металлопримесей в виде пыли не должно превышать 0,01 %, частиц размером 2 мм — не более 0,0012 %. Содержание растворителя не более 0,1 %.

Шрот, предназначенный для использования в качестве корма для животных, подвергают гранулированию, предварительно смешивая его с гидрофузом — массой, выпадающей в осадок при обработке водой (гидратации) прессовых и экстракционных масел, или соапстоком — осадком, который получают при обработке раствором щелочи мисцеллы или масла. Смешивание шрота с гидрофузом или соапстоком проводят в чанной или шнековой жаровне, затем в шнеке-смесителе и, на-

конец, в грануляторе. Готовые гранулы шрота охлаждают, отделяют от мелочи и направляют на склад. Гранулированный подсолнечный шрот должен отвечать требованиям ОСТ 18.43—71: содержание влаги 7—9,5 %, липидов 2,5—4 %, белков (протеина) 42—45 %.

РЕГЕНЕРАЦИЯ И РЕКУПЕРАЦИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ

Задачей регенерации и рекуперации являются сохранение и возврат в производство растворителя, удаляемого из мисцеллы и шрота отгонкой. Растворитель регенерируют, нагревая мисцеллу и шрот, выходящие из экстрактора, а затем образующиеся пары растворителя пропускают через охлаждающие теплообменники-конденсаторы. Однако конденсация способна вернуть в производство — регенерировать только основную часть испаренного растворителя, находящегося в виде концентрированных паров. Некоторая часть паров растворителя образует газозвудушные смеси низкой концентрации, удаление растворителя из которых требует использования специальных методов.

Улавливание растворителя из низкоконцентрированной воздушной смеси называется рекуперацией. В экстракционном производстве существует пять видов потерь растворителя:

- с воздухом, уходящим из цеха через систему рекуперации (5—70 кг/ч);

- с воздухом, уходящим из цеха с приточно-вытяжной вентиляцией через неплотности аппаратуры и т. п. (15—40 кг/ч);

- со шротом, уходящим из цеха (5—30 кг/ч);

- с водой, уходящей из цеха (1—5 кг/ч);

- с уходящим маслом (следы).

Расчет потерь растворителя ведется на 1 т перерабатываемых масличных семян и зависит от вида масличного сырья и типа экстракционной установки. Эти потери зависят от многих факторов и в среднем составляют 0,4—1,5 % массы экстрагируемого материала. При переработке подсолнечных семян на экстракционной установке НД-1250 потери составляют 3,5—4,0 кг/т, на установке МЭЗ — 2,5—3,5 кг/т.

Подсчеты показывают, что каждый крупный маслоэкстракционный завод безвозвратно теряет ежегодно свыше 1000 т бензина.

Для конденсации паров растворителя, выходящих из дистилляционных (для масла) и испарительных (для шрота) установок, применяют конденсаторы трубчатого типа, охлаждаемые водой. Конденсаторы вертикального типа способны самоочищаться от шлама, который может быть унесен парами растворителя, хотя эффективность теплопередачи у них несколько ниже, чем у горизонтальных конденсаторов.

Полученный конденсат — смесь растворителя и воды — разделяют в водоотделителях, использующих различие в относительных плотностях растворителя и воды.

Выходящие из конденсаторов газозвудушные смеси для улавливания

В установках НД-1250 и МЭЗ используют первый способ рекуперации. Пары бензина с воздухом в установке НД-1250 поступают для обработки в охладитель газозвоздушной смеси, а затем в дефлегматоры — вертикальные трубчатые теплообменники, которые охлаждаются рас-
солом CaCl_2 температурой — 14°C .

После выхода из последнего дефлегматора каждой группы воздух выбрасывается в атмосферу. Экстракционная линия "Экстехник" оборудована масляно-абсорбционной установкой, работающей с применением в качестве абсорбента минерального масла с температурами кипения 325—500 °С.

Воздушно-паровая смесь

Охлаждающая вода

Пары бензина и воды на конденсацию

Горячий пар

Острый пар

На сепаратор растворителя и воды (водоотделитель)

1, 4 – охладители; 2 – абсорбер; 3 – вентилятор; 5 – теплообменник; 6 – подогреватель; 7 – десорбер; 8 – сборник; 9, 10 – насос

теля воздух с помощью вентилятора 3 уходит в атмосферу. Масло, содержащее растворитель, проходит сборную камеру абсорбера 2, через теплообменник 5 и подогреватель 6 насосом 10 перекачивается в десорбер 7, который устроен аналогично абсорберу, но имеет паровую рубашку и барботер острого пара. С помощью глухого и острого пара в десорбере 7 растворитель удаляется из масла на конденсацию, а регенерированное масло через сборник 8 насосом 9 подается в теплообменник 5 и охладитель 4, а затем поступает на абсорбер 2.

Концентрация растворителя в масле после абсорбера 5 %, после десорбера в регенерированном масле 0,5 %. В воздухе, уходящем в атмосферу, содержание паров бензина должно быть не выше 2 % (25 г/м³).

Масляно-адсорбционная рекуперационная установка для улавливания паров растворителя из паровоздушных смесей применяется также в модернизированной экстракционной установке НД-1250.

Установка состоит из двух охладителей, масляного абсорбера, из которого воздух со следами растворителя выбрасывается в атмосферу, а раствор минерального масла, содержащий до 6 % растворителя, поступает в десорбер, из которого масло вновь возвращается в абсорбер. Температура минерального масла 30 °С.

Абсорбер представляет собой цилиндрическую колонну диаметром 450 мм и высотой 9420 мм, внутри которой находится устройство для распыления минерального масла и насадка — кольца Рашига. Паровоздушная смесь поступает в абсорбер снизу и, поднимаясь вверх, соприкасается со стекающим сверху по кольцам Рашига минеральным маслом. Пары растворителя сорбируются маслом и подаются в десорбер. В десорбере подогретое минеральное масло, содержащее растворитель, подается под давлением в форсунку и распыляется, затем подогревается глухим паром в последовательно работающих греющих камерах и, наконец, в нижней греющей камере обрабатывается острым водяным паром, поступающим через барботер. Пары растворителя из десорбера поступают в конденсаторы, охлаждаемые водой.

В качестве твердых сорбентов для улавливания паров растворителя из паровоздушных смесей чаще всего применяют активный уголь с удельной поверхностью 600—1700 м² на 1 г. Из экстракционных установок, работающих в нашей стране, адсорбционную установку на активном угле имеет экстракционная линия фирмы "Ольс". Рекуперационная установка включает улавливание паров растворителя путем глубокого охлаждения паровоздушной смеси, а затем улавливание паров растворителя твердым адсорбентом. В установке два адсорбера, работающих поочередно. Адсорберы представляют собой цилиндрические аппараты, в которых находится активный уголь, общий объем последнего составляет 3,5 м³. Паровоздушная смесь, проходя через слой сорбента, освобождается от паров растворителя. Воздух выходит в атмосферу практически свободным от растворителя. После насыщения сорбента парами растворителя адсорбер ставят на пропарку для удаления растворите-

ля, одновременно включается в работу второй адсорбер. Пары растворителя из пропариваемого адсорбера поступают на конденсацию. После пропарки адсорбер продувают горячим воздухом для подсушки сорбента.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Экстракционное производство предъявляет очень высокие требования к соблюдению техники безопасности, пожаро- и взрывобезопасности.

Основными причинами возникновения пожаров и взрывов в экстракционных цехах и шротовых складах, а также отравлений рабочих парами растворителя являются загазованность производственных помещений парами растворителя — бензина, нефраса, газообразными продуктами, которые образуются при самосогревании шрота, а также запыленность помещений складов шротовой пылью. Особую опасность в цехе или складе представляют источники искрения, например, в неисправной электроаппаратуре.

Для предотвращения загазованности в экстракционном цехе должна быть предусмотрена надежная система приточно-вытяжной вентиляции, оборудована система пожаротушения и исключены источники искрения.

При работе экстрактора нельзя допускать повышения давления поступающего в экстрактор растворителя выше нормы, открывать люки и смотровые стекла на экстракторе, снимать ограждения на его приводных устройствах. Работа дистилляторов недопустима без подачи охлаждающей воды в конденсаторы и надежной работы всей конденсационной системы.

При работе шнековых и чанных испарителей запрещается поднимать давление пара в рубашках выше допустимого, отбирать пробу из шнеков или чанов при их работе, включать их в работу при неработающей конденсационной системе.

Очистка фильтров для мисцеллы, разборка оборудования экстракционного цеха возможна только при отключении от общей системы с обязательной продувкой острым водяным паром для удаления следов растворителя и только после включения вентиляции.

В экстракционных цехах и складах шрота не допускается применять открытый огонь, устанавливать в транспортных элементах (шнеках, нориях, транспортерах) стальные (неомедненные) витки, ковши, скребки. Все электрооборудование должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении.

При работе экстракционного оборудования и аппаратуры возможно накопление статического электричества. Например, при пневмотранспортировании шрота и жмыховой крупки величина возникающего электрического потенциала составляет 5—15 кВ, при транспортировании по самотечным (гравитационным) трубам — 1,4—12 кВ, при движении шро-

товой и хлопковой пыли по аспирационным трубам — 5–6,7 кВ, при перекачке бензина и мисцеллы по трубам — 3 кВ, при работе ременных передач (плоских, клиновидных) и резиновых транспортных лент, выполненных из непроводящей резины, — 3,5–15 кВ. Электризации (до 6 кВ) могут подвергаться даже люди, работающие на погрузке сухого шрота в железнодорожные вагоны и автомобили.

Для защиты от возможных разрядов статического электричества, способных привести к пожару и взрыву, необходимо проводить кондиционирование шрота по влажности, применять для пневмотранспорта увлажненный воздух, заземлять всю аппаратуру, оборудование и конструкции экстракционного цеха и склада шрота. Кроме того, фланцевые соединения трубопроводов, аппаратов, норий должны иметь шунтирующие перемычки или иметь не менее двух болтов из нержавеющей стали, а в местах соприкосновения зачищенную поверхность с прокладкой луженых шайб. Резервуары для растворителя вместимостью более 50 м³, циклоны-шроторазгрузители пневмотранспорта должны быть заземлены не менее чем в двух диаметрально противоположных местах. Скорость течения экстракционного бензина и нефраса в трубах допускается не выше 2 м/с. Применение плоскоремennых передач и транспортных лент из обычных материалов во взрывоопасных помещениях не допускается. Наконец, в экстракционных цехах запрещается носить одежду из синтетических материалов, шелка и шерсти, способных хорошо электризоваться; в обуви рабочих во избежание искрения не должно быть стальных гвоздей, набоек и т. п. Экстракционные цехи необходимо оборудовать надежными грозозащитными устройствами.

Слесарное оборудование для работы в экстракционном цехе должно быть выполнено из металлов (медь, бронза, алюминий и др.), не дающих искры при ударе.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлено широкое использование экстракции при получении растительных масел?
2. Как протекает процесс экстракции масла?
3. Какие требования предъявляются к растворителям?
4. Как сказывается подготовка материала к экстракции на ее результатах?
5. Какие существуют способы экстракции растительных масел, их недостатки и преимущества?
6. В чем состоит различие работы основных типов экстракторов и их технологических характеристик?
7. Как осуществляется отгонка растворителя из мисцеллы? Какие типы установок применяются для этой цели?
8. Какие цели преследует обработка шрота, выходящего из экстрактора?
9. Что такое рекуперация и регенерация растворителя?
10. Какие источники потерь растворителя в экстракционном производстве Вы знаете?
11. Какие требования техники безопасности и противопожарной безопасности должны соблюдаться работающими в экстракционных цехах и шротовых складах?

ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА МАСЛА. ГИДРАТАЦИЯ ФОСФОЛИПИДОВ И ВЫМОРАЖИВАНИЕ ВОСКОВ ИЗ МАСЛА

ОЧИСТКА ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

При отжиме масла на шнековых прессах вместе с маслом через зерновые щели барабана пресса уходит до 5 % и выше (от массы перерабатываемого материала) обратного товара, представляющего собой мелкие частицы мезги, образующие механические примеси в масле.

Твердые частицы мезги — обрывки тканей клеток — удаляют из масла на механизированных гущеловушках с помощью горизонтальных центрифуг непрерывного действия, а также путем фильтрации на рамных фильтр-прессах с гидравлическим зажимом плит на фильтрах с механической разгрузкой осадка.

Двойная гущеловушка (рис. 90) представляет собой емкость, состоящую из двух изолированных отсеков вместимостью по 2 м³. Масло с механическими примесями (до 10 %) поступает в первый отсек и отстаивается. Здесь механическая взвесь, оседающая на дно, захватывается скребками, укрепленными на движущейся цепи, перемещается на перфорированную поверхность, где происходит стекание масла, а затем выводится шнеком из гущеловушки. Масло из первого отсека по щели переливается во второй отсек, где происходит дополнительное отстаивание масла. Здесь операция повторяется, и осадок после стекания из него основной части масла сбрасывается в тот же шнек, выводящий его из гущеловушки.

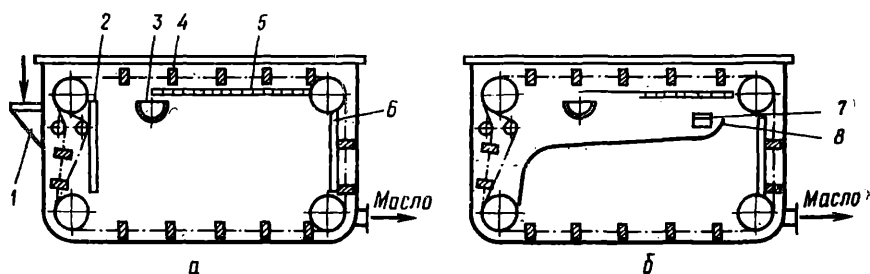
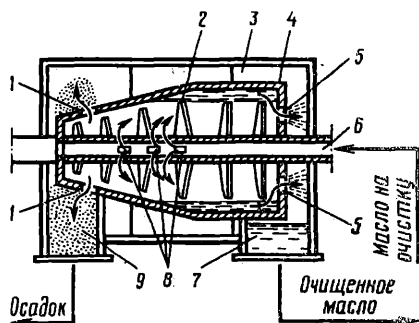


Рис. 90. Двойная гущеловушка:

а — отсек предварительного отстаивания: 1 — карман для поступающего масла; 2 — перегородка; 3 — шнек для осадка; 4 — скребковый транспортер; 5 — сетчатая поверхность; 6 — перегородка; б — отсек окончательного отстаивания; 7 — щель для перехода масла из предварительного в окончательный отсек; 8 — лоток

Рис. 91. Схема работы горизонтальной осадительной центрифуги непрерывного действия НОГШ-325:

1 — отверстия для выхода осадка; 2 — шнек; 3 — корпус; 4 — ротор; 5 — окна для слива масла; 6 — труба для поступления масла на очистку; 7 — отсек для очищенного масла; 8 — окна для выхода масла в полость ротора; 9 — отсек для твердого осадка



Содержание отстоя в масле после гущеловушки 0,3–0,5 %. Производительность гущеловушки 8–10 т масла в час. Для интенсификации процесса отделения твердых примесей от масла в вибрационном гущеотделителе перфорированной поверхности (сетке) внутри гущеловушки сообщают колебания частотой 50 Гц с помощью электромеханического вибратора.

В гущеловушках происходит отделение масла от наиболее крупных частиц. Для выделения мелких взвешенных частиц необходимо проводить осаждение в центробежном поле. На заводах применяются шнековые центрифуги НОГШ.

Горизонтальная осадительная центрифуга непрерывного действия НОГШ-325 (рис. 91) имеет следующее устройство. В цилиндроконическом роторе 4, заключенном в корпус 3, расположен шнек 2. Ротор и шнек вращаются в одном направлении, но с различной частотой, что достигается при помощи редуктора.

Масло до очистки, представляющее собой суспензию — смесь жидкого масла и твердых частиц мезги, подается по трубе 6 и далее через окна 8 шнека на стенку ротора. Осевшие частицы мезги выгружаются шнеком через отверстия 1 на меньшем днище ротора, а очищенное масло — через сливные окна 5 на большем днище ротора в отсек для очищенного масла 7. Частота вращения ротора 3500 об/мин, шнека — на 23 оборота меньше, чем ротора.

Производительность центрифуги НОГШ-325 2 т/ч масла. После очистки масла отстой должен быть не более 0,2 %. Дальнейшая очистка масла от механических примесей проводится на сепараторах А1-МСП (или аналогичного типа), на дисковых фильтрах ФГДС или фильтр-прессах.

Сепаратор А1-МСП является центробежным жидкостным сепаратором (рис. 92), ротор которого вращается с частотой 3000–4400 об/мин. Масло с механическими примесями поступает в барабан машины, где под действием центробежной силы взвешенные частицы отбрасываются в шламовое пространство барабана, а жидкая фракция (масло) дви-

жется к оси вращения барабана и выводится из сепаратора. Производительность сепаратора 4–5 т масла в час. Масло после очистки должно иметь отстой не более 0,05 % (по массе). Вывод шлама осуществляется периодически.

Фильтр ФГДС для масла (рис. 93) представляет собой цилиндр с коническим дном, внутри которого расположен полый вал с набором из 21 фильтрующего диска. В полном валу имеются радиальные отверстия для стока масла. Сетчатые диски обтянуты с двух сторон фильтр-тканью. В конической части фильтра установлена мешалка для выгрузки шлама. Масло после центрифуги НОГШ-325 или гущеловушки поступает внутрь корпуса фильтра и фильтруется через фильтр-ткань, а затем поступает в полый вал и выводится из фильтра. По мере роста давления фильтрации (свыше 0,12 МПа) при большом слое осадка на фильтр-ткани прекращают подачу масла на фильтрацию, масло сливают, продувают шлам воздухом или инертным газом и прокручивают вал с частотой враще-

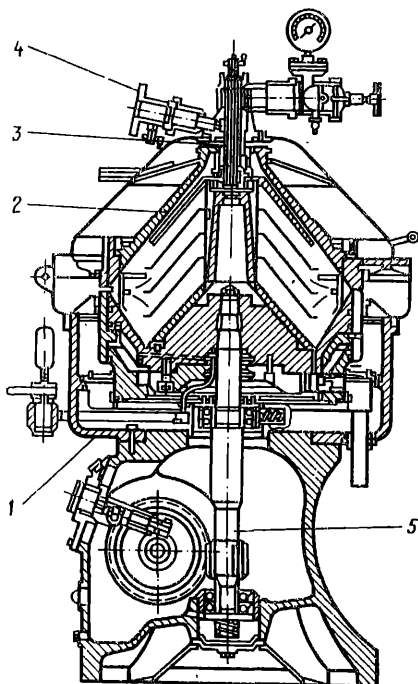


Рис. 92. Сепаратор А1-МСП:

1 — шламовое пространство; 2 — барабан; 3 — приемно-выводное отверстие для масла; 4 — патрубок для ввода масла на очистку; 5 — вал сепаратора

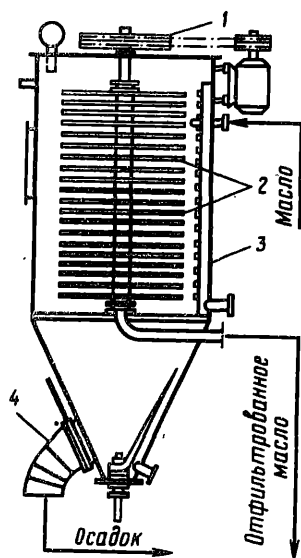


Рис. 93. Фильтр ФГДС для масла:

1 — привод фильтра; 2 — фильтрующие диски; 3 — корпус фильтра; 4 — люк для выхода шлама

ния 350 об/мин. Шлам сбрасывается с дисков и выводится через коническую часть фильтра. Отстой масла до фильтрации 0,3–0,5 %, после фильтрации 0,05 % по массе, температура фильтрации 60–90 °С. Производительность фильтра 4–5 т масла в час. Поверхность фильтрации 25 м²

Схема первичной очистки масла представлена на рис. 94. Она включает трехступенчатое отделение от масла твердых частиц — сначала в гущеловушке, затем в центрифуге НОГШ и, наконец, на фильтре ФГДС.

Фильтр-пресс с гидравлическим зажимом плит и рам (рис. 95) в отличие от рассмотренных аппаратов работает периодически. Фильтр-пресс имеет 29 плит и 30 рам размером 800×800 мм. Общая фильтрующая поверхность 31,92 м²

После накопления на фильтрующей ткани осадка фильтр-пресс должен быть остановлен и разобран для удаления осадка и замены фильтрующей ткани салфеток. Производительность фильтр-пресса при фильтрации масла температурой 80 °С составляет 1900 кг/ч.

Наиболее существенными недостатками фильтр-прессов являются периодичность их работы и необходимость очистки фильтр-ткани, требующей больших затрат тяжелого физического труда. Это ограничивает применение фильтр-прессов в современном производстве.

Осадок, получаемый в результате первичной очистки прессового масла на гущеловушках, центрифугах и фильтрах, направляется в жаровни, где смешивается со свежей мяткой.

Растительное масло сразу после получения должно быть охлаждено до температуры не выше 60 °С. Охлаждение масла необходимо для предотвращения окислительных процессов, возможных при соприкосновении горячего масла с кислородом воздуха при первичной очистке и хранении в открытых емкостях. При переработке хлопковых семян хранение масла уже при температуре выше 40 °С сопровождается также глубокими необратимыми изменениями госсипола, затрудняющими последующее его удаление из масла.

ГИДРАТАЦИЯ ФОСФОЛИПИДОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ФОСФАТИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Чем интенсивнее технологические воздействия на семена при обезжиривании, тем больше в масло переходит фосфолипидов. Для удаления из масла растворенных в нем фосфолипидов применяют гидратацию масла.

Г и д р а т а ц и я ф о с ф о л и п и д о в — это процесс обработки масел водой или слабыми растворами электролитов с целью выделения содержащихся в маслах фосфолипидов и других гидрофильных примесей. Гидратированные фосфолипиды, потерявшие из-за присоединения воды способность растворяться в масле, образуют хлопьевидный осадок и могут быть отделены от масла.

Фосфолипиды, выделенные с помощью гидратации из масел и высушенные в виде фосфатидного концентрата, используются в хлебопекарной и кондитерской промышленности, а также в сельском хозяйстве в качестве кормового продукта для сельскохозяйственных животных. Это обусловлено высокой физиологической ценностью фосфолипидов. Фосфолипиды применяются и в других отраслях народного хозяйства — лакокрасочной промышленности, производстве каучука, при обработке кож.

В зависимости от вида и качества масла в результате гидратации получают пищевое масло и пищевой фосфатидный концентрат или масло, направляемое на дальнейшую рафинацию, и кормовой фосфатидный концентрат. Обычно из масел предварительного прессования получают пищевое масло и пищевые фосфатидные концентраты. Экстракционные масла, как правило, дают кормовые фосфатидные концентраты, а масла нуждаются в рафинации.

Подразделение масел на пищевые, пригодные для непосредственного употребления в пищу, и на масла, требующие последующей обработки (рафинации), производят в соответствии с качественными показателями гидратированных масел. Аналогично по качественным показателям фосфатидных концентратов (запаху, вкусу, цвету, содержанию фосфолипидов, влаги, свободных жирных кислот) их подразделяют на пищевые и кормовые.

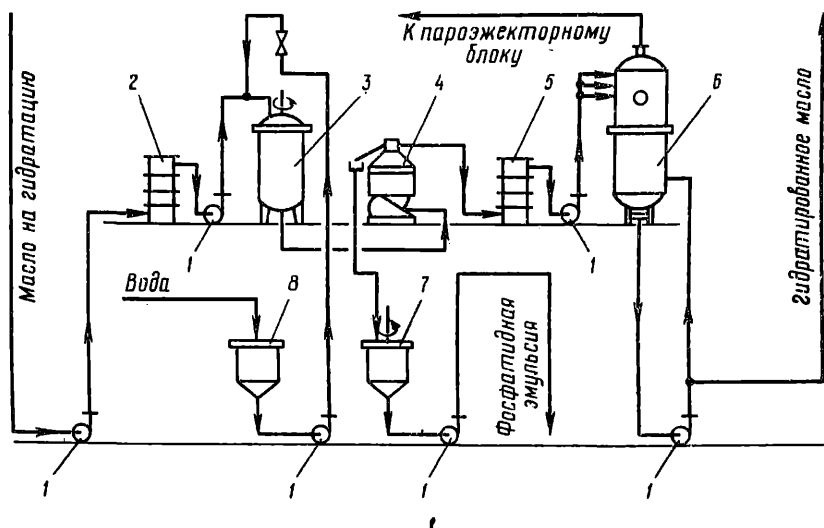


Рис. 96. Схема гидратации масла с разделением фаз на сепараторах (линия А1-ЖРН) :

1 — насос; 2, 5 — теплообменники; 3 — смеситель лопастного типа; 4 — сепаратор; 6 — вакуум-сушилка; 7 — бак для фосфатидной эмульсии; 8 — бак для воды

Схема гидратации масла с разделением фаз на сепараторах приведена на рис. 96.

На гидратацию растительное масло подается насосом в лопастной смеситель, где оно смешивается с водой (конденсатом). Начальная температура масла подбирается так, чтобы смесь масла с конденсатом имела температуру для подсолнечного масла 45–50 °С, соевого – 65–70 °С, льняного – 60–65 °С. Смесь масла с конденсатом непрерывно перемешивается в течение 30 мин в смесителе. Это необходимо для формирования крупных хлопьев гидратационного осадка. Затем масло с хлопьями фосфолипидов поступает в центрифугу. После отделения гидратационного осадка – фосфатидной эмульсии подсолнечное масло направляют на вымораживание для удаления восков, а затем на склад готовой продукции. Другие масла поступают на фильтрацию, гидратацию, а затем также на склад.

Фосфатидный концентрат получают так. Гидратационный осадок, в котором содержатся фосфолипиды из отстойника (или центрифуги), поступает в ротационно-пленочный сушильный аппарат, в котором из него удаляют влагу в течение примерно 2 мин при остаточном давлении 5–8 кПа.

Высушенные фосфолипиды готовый фосфатидный концентрат поступает на фасовку. Влажность готового фосфатидного концентрата должна быть не выше 2 %, содержание фосфолипидов – не менее 50 %. Запах и вкус фосфатидного концентрата должны быть свойственны маслу, из которого он был получен.

Количество воды, необходимое для выведения фосфолипидов из масла, определяется в лабораторных условиях пробной гидратацией. Обычно оно составляет 0,5 % воды на 1 % фосфолипидов, содержащихся в масле.

ВЫМОРАЖИВАНИЕ ВОСКОВ ИЗ МАСЛА

Покровные ткани семян содержат воски и воскоподобные вещества, переходящие в извлекаемое масло. Выведение восков и воскоподобных веществ из масла осуществляют путем низкотемпературной обработки масла – “вымораживания” восков из масла.

Цель вымораживания восков из масла – удаление из масла восков и воскоподобных веществ способом охлаждения масла до низких плюсовых температур. Это самостоятельная технологическая операция, которая предусматривает создание условий, ведущих к укрупнению кристаллов восков, растворенных в масле, и их отделение при последующей фильтрации.

Вымораживание заключается в охлаждении масла в теплообменнике водопроводной водой до температуры 20 °С, а затем во втором теплообменнике ледяной водой (1–4 °С) до 10 °С. Схема вымораживания масла приведена на рис. 97. Охлажденное масло направляется в экспо-

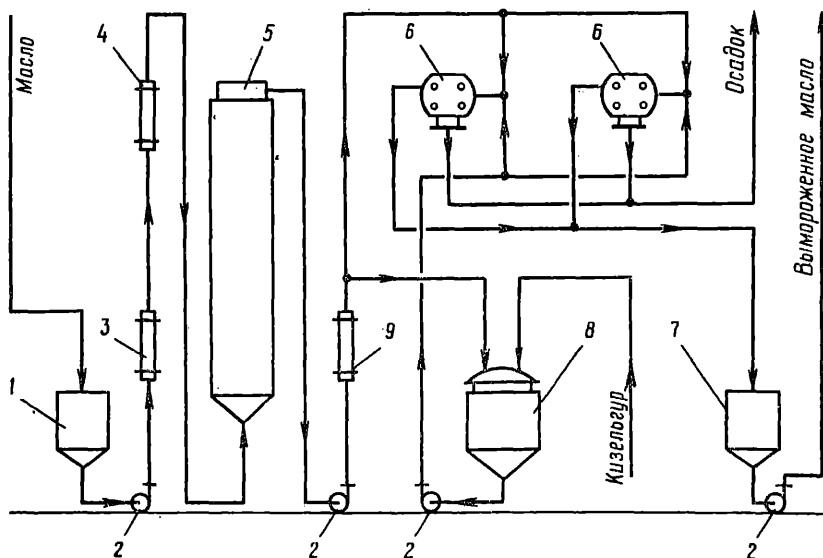


Рис. 97. Схема вымораживания масла:

1 — бак для масла; 2 — насос; 3, 4 — охлаждающие теплообменники; 5 — экспозитор; 6 — фильтр-прессы; 7 — бак для "вымороженного" масла; 8 — смеситель для ввода в масло дренажных добавок; 9 — подогреватель

зитор, где его в течение 4 ч перемешивают мешалкой, вращающейся с частотой 2 об/мин. Из экспозитора масло поступает в теплообменник, подогревающий масло до температуры 18–20 °С. Это способствует укрупнению кристаллов воска, образовавшихся в экспозиторе, что облегчает последующее отделение кристаллов воска от масла фильтрацией. Для повышения скорости фильтрации масла готовят суспензию — в масло добавляют кизельгур или перлит — дренажный материал — в количестве 0,1–0,5 массы масла. Полученную суспензию наносят на фильтрующую поверхность в фильтр-прессе, а затем вымороженное масло фильтруют через дренажный слой.

Отфильтрованное масло поступает на склад готовой продукции.

Воздействие повышенных температур и давлений на растительный материал, а также его обработка органическим растворителем приводят к тому, что вместе с маслом из семян извлекаются также и другие вещества, способные растворяться в масле. Поэтому в товарном масле всегда присутствуют красящие вещества, стеролы, углеводороды, а также продукты гидролиза их и триацилглицеролов, возникающие в ходе технологической переработки семян, — свободные жирные кислоты, моно- и диацилглицеролы и пр.

В масле, полученном из семян, присутствуют также продукты окис-

ления жирных кислот, разнообразные другие соединения липидной природы, попадающие в семена из окружающей среды, такие, как токсичные для человека полициклические ароматические углеводороды и продукты жизнедеятельности микроорганизмов на семенах — микотоксины. Количественное содержание в масле этих веществ зависит от качества семян, поступающих на переработку, характера и интенсивности технологических воздействий на семена при получении из них масла.

Растворенные в растительном масле вещества липидной природы удаляют в процессе рафинации, включающем щелочную нейтрализацию, отбелку масла и дезодорацию.

Под действием щелочей из масла выводятся свободные жирные кислоты в виде натриевых, калиевых или кальциевых солей. При взаимодействии красящих веществ масла со щелочью некоторые из них разрушаются и происходит небольшое осветление масла.

Полное удаление красящих веществ из масла может быть достигнуто отбеливанием масла под действием адсорбентов — активированного угля, специально обработанных (активированных) глин.

Удаление веществ, придающих маслу вкус и запах, а также микотоксинов и полициклических углеводородов достигается дезодорацией — путем отгонки их в условиях высокой температуры и глубокого вакуума.

Растительное масло должно отвечать требованиям ГОСТ 1129–73. В соответствии с ГОСТом масла в зависимости от способа обработки подразделяют на виды: рафинированные — дезодорированные и недезодорированные; гидратированные — высшего, I и II сортов; нерафинированные — высшего, I и II сортов. Гидратированное масло высшего и I сортов должно быть светлым, прозрачным и не давать осадка после отстаивания при температуре 0 °С в течение 24 ч, содержание фосфолипидов должно быть не более 0,005 % в пересчете на P_2O_5 , влажность — не более 0,1 %. Кислотное число пищевого масла не должно быть выше 2 мг КОН. Для гидратированного масла II сорта и нерафинированного допускается легкое помутнение, или "сетка", вызванная присутствием в масле восков и воскообразных веществ.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Многие операции цехов первичной очистки масла, гидратации и получения фосфатидного концентрата, вымораживания восков выполняются с растительным маслом, нагретым до температуры, равной или превышающей 70 °С. Во избежание ожогов не рекомендуется прикасаться к маслу и горячим поверхностям оборудования руками без защитных средств.

При зачистке баков с маслом и работе внутри крупнообъемной аппаратуры необходимо присутствие наблюдателя, способного оказать работающему в случае необходимости помощь.

При работе аппаратов, обогреваемых водяным паром или работающих под вакуумом, запрещается превышать рекомендуемое нормами давление в паровых рубашках или аппаратах.

Перед пуском центрифуги или сепаратора необходимо проверить правильность его сборки и после пуска убедиться в его нормальной работе. При появлении вибрации, ударов или стука аппарат необходимо немедленно остановить.

Необходимо следить за чистотой пола в цехе. Разлитое масло, воду или другую жидкость следует немедленно убрать во избежание скольжения и падения работающих.

Так же как и в других цехах, необходимо следить за состоянием ограждений приводных устройств и заземлением электрооборудования.

Контрольные вопросы

1. Какие примеси присутствуют в товарном масле?
2. Какие существуют методы для удаления из масла твердых частиц мезги (обратного товара)?
3. Как работают фильтры для очистки масла?
4. Что такое гидратация масел?
5. Какова последовательность технологических операций гидратации масел?
6. Как осуществляется сушка гидратационного осадка?
7. В чем сущность вымораживания масла?
8. Каким требованиям должны отвечать пищевые масла и фосфатидные концентраты?

Глава 7

ОБОГАЩЕНИЕ ШРОТА ЛИПИДАМИ И ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ

ОБОГАЩЕНИЕ ШРОТА ЛИПИДАМИ

Шроты, получаемые после экстракции масла из масличного сырья, являются незаменимым компонентом при приготовлении концентрированных кормов для сельскохозяйственных животных, а также источником получения белковых продуктов пищевого назначения. Наиболее широко в пищевых продуктах используют белок семян сои. Другие белки масличных семян — подсолнечника, рапса используют в меньших объемах. Уже достаточно давно соевый белок, получаемый из соевого шрота, после соответствующей обработки добавляется в хлебобулочные и кондитерские изделия, консервы и колбасные изделия.

Шроты, применяемые в качестве кормов в животноводстве, жа-

тельно предварительно гранулировать, что создает более благоприятные условия на всех стадиях их использования, в том числе при транспортировании и переработке. Для большинства шротов вследствие их высокой лузжистости и малой пластичности перед гранулированием необходимы влаготепловая обработка и добавление пластифицирующих веществ. В качестве пластификаторов при приготовлении гранул из шрота хлопковых и подсолнечных семян используют гидратационный фуз (гидрофуз) — массу, выпадающую в осадок, при гидратации — обработку водой растительных масел. Гидрофуз содержит примерно равное количество липидов (в том числе гидратированные фосфолипиды) и воды, что не только формирует прочные шротовые гранулы, но и повышает кормовую ценность шротов, обогащая их липидами — триацилглицеролами, фосфолипидами, другими группами липидов, имеющими витаминные и провитаминные свойства. Кроме гидрофуза в качестве пластификаторов используют soapstock — осадок, полученный после обработки мисцеллы или растительного масла раствором щелочи (нейтрализации). В случае нейтрализации масла в мисцелле из soapstock должен быть удален растворитель. В soapstockе в отличие от гидрофуза кроме липидов присутствуют натриевые соли жирных кислот (мыла), но при тепловой обработке шрота перед гранулированием они разлагаются с высвобождением жирных кислот. Если обрабатывается шрот хлопковых семян, то одновременно возможна щелочная инактивация госсипола, в результате которой его токсичность снижается. Схема установки для обогащения и гранулирования шрота представлена на рис. 98.

Перед гранулированием шрот поступает в двух- или трехчанную жаровню, где происходит смешивание с гидрофузом, soapstockом или их смесью, увлажнение водой, а затем влаготепловая обработка, целью которой является равномерное распределение липидов и увеличение пластичности шрота. Количество липидов и воды, вводимое в шрот, определяется по расчету так, чтобы на гранулирование поступал материал масличностью 3,0—3,5 % и влажностью 9—11 %. Пройдя жаровню, шрот обрабатывается острым водяным паром в шнековом смесителе, где температура шрота повышается до 85—88 °С, а затем поступает в гранулятор. Основным рабочим органом гранулятора ДГ (рис. 99) является вращающаяся кольцевая матрица, внутри которой находятся два рифленых валька, свободно вращающихся на своих осях. Зазор между поверхностью матрицы и поверхностью вальков равен 0,25 мм. Матрица вращается с частотой 78 и 160 об/мин, вальки вращаются только под действием прессуемого материала. Шрот поступает внутрь матрицы и прессуется в клиновидном зазоре между вальками и внутренней стенкой матрицы. Выходящие из отверстий матрицы гранулы срезаются расположенными с внешней стороны ножами.

Производительность гранулятора зависит от диаметра отверстий в матрице: при диаметре отверстий 9,5 мм производительность равна

166

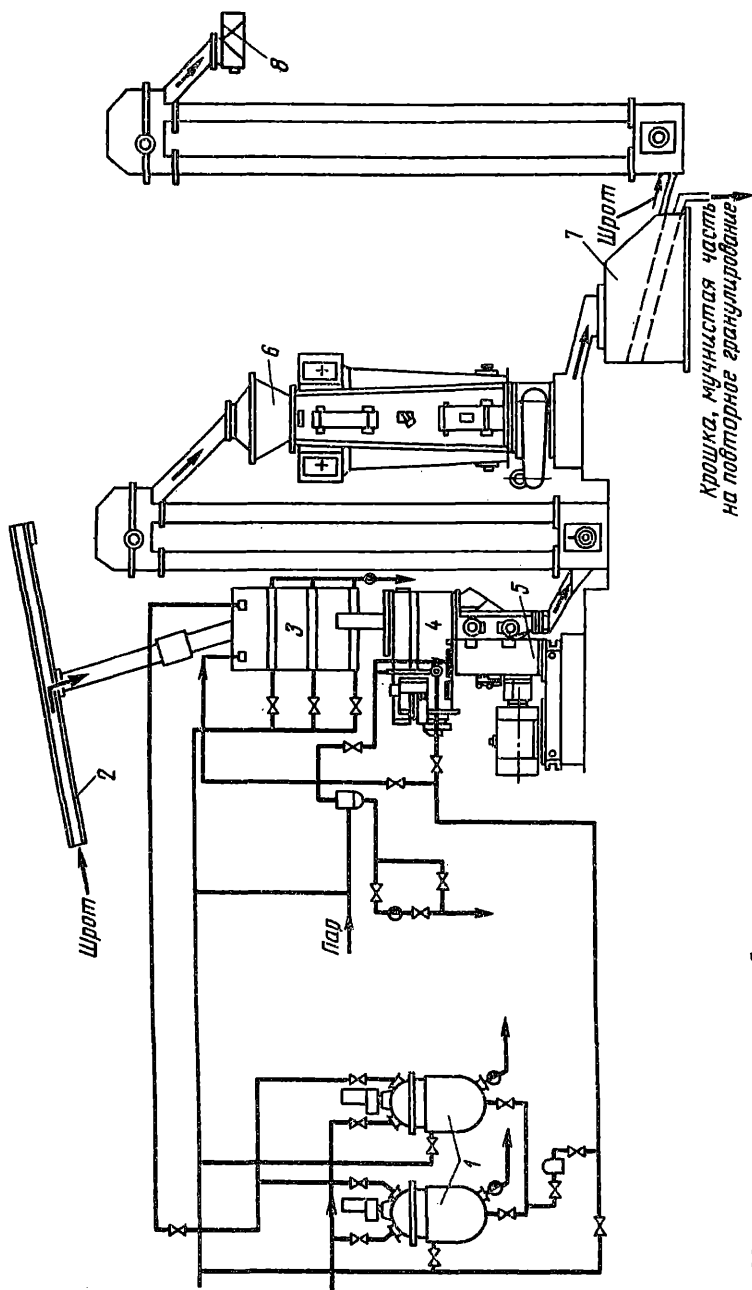


Рис. 98. Схема гранулирования и обогащения шрота:

1 — баки с мешалками для гидрофуза или соапстока; 2 — транспортер шрота из экстракционного цеха; 3 — трехчанная жаровня; 4 — пневматический кондиционер-смеситель; 5 — гранулятор; 6 — охлаждающая колонка; 7 — ситовой сепаратор для фракционирования; 8 — транспортер для гранул шрота

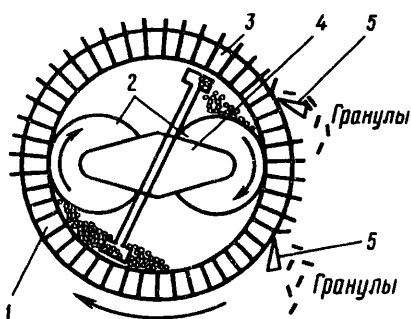


Рис. 99. Схема получения гранул в грануляторе ДГ:

1 — матрица; 2 — прессующие ролики; 3 — распределительное устройство; 4 — перекладина; 5 — ножи

10–11 т/ч, при 16 мм — 13–15 т/ч. Готовые гранулы имеют температуру 75–85 °С, их необходимо охлаждать. При этом на 1–2 % снижается влажность, растет механическая прочность. Охлаждение гранул про-

водят в охладителе, в котором гранулы попадают в две охлаждающие шахты, продуваемые атмосферным воздухом. Температура гранул на выходе из охладителя должна быть не выше 55 °С. Производительность охладителя 200 т гранул в сутки. Воздух, проходящий через охладитель, после обеспыливания в циклоне выбрасывается в атмосферу, охлажденные гранулы подаются на сита, где от них отделяют мелочь (дробленые гранулы). Затем гранулы поступают на склад для хранения, а мелочь и пыль из циклона возвращаются на повторную переработку.

Подсолнечный шрот, обогащенный липидами (гранулированный и негранулированный), должен отвечать требованиям ОСТ 18.43–71: содержание влаги — 7–9,5 %, липидов 2,5–4 %, белка не менее 39 %.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ ИЗ ШРОТА

Масличные семена являются источником получения белковых продуктов различного состава и назначения. Наиболее известна: белковая мука, получаемая из полуобезжиренных, тщательно очищенных и измельченных семян. Соевая мука обезжиривается прямой экстракцией, чаще всего гексаном. Растворитель отгоняется, мука высушивается при температуре до 120 °С.

Вырабатываемая на одном из заводов нашей страны полуобезжиренная мука из семян подсолнечника соответствует требованиям стандартов: влажность не более 5 %, содержание липидов не более 20 %, содержание белка на сухое вещество не менее 30 %, проход сквозь сито с отверстиями диаметром 2 мм — 100 %.

Белковые концентраты представляют собой обезжиренную муку, из которой удалены почти полностью углеводы. Содержание белков в концентратах 56–66 %, липидов — не более 2 %. При получении белкового концентрата из семян подсолнечника необходимо из обезжиренной муки удалить хлорогеновую кислоту.

Белковые изоляты представляют собой предельно очищенный от белковых компонентов продукт с содержанием белка, превышающим

90 %. Вводимые в пищевые продукты, они увеличивают их биологическую ценность и усвояемость организмом человека.

За рубежом на основе белковых изолятов сои вырабатываются продукты, имеющие структуру мяса.

Процесс экстракции белков из шрота ведут водными растворами гидроксида натрия при pH 9 в аппаратах периодического действия (рис. 100). Растворитель готовят в одном из экстракторов 1, куда подают воду температурой 50–70 °С и раствор гидроксида натрия с массовой долей 20 %. Корректировка pH раствора в экстракторе достигается добавлением воды, гидроксида натрия или соляной кислоты из мерников 3, 4, 5, 6. Затем в экстрактор при работающей мешалке (130 об/мин) вводят взвешенное на весах 2 количество соевого шрота в соотношении раствор:шрот (гидро модуль) 8:1–10:1 и перемешивают в течение 30–60 мин при температуре 40–60 °С, которая поддерживается греющим глухим паром. Шрот должен быть тщательно измельчен — остаток шрота на сите с отверстиями 0,25 мм не должен превышать 10 %. Экстракторы изготовлены из нержавеющей стали, имеют вместимость 10 м³ и снабжены двойной турбинной мешалкой.

После экстрактора для получения белковой пасты суспензия шрот-экстракт белка (рис. 101) поступает в центрифугу 1 НОГШ-325. Здесь нерастворимый остаток шрота отделяется от экстракта и выводится шнеком 2 на дальнейшую обработку. Экстракт концентрацией белка 2,5–3 % подается через промежуточную емкость 3 на две другие центри-

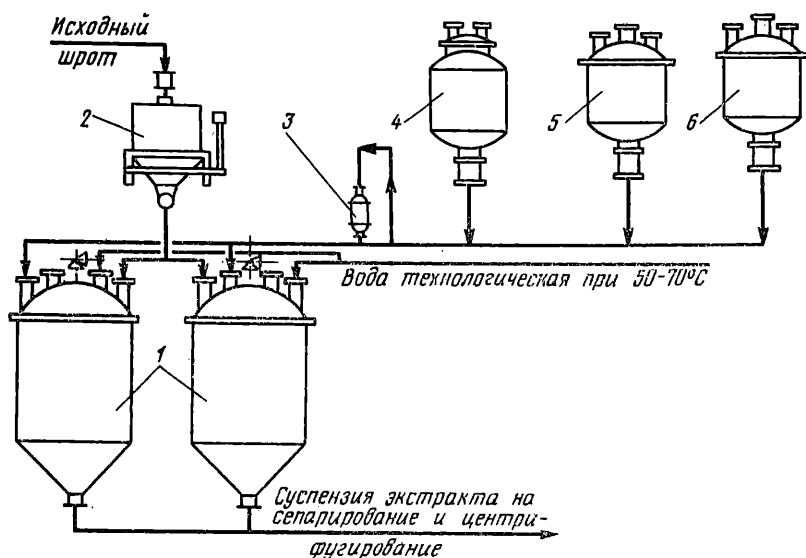


Рис. 100. Схема экстракции белков из шрота

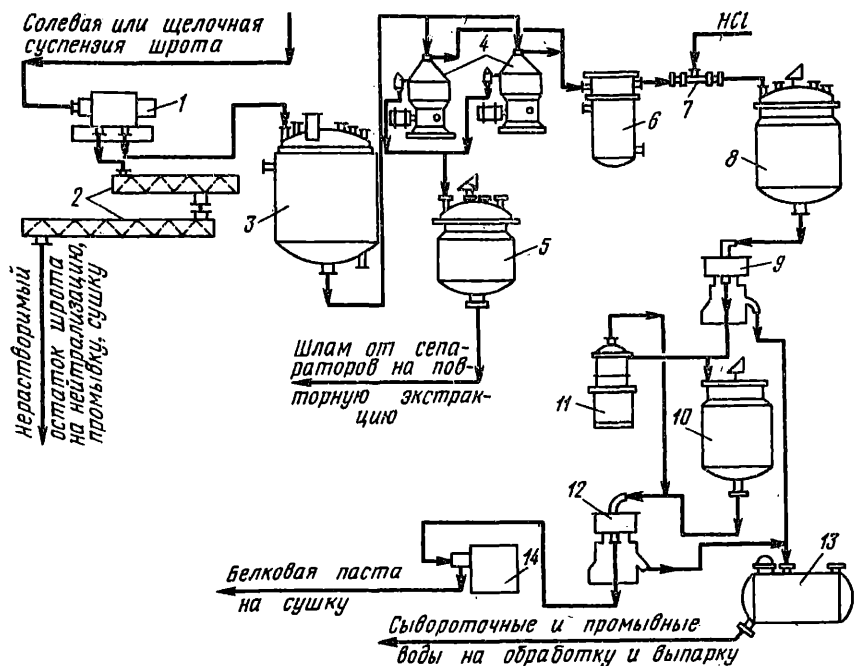


Рис. 101. Схема получения белковой пасты:

1 — центрифуга НОГШ-325; 2 — шнек; 3 — емкость; 4 — центрифуги; 5, 6 — сборники; 7 — смеситель; 8 — реактор-осадитель; 9, 12 — сепаратор-разделитель; 10, 11 — реакторы; 13 — сборник сыворотки; 14 — гомогенизатор

фуги 4 для повторной очистки (осветления). Шлам из сепараторов поступает в сборник 5, а осветленный экстракт охлаждается в сборнике 6 водой до 20–25 °С и поступает в смеситель 7. В нем происходит смешивание экстракта с раствором HCl при pH 4,2–4,5, а затем осаждение белков в реакторе-осадителе 8. Далее суспензия отстаивается в течение 30–40 мин в сепараторе-разделителе 9, раствор (сывороточные воды) сливается в сборник сыворотки 13 и направляется на очистку, а осажденный белок промывают водой в реакторах 10 и 11. Промытая белковая масса поступает в сепаратор-разделитель 12 для полного отделения промывных вод, нейтрализуется, а затем после гомогенизатора 14 паста влажностью 50–85 % поступает в сушилку.

Восушивание белковой пасты ведут в распылительной сушилке или в сушилке с кипящим (псевдоожиженным) слоем горячим воздухом. В последнем случае белковый изолят получают в виде гранул (рис. 102). Белковую пасту из сборника 1 дозатором 2 подают в сушилку 4 с кипящим слоем. Воздух из атмосферы проходит бактерицидные фильтры 7,

нагревается в калориферах 8 до температуры 140–160 °С. Подсушенные гранулы попадают в бункер 5, а отобранный воздух через циклоны 3 уходит в атмосферу. Из бункера 5 гранулы шнеком 6 и норией 9 поступают на калибровку в измельчитель 10 и сито 11, затем мелкая фракция возвращается в сушилку 4, а крупная — для размола в валковую мельницу 13 через питатель 12. Окончательное фракционирование белкового изолята идет в сепараторе 14. Готовый изолят с размерами частиц 0,1 мм норией 15 и шнеком 16 направляется в бункера 17, а отсюда шнеком 18 — в упаковочную машину 19. Влажность готового изолята 5–7 %. Нерастворимый остаток шрота в качестве кормового продукта после экстрактора и центрифуги, содержащий около 40 % белка, направляется на нейтрализацию и высушивание. Твердый остаток после сепараторов-осветлителей возвращается на повторную экстракцию. Последовательность операций аналогична первой экстракции. При экстракции белка из подсолнечного шрота применяют раствор хлорида натрия при pH 3–5. Осаждение белков подсолнечника из осветленного экстракта белка ведут при pH 3,5–4,5.

Сухой подсолнечный белок представляет собой порошок от белого до светло-кремового цвета. Пищевой белок в качестве добавки в коли-

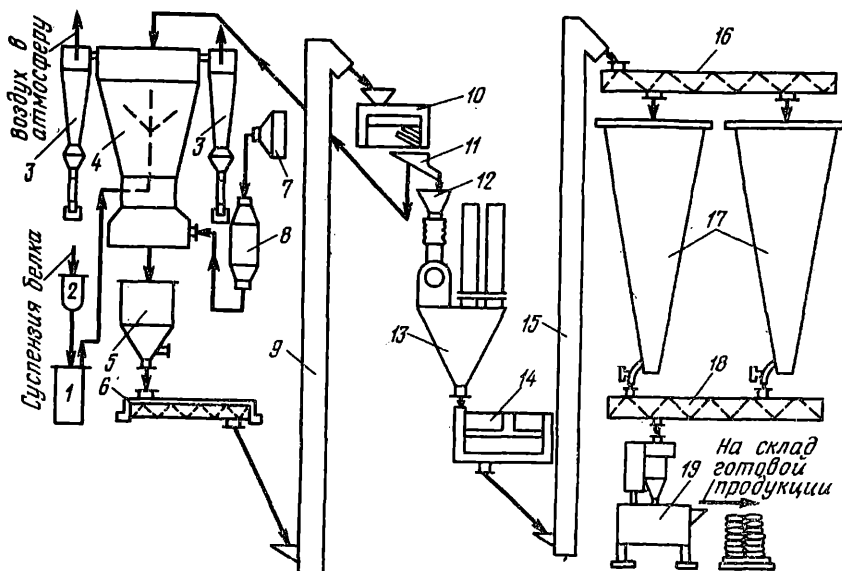


Рис. 102. Схема сушилки белковой пасты и получение сухого изолята белков:

1 — сборник; 2 — дозатор; 3 — циклоны; 4 — сушилка; 5, 17 — бункера; 6, 16, 18 — шнеки; 7 — бактерицидные фильтры; 8 — калориферы; 9, 15 — нории; 10 — измельчитель; 11 — сито; 12 — питатель; 13 — валковая мельница; 14 — сепаратор; 19 — упаковочная машина

честве 1–2 % используют при производстве хлебобулочных изделий из муки высшего и I сортов. Добавление в производстве майонеза 1–2 % подсолнечного белка вместо яичного порошка повышает стойкость эмульсии и увеличивает белковую ценность майонеза.

В большом количестве подсолнечный белок используют в консервном производстве. В растительные концентраты добавляют до 11,5 % подсолнечного белка, в мясо-растительные — вместо входящих в рецептуру концентратов сухого мяса — до 30 % растительного белка.

Производство диетических сортов хлеба, в состав которого входит до 5 % подсолнечного белка, регламентировано временными техническими условиями.

Пищевой белок из подсолнечного шрота должен содержать (в % на сухое вещество): общего протеина не менее 85, растворимого протеина (к общему протеину) не менее 80, масла не более 1,5, золы не более 3, клетчатки не более 3. Суммарный выход подсолнечного белка составляет 20–22 % к массе шрота.

Влажность пищевого белка должна быть не более 8 %.

Одним из основных требований, предъявляемых к белковым изолятам подсолнечника, является требование не изменять окраску готового продукта, к которому добавлен подсолнечный белок. Особое значение это имеет при приготовлении пищевых продуктов, которые должны иметь белый цвет, так как фенольные соединения подсолнечника, в первую очередь хлорогеновая кислота, дают с белками темноокрашенные продукты. Это приводит к необходимости освобождать белок подсолнечника от хлорогеновой кислоты и других фенольных соединений.

Удаление фенольных соединений из подсолнечного шрота или осажденного белка после осадителей осуществляют с помощью различных растворителей — спиртового, солевого, кислотного или щелочного типа, а также комбинированных, например спиртового раствора кислоты. К сожалению, все растворители имеют недостатки, исключающие их широкое применение в промышленности. Поиски методов эффективного освобождения белков подсолнечника от хлорогеновой кислоты и получения таким образом не темнеющих при тепловой обработке обогащенных белком продуктов продолжаются.

Производство белковых продуктов из шротов масличных семян сопровождается получением большого количества отходов, которые могут оказать отрицательное действие на окружающую среду. С целью уменьшения отходов, загрязняющих окружающую среду, необходимо организовать их переработку и использование в народном хозяйстве.

Схема обработки нерастворимого остатка соевого или подсолнечного шрота представлена на рис. 103. Остаток соевого шрота в нейтрализаторе 6 нейтрализуется 10 %-ным раствором HCl из сборника 5 и транспортируется шнеком 7. Затем он освобождается от избыточной влаги в прессе 8 и поступает в сушилку для шрота 9. Пыль шрота, образующаяся при работе сушилки, улавливается пылеосадителем 11. Далее обра-

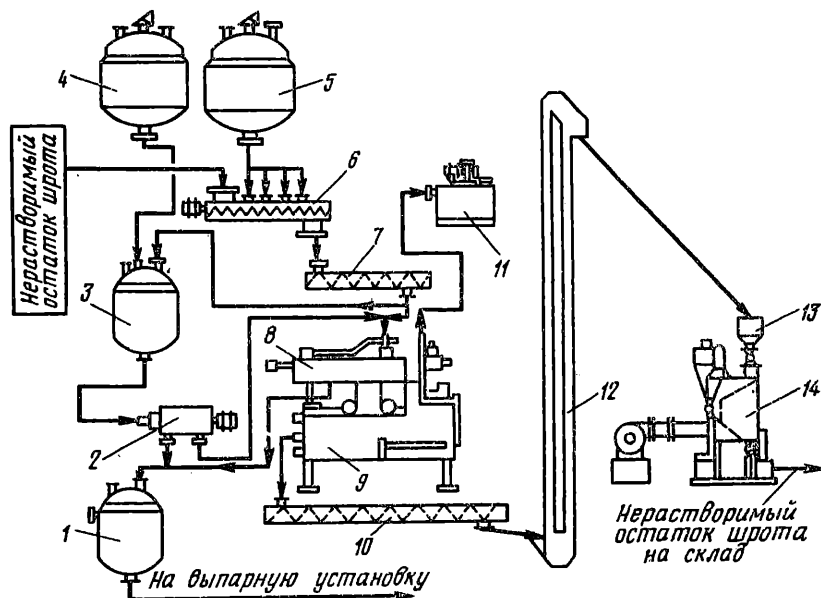


Рис. 103. Схема обработки нерастворимого остатка шрота:

1, 4, 5 – сборники; 2 – декантатор; 3 – реактор-смеситель; 6 – нейтрализатор; 7, 10 – шнеки; 8 – пресс; 9 – сушилка для шрота; 11 – пылеосадитель; 12 – нория; 13 – питатель; 14 – охладитель шрота

ботка шрота происходит вместе с общим потоком шрота в экстракционном цехе завода, вместе с которым остаток шрота, пройдя по шнеку 10 и нории 12, через питатель 13 и охладитель шрота 14 поступает на склад (элеватор шрота).

Остаток подсолнечного шрота проходит без обработки нейтрализатор 6 и шнек 7, а затем отмывается промывным раствором из сборника 4 в реакторе-смесителе 3 от избытка хлорида натрия, а затем поступает в декантатор 2 для удаления избыточной влаги, далее в пресс 8 для отжима воды и в сушилку 9 для шрота. Вода из декантатора 2 и пресса 8 собирается в сборнике 1, откуда идет на выпаривание. Влажность остатка после сушилки шрота 9–12 %, температура 80–120 °С. Дальнейшая обработка аналогична обработке остатка соевого шрота.

Сывороточные воды после осаждения белка содержат в 100 мг раствора 0,5–0,6 г белков (сухой остаток 5–6 г). Упаренные до 50 % СВ воды могут быть использованы в качестве субстрата для выращивания кормовых дрожжей. Основными загрязнителями окружающей среды цехов по производству белковых изолятов являются сывороточные и промывные воды. Для их очистки наиболее перспективными являются полимерные полупроницаемые мембраны.

Правила техники безопасности в цехах обогащения шрота липидами и гранулирования в общем аналогичны правилам и требованиям техники безопасности в экстракционных цехах и складах шрота. Организация технологического процесса и работа оборудования должны исключать возможность отравления работающего парами растворителя, продуктами, образующимися при самосогревании шрота, шротовой пылью. Технологическое и транспортное оборудование должно быть надежно герметизировано и иметь местные отсосы, подключенные к аспирационной системе цеха с предварительной очисткой воздуха от пыли перед выбросом его в атмосферу. Исключение составляют только грануляторы для шрота, которые должны быть оборудованы автономной вытяжной вентиляционной установкой.

Надежность работы систем приточно-вытяжной вентиляции и пожаротушения является обязательным условием безопасной работы цеха обработки шрота.

В транспортных элементах шнеков, норий, редлеров и др. недопустимо применять стальные рабочие органы — витки шнеков, ковшей, скребков, способные давать искрение. Недопустимы работы немедленным слесарным инструментом, а также ведение работ, требующих применения открытого огня.

Для предотвращения накопления статического электричества при перемещении шрота по самотечным трубам необходимо надежно заземлять всю аппаратуру и оборудование цеха. Не разрешается работать в одежде из синтетических тканей, способных электризоваться.

Установки для получения белковых продуктов из шрота должны быть выполнены в соответствии с требованиями безопасности для опытных установок на основании разового технологического регламента, утверждаемого для каждого конкретного случая. Белковые продукты легко подвергаются микробиологической порче, поэтому в цехах по их производству должны строго соблюдаться санитарные нормы — должны производиться систематическая мойка оборудования, инвентаря и помещений, периодический контроль смывов с поверхности оборудования, обработка дезинфицирующими веществами (например, 0,1–0,25 % растворами хлорной извести). Необходимо помнить, что микробиологическая загрязненность белковых продуктов не только снижает продолжительность их хранения и качество, но и сообщает белкам токсические свойства за счет загрязнения их продуктами жизнедеятельности микроорганизмов (микотоксинами).

Организация технологического процесса должна исключать возможность контакта работающих с раздражающими, вредными и агрессивными веществами как в процессе обслуживания оборудования, так и при выполнении производственных операций.

Контрольные вопросы

1. Как используются шроты масличных семян в народном хозяйстве?
2. С какой целью шрот подвергают влаготепловой обработке перед гранулированием?
3. Как устроен и работает гранулятор для шрота?
4. Для чего в шрот вводят пластификаторы?
5. Как устроен и работает охладитель гранул?
6. Каким требованиям должен отвечать гранулированный подсолнечный шрот?
7. Как работает установка для получения белка из шрота?
8. Какие свойства и состав имеет пищевой белок из подсолнечного шрота?

Глава 8

ТЕХНОХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОХИМИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ

Технохимический контроль производства растительных масел основан на получении данных о среднем качестве сырья, вспомогательных материалах, готовой продукции и отходах за различные периоды работы завода (год, квартал, месяц, сутки, смена) на основании единых анализов отбираемых проб.

Так, на основании сведений о среднем качестве масличного сырья и готовой продукции за смену оценивается качество работы смены, и аналогично — по данным за месячный период работы завода составляют сырьевой и масличный баланс, по которым оценивается экономическая эффективность работы предприятия.

Если бы характеристики сырья по химическому составу и свойствам в течение длительного времени не изменялись, то неизменными были бы качество готовой продукции и величина потерь, и для оценки работы завода можно было бы ограничиться одним одновременным отбором проб исходного сырья, готовой продукции и отходов, а затем на основании лабораторных анализов определить выход масла, величину потерь, качество готовой продукции (масла, шрота), т. е. выявить качество работы всего маслодобывающего завода.

В реальных условиях характеристики сырья, а следовательно, и готовой продукции меняются из-за качественной неоднородности семян даже в течение одной смены. Поэтому при отборе проб семян и продуктов их переработки необходимо строго руководствоваться требованиями ГОСТа. Образец, анализируемый лабораторией, по всем химическим и физическим свойствам должен отвечать среднему составу перерабатываемой партии масличного сырья.

В соответствии с ГОСТ 15895—77 "Статистические методы управ-

ления качеством продукции”, ГОСТ 15467–79 “Управление качеством продукции” и ГОСТ 16504–81 “Испытания и контроль качества продукции” введены термины и определения, строго обязательные при отборе проб образцов для испытаний и контроля качества продукции во всех отраслях народного хозяйства страны.

ГОСТ 15895–77 вводит понятие **к о н т р о л и р у е м а я п а р т и я п р о д у к ц и и** — предназначенная для контроля совокупность единиц продукции одного наименования, типоминнала или типоразмера и исполнения, произведенная в течение определенного интервала времени в одних и тех же условиях.

По характеру **е д и н и ц а п р о д у к ц и и** может быть **ш т у ч н о й** (промышленное изделие) и **н е ш т у ч н о й**, количество которой оценивается непрерывной величиной массы, объема, длины или площади поверхности. Продукция производства растительных масел относится, таким образом, к категории нештучной.

О качестве контролируемой партии продукции судят по результатам технического контроля **о б р а з ц о в д л я и с ы т а н и й**, представляющих собой продукцию или ее часть, непосредственно подвергаемые эксперименту при испытаниях.

Образец для испытаний в случае нештучной продукции называют **пробой**.

П р о б о й в соответствии с ГОСТ 15895–77 называется **определенное количество нештучной продукции, отобранное для контроля**.

Показатели качества определяют в среднем объеме пробы.

С р е д н и й о б ъ е м п р о б ы — это число проверенных единиц нештучной продукции, приходящееся в среднем на одну контролируемую совокупность (партию). Обязательное его условие — быть представительным: проба должна быть отобрана таким способом и в таком количестве, которые в достаточной степени отражали бы свойства данной совокупности в целом по всем показателям качества. Качество продукции в среднем объеме пробы должно соответствовать среднему качеству проверяемой совокупности (партии).

Средний объем пробы начинается с точечной пробы.

Т о ч е ч н а я п р о б а согласно ГОСТ 15895–77 — это небольшое количество нештучной продукции, взятое от проверяемой совокупности за один прием из одного места совокупности любым регламентированным способом. Все точечные пробы проверяемой продукции составляют объединенную пробу.

О б ъ е д и н е н н а я п р о б а — это проба, составленная из серии точечных проб. Она может быть получена смешиванием точечных проб. Из объединенной пробы регламентированными методами выделяют ее небольшую часть, которая называется **н а в е с к о й**. Величина навески определяется характером анализа, выполняемого в ходе техникохимического контроля продукции.

При поступлении масличных семян на хранение имеют дело с семенной массой, состоящей из десятков миллионов отдельных (единичных) семян. Семенная масса состоит преимущественно из семян определенного ботанического рода — основной культуры, по названию которой устанавливается название всей контролируемой партии подсолнечные семена, льняные, соевые, клещевинные и т. д.

Контролируемая партия семян представляет собой любое количество однородных по качеству семян, удостоверенное документом и предназначенное к одновременной приемке, сдаче, отгрузке или хранящееся в одном складе. Для партии семян характерны два признака — однородность и качественная определенность. Точная масса партии может быть неизвестной, хотя границы емкости, занимаемой семенной массой, должны быть определенными (например, эшелон семян, группа вагонов с семенами и т. п.). Точечные пробы из семенной массы отбирают вручную при помощи конусных, цилиндрических и пневматических пробоотборников или механизированным способом при помощи автоматических пробоотборников механического (А1-УП2-А, А1-УП3-А) или пневматического типов.

Вручную щупы вводят в семенную массу закрытыми. На нужной глубине щупы раскрываются, поднимая кольцо на рукоятке щупа, и заполняются семенами на заданном расстоянии от поверхности насыпи семян. Затем, опуская кольцо на рукоятке, щуп закрывают и извлекают из семенной массы.

Отбор точечных проб с помощью щупов — тяжелый и малопроизводительный труд, из-за которого часто допускаются отступления от установленных правил отбора проб.

Отбор точечных проб ручными пневматическими пробоотборниками позволяет одновременно с отбором точечной пробы получить также средний объем пробы, но операция ввода пневматического сопла для отбора семян также требует применения тяжелого ручного труда.

Отбор точечных проб осуществляют следующим образом:

- 1) при поступлении семян в автомашины точечные пробы отбирают от каждой автомашины щупом или ручным пневматическим пробоотборником: в автомашинах с кузовом обычного типа — в 4 точках по углам кузова на расстоянии 50 см от бортов автомашины из двух слоев, с поверхности и у дна (всего 8 точечных проб); в большегрузных автомашинах с длиной кузова до 8 м — в 6 точках (всего 12 точечных проб); в автомашинах с длиной кузова до 10 м — в 8 точках (всего 16 точечных проб);

- 2) при поступлении семян в вагоны, загруженных до полной грузоподъемности, отбор точечных проб с помощью щупов или ручных пневматических пробоотборников непосредственно в вагоне невозможен и его осуществляют из струи перемещаемых при разгрузке семян с помощью автоматических пробоотборников (например, типа А1-БПА).

В некоторых случаях вагон предварительно разгружают на 1/4, а затем отбирают пробы с помощью вагонных щупов или ручных пневматических пробоотборников. В двухосном вагоне грузоподъемностью 16,5—20 т семян точечные пробы отбирают в 5 точках поверхности насыпи: в 4 углах вагона на расстоянии по 50—75 см от стенок и посередине вагона. В четырехосных вагонах грузоподъемностью 50 т отбор точечных проб производят в 11 точках поверхности насыпи из 3 слоев; в верхнем слое — на глубине 10 см, в среднем — на глубине, равной половине высоты насыпи, и в нижнем — у дна вагона. Общая масса точечных проб из вагона грузоподъемностью до 20 т — около 2 кг, грузоподъемностью 50 т — около 4,5 кг;

3) точечные пробы из струи перемещаемых семян отбирают путем пересечения всей струи по ширине и толщине специальным ковшом через равные промежутки времени или механическим пробоотборником, работающим непрерывно. При ручном отборе промежутки времени устанавливают в зависимости от быстроты перемещения семян с таким расчетом, чтобы суммарная масса точечных проб составляла не менее 0,1 кг на каждую тонну перемещаемых семян;

4) точечные пробы семян, хранящихся в элеваторе силосного типа или в складе с наклонными полами, отбирают при перемещении семян из одного силоса в другой или из одной секции склада в другую из струи перемещаемых семян;

5) точечные пробы семян, хранящиеся насыпью в складе с плоскими полами, отбирают при высоте насыпи до 1,5 м вагонным щупом, при большей высоте — щупом с навинчивающимися штангами. Перед отбором поверхность семян разделяют на секции площадью 100 м² каждая. В каждой секции точечные пробы отбирают в 5 точках по поверхности насыпи: в 4 углах на расстоянии примерно 1 м от границ насыпи и посередине. В каждой из 5 точек пробы отбирают сначала из верхнего слоя, затем из среднего и, наконец, из нижнего; из верхнего слоя — на глубине 10 см от поверхности насыпи, из средних — примерно через каждый метр глубины и из нижнего — у самого пола. Общая масса отобранных точечных проб должна составлять около 2 кг на каждую секцию;

6) точечные пробы из партии семян, затаренных в мешки, отбирают в 3 местах: вверху, в середине и внизу мешка. Из расшитых мешков отбор производят вазовым щупом, из зашитых (для мелкосемянных культур) — зерновым мешочным. Щуп вводят в мешок желобком вниз и только после введения всего щупа в семена его перевертывают желобком вверх. Пробы крупносемянных масличных культур (клеверины, арахиса, сои) отбирают вагонным щупом из расшитых мешков. Количество мешков, из которых должны быть отобраны точечные пробы, определяют в соответствии с ГОСТом в зависимости от величины партии.

Отобранные от каждой партии точечные пробы тщательно рассмат-

ривают и сравнивают между собой. В случае однородности все точечные пробы объединяют, получая объединенную пробу.

При обнаружении явных различий пробы объединяют по признаку однородности и каждую однородную группу принимают за отдельную партию семян. На каждую составляют отдельную объединенную пробу.

Если масса объединенной пробы не превышает 2 кг, она составляет средний объем пробы, если превышает, ее помещают на горизонтальную плоскость с гладкой поверхностью, семена разравнивают в виде квадрата и смешивают при помощи двух коротких планок со скошенным ребром. Смешивание производят так, чтобы семена, захваченные с противоположных сторон квадрата планками в правой и левой руке, ссыпались в середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Затем семена захватывают с концов валика и также одновременно с обеих планок ссыпают в середину.

После трехкратного перемешивания семена снова распределяют ровным слоем в виде квадрата и при помощи планки делят по диагонали на 4 треугольника. Из двух противоположных треугольников семена удаляют, а из двух оставшихся объединяют, перемешивают указанным способом и вновь делят на 4 треугольника, из которых два идут для последующего деления до тех пор, пока в двух треугольниках не будет получено около 2 кг, которые и будут представлять собой средний объем пробы. Этот метод выделения среднего объема пробы называется методом диагонального деления.

Средний объем пробы может быть выделен также с помощью делительных аппаратов различных конструкций. И в этом случае объединенные пробы подвергают перемешиванию путем трехкратного пропускания через делительный аппарат.

Систематические анализы масличного сырья, поступающего на переработку, продуктов переработки и готовой продукции — масла, фосфатидного концентрата, шрота — позволяют судить с точности соблюдения технологических режимов и дают возможность работникам завода своевременно принимать меры для корректировки возможных отклонений в ходе производственного процесса.

Данные, получаемые в результате теххимического контроля производства, позволяют снизить потери масла и растворителя и повысить качество выпускаемой продукции.

На основании результатов анализа устанавливается соответствие масличного сырья и вспомогательных материалов, поступающих на завод, а также готовой продукции, выпускаемой предприятием, требованиям стандартов.

ПРИЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПРОБ К АНАЛИЗАМ

Подготовка проб к анализу состоит из подсушивания, измельчения и разделения механических смесей на компоненты.

Подсушивание. Если для анализа требуется воздушно-сухой мате-

риал, т. е. высушенный до такого состояния, когда материал не теряет и не поглощает воду при средней влажности воздуха, то материал подсушивают при комнатной температуре в тонком слое на листе фильтровальной бумаги или на стекле. Для этого материал выдерживают на воздухе в течение 24 ч при периодическом перемешивании шпателем. Если материал очень влажный или подсушивается в неизмельченном виде, то продолжительность высушивания увеличивается.

Если для анализа требуется более обезвоженный материал, высушенный до определенной влажности, то вещество подсушивают в сушильном шкафу при температурах, указанных в соответствующих инструкциях. Легкоокисляющиеся на воздухе вещества подсушивают в вакуум-сушильном шкафу или в потоке инертных газов (азота, диоксида углерода) при температуре не выше 60 °С.

Измельчение. В зависимости от назначения анализа и вида объекта применяют различные измельчительные устройства.

При анализе веществ, которые могут изменяться при разогревании, например масличных семян, используют измельчающие устройства, не вызывающие нагревания материала в ходе измельчения. К числу таких устройств относятся ступки (стальные, медные, фарфоровые и агатовые), в которых измельчение ведут вручную.

Для измельчения в ступку помещают около 100–150 г предварительно подсушенных семян и измельчают их до требуемой тонкости помола, определяемой условиями анализа.

В том случае, если разогревание измельчаемого материала не вызывает глубоких нежелательных изменений исследуемого вещества, применяют механические измельчители, аналогичные электрическим кофемолкам.

Жмых, шрот и лузгу измельчают без предварительного подсушивания. Жмых сначала грубо разбивают на более мелкие куски, затем берут 30–50 г жмыха или шрота, 23–30 г лузги и измельчают их до прохода через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм.

Разделение механических смесей на компоненты. При лабораторном анализе ряда продуктов маслодобывающего производства часто возникает необходимость в разделении механических смесей: семян и сорных примесей в них; ядер, целых семян, лузги и масличной пыли в рушанке, ядер и лузги в материале, идущем на измельчение, и т. п.

Операции разделения выполняют на разборной доске с помощью шпателя и пинцета.

Как правило, перед разборкой (разделением) на компоненты исследуемый продукт просеивают на ситах, разделяя его предварительно на крупную и мелкую фракции. Остаток на сите, а также проход сквозь него переносят на разборную доску и разделяют на фракции, предусмотренные инструкцией.

Фракции, отделенные на разборной доске, собирают кистью и в фарфоровой чашке взвешивают на лабораторных весах 4-го класса.

После взвешивания рассчитывают относительное содержание фракций в исследуемой смеси в процентах.

ХРАНЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ

Объем лабораторных анализов и частота отбора проб семян при приемке, первичной обработке и хранении масличного сырья приведены в табл. 12.

Т а б л и ц а 12

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Метод отбора проб или способ контроля
Прием и выгрузка семян из транспорта поставщика	Содержание влаги, сорной и масличной примесей, зараженность вредителями, опушенность (для хлопчатника), кислотное число масла в семенах (для подсолнечника)	От каждой поступающей партии	Из автомашин — конусным щупом или автоматическим пробоотборником механического или пневматического типа, из железнодорожных вагонов автоматическим пробоотборником или пересечением струи семян
Очистка и сушка семян	Содержание влаги и сорной примеси, температура семян, выходящих из охладительной камеры сушилки	Перед направлением в хранилище для каждой партии семян	Автоматическим пробоотборником
Хранение семян	Температура семян	Систематически: в течение первого месяца после уборки 1 раз в 5 дней; в осенне-зимний период при температуре семян 10 °С и выше — 3 раза в месяц; от 0° до 10 °С — 2 раза в месяц; в весенне-летний период при 0 °С — 2 раза в месяц; выше 0 °С — 1 раз в неделю	Дистанционным термометром или термометрангой (через каждые 3—5 м насыпи семян в шахматном порядке на 3 глубинах)
Передача в производство (подсолнечник и хлопчатник)	Содержание влаги Кислотное число масла в семенах	1 раз в смену в среднесменной пробе 1 раз в смену в среднесменной пробе	Автоматическим пробоотборником

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Метод отбора проб или способ контроля
		или по мере необходимости (при переходе в течение смены на новую партию семян)	
	Содержание масла и сорной примеси	1 раз в сутки в пробе из среднесменных проб	
	Содержание фосфолипидов и немомыляемых липидов	1 раз в 10 дней в средней пробе из суточных проб	
	Содержание лузги в чистых семенах	1 раз в 15 дней в средней пробе из суточных проб	
	Опушенность семян (для хлопчатника)	1 раз в 5 дней в средней пробе из суточных проб	

Определение влажности масличных семян. Определение влажности при приеме семян ведут в соответствии с ГОСТ 10856—64 методом высушивания навесок в сушильном шкафу СЭШ-3 при температуре $130 \pm 2^\circ \text{C}$ в течение 40 мин.

Метод является основным при арбитражных анализах, необходимость в которых возникает при разногласиях в оценке величины влажности семян между поставщиками масличного сырья и сырьевым отделом маслозавода, а также при контрольной проверке других методов определения влажности.

Для определения влажности масличных семян берут навески целых семян, за исключением семян арахиса, клещевины и сои, которые предварительно разрезают на части толщиной около 2 мм. Две навески семян массой около 5 г каждая взвешивают на весах 4-го класса (результат записывают с точностью до второго десятичного знака) и помещают в сушильный шкаф при температуре 130°C в открытых бюксах. Через 40 мин с момента установления в шкафу температуры 130°C бюксы с навесками вынимают из шкафа щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения. Бюксы снова взвешивают и по разности масс навесок до и после высушивания определяют потерю влаги.

Влажность семян в процентах B_c рассчитывают по формуле

$$B_c = (m - m_1) \cdot 100 / (m_1 - m_2),$$

где m — масса бюксы с семенами до высушивания, г; m_1 — то же после высушивания, г; m_2 — масса пустой бюксы, г.

При наличии двух параллельных определений влажности находят среднее арифметическое с погрешностью до 0,1 %, которое и принимают за влажность семян.

Влажность масличных семян также определяют методом высушивания до постоянной массы при температуре 100–105 °С в сушильном шкафу. Для определения берут навеску материала около 5 г, взвешивают на весах 2-го класса с записью результата до четвертого десятичного знака. Первое взвешивание делают после высушивания материала в течение часа, последующие — через полчаса. За постоянную принимают массу, которая отличается от предыдущей на величину, не превышающую 0,0004 г. Затем по величине потери влаги рассчитывают влажность семян.

Определение содержания сорной и масличной примесей. Для этого в семенах из среднего объема пробы семян выделяют навеску и обрабатывают на ситах с отверстиями диаметром 3, 2, 1 и 0,5 мм.

При определении содержания сорных и масличных примесей масса навесок (в г) должна быть равна:

для арахиса $200,0 \pm 0,5$;

для подсолнечника, сои и клещевины $100,0 \pm 0,5$;

для сафлора, конопли $25,0 \pm 0,01$;

для льна, кунжута $10,00 \pm 0,01$;

для рапса, горчицы, сурепицы, рыжика $5,00 \pm 0,01$;

для мака $2,00 \pm 0,01$.

Навески массой 200 и 100 г выделяют с помощью делителя, меньшие по массе навески выделяют методом диагонального деления.

Взвешивание выделенных для анализа семян производится на весах 4-го класса с записью результата до второго десятичного знака.

После взвешивания семена арахиса, клещевины, подсолнечника и сои просеивают на ситах с отверстиями диаметром 6 мм, семена сафлора, конопли, льна, кунжута, рапса, горчицы, сурепицы, рыжика и мака — с отверстиями диаметром 3 мм для определения крупных примесей. Затем семена просеивают через сита с отверстиями, диаметр которых равен:

для подсолнечника, сои и клещевины — 3 мм;

для конопли, льна, рапса, сурепки, кунжута, сафлора, сурепицы и горчицы — 1 мм;

для рыжика — 0,5 мм.

Семена арахиса и мака повторно не просеивают.

То, что осталось на сите (сход с сита), на разборной доске вручную разделяют на сорную, масличную примеси и чистые семена. Разбор навески семян на указанные фракции производится согласно рекомендациям ГОСТ 10854–88 на соответствующие масличные семена как промышленное сырье.

То, что просеялось (проход через сито), полностью относится к сорной примеси.

При анализе семян клещевины коробочки обрушивают вручную. Выделенные семена присоединяют к свободным семенам, а плодовые оболочки — к органическому сору.

Выделенные сорную и маслячную примеси взвешивают отдельно на весах 4-го класса с записью результата до второго десятичного знака. Содержание сорной (и аналогично маслячной) примеси в процентах находят по формуле

$$c = m_1 \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса сорной (или маслячной) примеси, г; m — масса семян, г.

В ГОСТах на семена как промышленное сырье для каждой масляной культуры конкретизированы условия отнесения поврежденных сушкой, транспортированием или неправильным хранением масляных семян к масляной или сорной примеси.

Кроме явно выраженной сорной и масляной примесей в семенной массе могут быть неявно выраженные сорные и масляные примеси. Это семена с неповрежденной, нормальной по внешнему виду оболочкой, но с испорченным ядром. Такую испорченность семян можно обнаружить только при вскрытии оболочки. Для ее определения из взвешенных чистых семян арахиса, подсолнечника и сои, оставшихся после выделения сорных и масляных примесей, выделяют навеску около 10 г. Все семена навески разрезают ножом, и в зависимости от их состояния и степени порчи разрезанные семена относят к основным семенам либо к масляной, либо к сорной примеси в соответствии с характеристикой, изложенной в стандарте на анализируемую культуру.

Получив взвешиванием массы фракций: крупной, сорной, явно выраженной и неявно выраженной сорной примеси и масляной примеси, рассчитывают массовую долю общей засоренности семян (в процентах).

У мелкосемянных культур (лен, рапс, мак, горчица, конопля и др.) неявно выраженная примесь не определяется.

Определение лужистости семян. Проводят в соответствии с ГОСТ 10855—64:

а) в семенах подсолнечника и клещевины.

Для определения содержания оболочек из среднего объема пробы берется навеска чистых семян с записью результата до второго знака массой для подсолнечника и сои около 10 г, для клещевины около 20 г.

Взвешенные семена обрушивают пинцетом, отделяют оболочку и взвешивают ее на весах 4-го класса с записью результата до второго десятичного знака.

Лужистость чистых семян в процентах рассчитывают по формуле

$$X = m_1 \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса лужги, г; m — масса семян, г.

б) в семенах сои.

Из среднего объема пробы семян известной влажности, освобожденных от примесей, выделяют навеску около 10 г, взвешивание производят на весах 4-го класса с записью результата до второго знака. Если влажность семян сои неизвестна, ее определяют, как указано ранее. Семена замачивают водой в течение 10 мин при комнатной температуре, затем скальпелем отделяют семенную оболочку от ядра. Далее оболочку высушивают в течение одного часа при температуре 100–105 °С и взвешивают.

Лужистость семян в процентах в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X = m_1 \cdot 100 \cdot 100 / m(100 - B),$$

где m_1 — масса высушенной оболочки, г; m — масса семян, г; B — влажность семян до замачивания, %.

Определение масличности семян. Проводят в соответствии с ГОСТ 10857–64 "Семена масличные. Методы определения масличности". Определение масличности семян предусматривается двумя методами — исчерпывающей экстракцией (экстракционный метод) в аппаратах Сокслета (экстракционных насадках типа НЭТ) и рефрактометрированием растворов липидов в растворителе (рефрактометрический метод). Последний рекомендован для ускоренного определения масличности подсолнечных семян.

Метод исчерпывающей экстракции основан на определении массовой доли липидов (в %) в анализируемом материале по величине их массовой доли, полученной после экстракции диэтиловым или петролейным эфиром.

Масличные семена массой около 50 г предварительно подсушивают при температуре 102–105 °С в фарфоровых чашках в течение от 30 мин до 2 ч в зависимости от начальной влажности, за исключением семян сои, которые независимо от влажности подсушивают в течение 3 ч, и семян хлопчатника, которые подсушивают в течение часа. Влажность подсушенных семян должна быть около 3–3,5 %. Затем подсушенные семена измельчают с помощью электрической мельницы порциями по 8–10 г в течение 40–50 с. Соевые семена предварительно дробят в ступке вручную, а затем с помощью электрической мельницы до полного прохода всей пробы семян через сито с отверстиями 0,25 мм.

Первую порцию семян, измельченных в мельнице, отбрасывают, так как выделившееся при ее измельчении масло расходуется на обмасливание рабочих органов мельницы.

Все порции измельченных семян помещают в стакан вместимостью 250 мл и тщательно перемешивают шпателем.

Из перемешанной массы измельченных семян берут навески по 8–10 г в два предварительно подготовленных экстракционных патрона. Взвешивание ведут на весах 2-го класса с записью результатов до четвертого десятичного знака.

Патроны для аппаратов Сокслета (экстракционных насадок типа НЭТ) готовят из листа проэкстрагированной диэтиловым или петролейным эфиром фильтровальной бумаги размером 110X500 мм следующим образом: на деревянную цилиндрическую болванку диаметром 25 мм и длиной 150 мм наворачивают фильтровальную бумагу так, чтобы с одной стороны болванки край бумаги выступал на 2–2,5 см. Эту часть бумаги загибают по мере наворачивания ее на болванку пинцетом, затем патрон обжимают с торца о плоскую поверхность и снимают с болванки, на дно патрона кладут кусочек проэкстрагированной ваты и взвешивают на весах 2-го класса. В патроны, предназначенные для извлечения масла из семян подсолнечника и хлопчатника, помещают дополнительно еще кусочек ваты, который затем используют для того, чтобы протереть мельницу, в которой измельчались анализируемые семена.

Измельченные семена пересыпают во взвешенные патроны и вновь взвешивают на весах 2-го класса.

Высота патрона с навеской семян должна быть такой, чтобы верхний край сифона экстракционной насадки НЭТ был на 1 см выше патрона.

Края патрона с измельченными семенами закрывают пинцетом (загибая их внутрь патрона) и помещают в экстрактор. К экстрактору присоединяют обезжиренную колбу, предварительно высушенную до постоянной массы при 102–105 °С. Наливают в экстрактор растворитель так, чтобы патрон в экстракторе был полностью покрыт слоем эфира. В колбу также наливают эфир на $\frac{1}{3}$ ее объема (80–85 мм). Для экстракции масла из всех семян, кроме хлопчатника, применяют диэтиловый эфир, для экстракции масла из семян хлопчатника — петролейный эфир.

Аппарат Сокслета или насадка для экстрагирования типа НЭТ представляет собой стеклянный аппарат, состоящий из трех частей — экстрактора, приемной колбы и обратного холодильника. Все части аппарата плотно присоединяются друг к другу при помощи шлифов. Главная часть насадки — экстрактор — представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный двумя боковыми трубками. Более широкая трубка служит для отвода паров растворителя (эфира) в холодильник, более тонкая является сифоном, отводящим раствор липидов (масла) в приемную колбу.

После соединения всех частей аппарата пускают в холодильник воду и подогревают приемную колбу на водяной бане. Кипение эфира в колбе должно быть равномерное. Пары кипящего эфира проходят по трубке для отвода паров растворителя в холодильник, конденсируются, и эфир по каплям стекает в патрон с экстрагируемыми семенами. Экстрактор постепенно наполняется жидким эфиром, липиды (масло) извлекаются из измельченных семян. Когда уровень эфира в экстракторе поднимается несколько выше верхнего колена сифонной трубки, раствори-

тель сливается через сифон (сифонирует) в колбу, в которой, вновь нагреваясь, эфир превращается в пары. Последние снова поднимаются в холодильник и, конденсируясь, стекают в экстрактор. Растворитель через экстрактор должны сифонировать не менее 7–8 раз в час. Липиды (масло) концентрируются в колбе.

Началом экстракции считается тот момент, когда растворитель сольется из экстрактора насадки в приемную колбу второй раз. После этого экстракцию ведут непрерывно для семян подсолнечника — 30 ч, мелкосемянных культур — 22–24 ч, соли — 72 ч, хлопчатника — 12 ч.

Если невозможно организовать круглосуточную работу лаборатории, то экстракцию прерывают, выключая обогрев водяной бани. При этом патроны с измельченными семенами в экстракторах должны оставаться в растворителе. В этом случае время собственно экстракции должно быть не менее 28 ч для семян подсолнечника, мелкосемянных культур — 20 ч, сои — 65–67 ч, хлопчатника — 12 ч.

Примерно по истечении половины времени экстрагирования патрон в экстракторе переворачивают.

О конце экстрагирования можно судить по отсутствию жирного пятна на фильтровальной бумаге или на часовом стекле при испарении нанесенной на них капли растворителя, стекающего из экстрактора. Если после испарения растворителя на часовом стекле не останется следов масла, то экстрагирование считают законченным.

Полноту экстракции можно также проверить, помещая каплю растворителя на шероховатую сторону шлифованной части горлышка колбы. Если после высыхания капли на шлифе не остается следов масла, то экстракция считается законченной. Этот прием нельзя считать вполне удовлетворительным, так как после извлечения масла из вещества еще долгое время продолжается экстрагирование небольших количеств труднорастворимых в эфире соединений.

По окончании процесса экстрагирования прекращают нагревание колбы, дают ей остыть, выключают воду и убирают холодильник. Затем, наклонив экстрактор, сливают в приемную колбу через сифонную трубку оставшийся в нем эфир и отделяют колбу от экстрактора. Отгонку эфира ведут, присоединяя колбу с раствором липидов к аппарату для отгонки.

Окончательное удаление эфира и высушивание масла ведут в электрическом сушильном шкафу с терморегулятором при температуре 102–105 °С до постоянной массы. Первое взвешивание проводят через 1,5 ч, последующие — через 30 мин. Колбы с маслом взвешивают после их охлаждения в эксикаторе в течение 45–60 мин на весах 2-го класса с точностью результатов до четвертого десятичного знака. При взвешивании колб до и после высушивания используют один и тот же набор разновесов (гирь). Если при очередном взвешивании масса колбы с маслом увеличивается, что возможно в результате окисления

высушиваемого масла, то за постоянную массу принимают наименьшую.

Одновременно с определением масличности определяют влажность подсушенных семян методом высушивания до постоянной массы при 102–105 °С.

Массовую долю масла в освобожденных от примесей, измельченных и подсушенных семенах в процентах к массе семян M_c вычисляют по формуле

$$M_c = 100(m - m_1)/m_2,$$

где m — масса колбы с маслом, г; m_1 — масса пустой колбы, г; $(m - m_1)$ — количество масла, г; m_2 — навеска измельченных семян, г.

Массовую долю масла в семенах на массу сухого вещества M_{ac} рассчитывают по формуле

$$M_{ac} = M_c \cdot 100 / (100 - B),$$

где M_c — массовая доля масла в измельченных и подсушенных семенах, %; B — влажность измельченных после подсушки семян, %.

Массовую долю масла в семенах при производственной влажности и сорности рассчитывают по формуле

$$M = M_{ac} \cdot [100 - (C - B_1)] / 100,$$

где M_{ac} — массовая доля масла в семенах на массу сухого вещества, %; C — сорная примесь, %; B_1 — влажность поступающих в производство семян, %.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений масличности отдельных проб семян. Вычисления проводят до второго десятичного знака, результат записывают с точностью до первого десятичного знака. Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,5 % абс.

При определении масличности семян рефрактометрическим методом липиды из семян извлекают нелетучим растворителем, показатель преломления которого резко отличается от показателя преломления извлекаемого масла. Чем больше различие между показателями, тем точнее определение.

Метод основан на том, что при растворении липидов (масла) показатель преломления растворителя понижается пропорционально количеству извлеченного растворителя масла. По разности между показателями преломления чистого растворителя определяют масличность семян.

При определении масличности семян подсолнечника способом диагонального деления из среднего объема пробы выделяют навеску семян массой 50–60 г и просеивают на сите с круглыми отверстиями диаметром 3 мм. Сход с сита освобождают от минерального и органического

сора (свободное ядро обрушенных семян подсолнечника оставляют в пробе). Семена перед измельчением подсушивают в сушильном шкафу при температуре 130 ± 2 °С примерно 30–40 мин до влажности не более 4 %.

Подсушенные семена измельчают ручным или механическим способом до однородного состояния.

Затем измельченные семена перемешивают и берут навески для определения влажности. Влажность определяют, высушивая 2 г семян при 130 ± 2 °С в течение 20 мин. Для определения масличности взвешивают на весах 4-го класса навеску измельченных семян массой 5 г, переносят в фарфоровую ступку (или чашку), добавляют 2–3 г песка и из бюретки приливают 5 мл растворителя бромнафталина или хлорнафталина.

Песок должен быть предварительно просеян, обработан серной кислотой, тщательно промыт и прокален. Для работы применяют фракцию, оставшуюся на 0,5-миллиметровом сите и проходящую через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Нужно количество песка (2–3 г) можно отвесить один раз, а затем соответствующий объем песка достаточно отмерять пробиркой.

Смесь измельченных семян с песком и растворителем тщательно растирают в течение 3 мин (по секундомеру), затем из той же бюретки приливают еще 15 мл растворителя и содержимое ступки размешивают 2–3 мин. Общий объем прилитого растворителя должен составлять точно 20 мл. Раствор фильтруют через бумажный складчатый фильтр и определяют с помощью рефрактометра показатель преломления раствора после того, как профильтровалось примерно 20 капель, не дожидаясь конца фильтрования. Этого количества раствора достаточно для трехкратного определения показателя преломления.

Определение показателей преломления чистого растворителя и профильтрованного раствора масла в растворителе ведут в соответствии с инструкцией прилагаемой к рефрактометру. Одновременное определение показателей преломления растворителя и раствора исключает необходимость термостатирования прибора.

Вычисление массовой доли масла в семенах — масличности семян производят по формуле

$$M = (\alpha + b\Delta n)\Delta n,$$

где M — масличность семян при влажности измельченного материала, %; α — коэффициент, показывающий, какой процент масла приходится на $0,0001\Delta n$ при данном растворителе; b — постоянная, имеющая следующие значения:

при работе с бромнафталином — 12380;

при работе с хлорнафталином — 16900;

Δn — разность между показателем преломления растворителя и раствора масла в растворителе.

Постоянная b представляет собой отношение приращения величины α к приращению величины Δn и учитывает отклонения раствора от

правила смешения, а также влияние изменения суммарного объема раствора на величину α . Постоянная b найдена экспериментальным путем.

Величину α находят на одном из маслозаводов или жирокomboинов данной географической или административной области в начале сезона и сообщают ее значение лабораториям технологического контроля. Например, значение α может быть найдено в начале сезона отдельно для Краснодарского края, Ростовской области, Молдовы, отдельно для Южной и Северной Украины и т. п.

Для определения коэффициента α берут пять образцов подсолнечных семян разных сортов, характерных для данной области произрастания, выделяют средние объемы проб, как указано выше, и берут навески для определения масличности методом исчерпывающей экстракции по Сокслету и одновременно по рефрактометру (в этом случае нет необходимости определять влажность семян).

Величину α вычисляют по формуле

$$\alpha = X/\Delta n - b \Delta n,$$

где X — массовая доля масла, найденная методом исчерпывающей экстракции (по Сокслету), %.

Определение кислотного числа масла в семенах. Кислотное число масла (К.ч.) — это число мг щелочи (КОН), пошедшее на титрование свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла. Величина кислотного числа масла в семенах является показателем их качества. В ГОСТе на семена подсолнечника как промышленное сырье 22391—89 предусмотрено определение кислотного числа масла в семенах и деление принимаемых семян на классы по качеству, так как из семян повышенной кислотности, являющихся результатом их порчи, нельзя получить высококачественное масло.

Для определения кислотности масла в семенах подсолнечника в процессе приемки применяют метод, основанный на титровании раствором щелочи свободных жирных кислот, содержащихся в масле, полученном из семян при лабораторном прессовании.

На весах 4-го класса в колбу отвешивают 4—5 г масла с записью результатов до второго десятичного знака и приливают 50 мл смеси этилового спирта с этиловым эфиром, добавляют 3—5 капель фенолфталина. Полученный раствор при постоянном перемешивании титруют раствором гидрата окиси калия или натрия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с. Кислотное число вычисляют по формуле

$$\text{К.ч.} = A \cdot 5,611VK/m + B,$$

где значения коэффициентов: $A = 1,17$ и $B = -0,23$ — для метода извлечения масла из семян лабораторным прессованием; $A = 1$ и $B = 0$ — для метода извлечения масла из семян настаиванием в диэтиловом эфире; $A = 0,92$ и $B = 0,57$ — для мето-

да извлечения масла из семян экстракцией в аппарате Сокслета; 5,611 — титр 0,1 н. раствора гидроксида калия, мг/мл; V — количество 0,1 н. раствора щелочи, израсходованной на титрование, мл; K — поправка к титру; m — масса навески масла, г.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА

Объем лабораторных анализов при подготовке масличного сырья к извлечению масла представлен в табл. 13.

Т а б л и ц а 13

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Методы отбора проб или способ контроля
Очистка семян при поступлении на производство:			
до очистки	Влажность семян	1 раз в среднесменной пробе	Автоматическим пробоотборником или пересечением потока
	Содержание масла, сорной и масличной примесей	1 раз в среднесуточной пробе	
	Содержание фосфолипидов и неомыляемых липидов	1 раз в 10 дней в среднесуточной пробе	
после очистки	Содержание сорной примеси в семенах	1 раз в среднесменной пробе	То же
Обрушивание	Содержание в рушанке целых семян, сечки и масличной пыли	1 раз в смену и по мере необходимости (при регулировке оборудования)	
Отделение лузги от ядра	Содержание лузги в ядре	1 раз в 15 дней в среднесуточной пробе	
	Влажность ядра	По мере необходимости в среднесменной пробе	
Измельчение ядра	Влажность ядра и содержание масла в лузге	1 раз в среднесменной пробе и по мере необходимости	
	Качество измельчения ядра	По мере необходимости	Пересечением потока ручным способом

Анализ рушанки. При оценке работы обрушивающих машин анализ рушанки позволяет определить содержание в ней сечки, масличной пыли и целых семян (недоруша), что дает возможность своевременно изме-

нить режим обрушивания при неудовлетворительных показателях анализа.

Из образца рушанки выделяют навеску около 25 г, просеивают через сита с отверстиями диаметром 3, 2 и 1 мм. Масличная пыль определяется как проход через сито с отверстиями диаметром 1 мм, сечка является сходом с сита с отверстиями диаметром 2 мм, а недоруж и целяк — сходом с сита с отверстиями диаметром 3 мм.

Содержание каждой фракции рассчитывается в процентах от общей массы образца рушанки.

Анализ ядра. Для контроля работы машин, разделяющих лузгу и ядро, и характеристики ядра, идущего на измельчение, определяется массовая доля лузги в ядре. Повышенная лузжистость ядра ухудшает работу оборудования, снижает выход масла. Из пробы ядра выделяется навеска около 25 г, просеивается через сито с отверстиями диаметром 1 мм.

Сход и проход разбирают отдельно, выделяя сор, лузгу и целые семена, которые затем обрушивают пинцетом. Одинаковые фракции (лузга) схода и прохода объединяют, к выделенной лузге присоединяют лузгу целых семян и сор и рассчитывают массовую долю каждого из этих компонентов (в %).

Определение выноса ядра в лузгу. Это определение дает возможность определить потери масла в отходящей лузге и установить выход чистой лузги.

Из пробы лузги берут навеску около 50 г и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Из оставшегося на сите материала выделяют сор (минеральный и органический), ядро (части) и целые семена. Целые семена обрушивают и присоединяют их ядро к остальному ядру, полученному из пробы лузги.

Проход через сито также разбирают на лузгу и масличную пыль. Последнюю присоединяют к ядру и частицам ядра. Затем рассчитывают массовую долю выноса ядра в лузгу в процентах и содержание сора в лузге.

Определение масличности отходящей лузги. Это определение позволяет судить о степени замасливания лузги в производстве, а следовательно, и о потерях масла с отходящей лузгой. Масличность определяется методом исчерпывающей экстракции диэтиловым или петролейным эфиром, описанным в инструкциях.

Лузгу перед извлечением масла измельчают в ступке до тех пор, пока лузга не примет вид тонких игл длиной не более половины семян.

Определение ботанической масличности лузги. Ботаническая масличность позволяет судить о содержании липидов в лузге целых неповрежденных семян. Зная масличность отходящей с производства лузги, можно определить, насколько замасливается лузга при обрушивании семян и отделении лузги от ядра, и таким образом можно судить о качестве работы оборудования цеха.

Определение качества измельчения ядра. Это определение дает возможность судить о работе вальцовых станков.

Анализ качества помола производится путем просеивания навески мятки через набор сит с отверстиями диаметром 1 мм. Помол считается удовлетворительным, если анализ дает следующие результаты: проход через сито с отверстиями 1 мм 60 %.

При определении тонкости помола хлопковой мятки из-за высокой лузжистости мятку просеивают в течение 10 мин через сито с отверстиями диаметром 1 мм.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ МАСЛА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ОТЖИМА

Объем анализов в прессовом цехе представлен в табл. 14. Отбор проб ведется систематически в течение смены и по мере необходимости.

Т а б л и ц а 14

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Метод отбора проб или способ контроля
Обработка мятки в инактиваторе	Влажность мятки (до и после обработки)	По мере необходимости	Пересечением потока ручным способом
Приготовление мезги	Влажность мезги Температура мезги	То же Систематически через каждые 2 ч в течение смены	То же "
Предварительное прессование мезги	Содержание масла в жмыхе Толщина жмыха	То же	
Первичная очистка масла	Кислотное число масла	1 раз в сутки и по мере необходимости	Пробоотборником на трубопроводе
	Прозрачность масла	То же	То же
	Влажность и содержание отстоя по массе в масле	1 раз в 10 дней в среднесуточной пробе по мере необходимости	
	Содержание фосфолипидов и неомыляемых липидов	1 раз в 10 дней (для льняного масла — 1 раз в 15 дней)	
	Показатели масла по ГОСТу	1 раз в год в начале переработки семян нового урожая и при переходе на другое масличное сырье в течение года	

Определение влажности мятки и мезги. Производят высушиванием навесок при температуре 105 °С до постоянной массы. Первое взвешивание

вание производят через 1 ч, последующие — через каждые полчаса. Расчет влажности производится по величине потерь массы навеской.

Определение масличности жмыхов. Производят экстрагированием жмыха в парах кипящего диэтилового или петролейного эфира.

Перед определением навеску жмыха измельчают до прохода через сито с отверстиями 0,25 мм. Определение ведут в соответствии с инструкцией.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ МАСЛА МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Объем анализов при извлечении растительных масел методом экстракции представлен в табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Метод отбора проб или способ контроля
Поступление растворителя на завод (в бензохранилище)	Фракционный состав растворителя по температуре кипения (методом разгонки)	По мере необходимости	Пробоотборником на трубопроводе
Поступление растворителя в экстрактор	Содержание масла в растворителе	Систематически (через каждые 2 ч)	То же
Подготовка материала к экстракции	Толщина лепестка; содержание мелочи (прохода через сито с диаметром отверстий 1 мм); влажность лепестка	Систематически (через каждые 2 ч)	Пересечением потока материала вручную
Фильтрация мисцелл	Содержание твердых частиц в мисцелле, ее прозрачность; содержание масла (концентрация мисцеллы)	То же	То же
Откачка масла из дистилляторов на склад	Температура вспышки масла	Систематически, а также перед каждой откачкой масла из цеха	Пробоотборником на трубопроводе мисцеллы
	Влажность и кислотное число масла	1 раз в сутки	То же
	Содержание отстоя по массе в масле	1 раз в 10 дней из среднесменных проб и по мере необходимости	

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Метод отбора проб или способ контроля
	Содержание фосфолипидов, неомыляемых липидов	То же	
	Показатели масла по ГОСТу	1 раз в год в начале переработки семян нового урожая и при переходе на переработку нового сырья в течение года	
Отгонка растворителя из шрота и транспортирование шрота на склад	Содержание растворителя в шроте	1 раз в смену	Пересечением потока материала вручную
	Содержание масла в шроте, влажность шрота	Систематически, через каждые 2 ч	То же
	Влажность шрота, содержание ферромагнитных примесей, содержание масла в шроте при поступлении на склад	В среднесменной пробе 1 раз в смену	Автоматическим пробоотборником
	Содержание протеина, золы, нерастворимой в 10 %-ной HCl, дополнительно активность уреазы (для сои); наличие рицина (для клещевины); содержание растворимого протеина (для подсолнечника)	1 раз в 10 дней	То же

Определение фракционного состава растворителя. Применяемые для экстракции растительных масел растворители должны отвечать требованиям стандартов: бензин А — ТУ 38.101303—72, нефрас — ГОСТ 8505—80. Поэтому их необходимо подвергать исследованию и фракционной перегонке, чтобы убедиться, отвечают ли они необходимым требованиям стандартов.

Разгонку растворителя по фракциям проводят в соответствии с действующими инструкциями.

Определение механических примесей в мисцелле. Метод основан на определении в мисцелле массовой доли механических примесей, нерастворимых в применяемом для экстракции масла растворителе и отделяемых при фильтрации через бумажный фильтр.

Пробы мисцеллы отбирают из пробоотборных кранов, установленных на трубопроводе нефилтрованной мисцеллы. Из пробы мисцеллы взвешивают на весах 4-го класса около 25 г мисцеллы с записью результатов до второго десятичного знака. Затем фильтруют мисцеллу через фильтр диаметром 120 мм, предварительно высушенный вместе со стаканчиком для взвешивания до постоянной массы при 102–105 °С, взвешенный на весах 2-го класса с записью результатов до четвертого десятичного знака.

После фильтрации фильтр и колбу промывают чистым растворителем нефрас до полного удаления масла, а фильтр с осадком переносят в стаканчик для взвешивания и высушивают в сушильном шкафу при температуре 102–105 °С до постоянной массы.

Содержание механических примесей в мисцелле X (массовую долю в процентах) рассчитывают по формуле

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса фильтра с осадком, г; m_2 — масса фильтра до фильтрации, г; m — масса навески мисцеллы, г.

Определение концентрации мисцеллы. Массовая доля масла в органическом растворителе (в %) необходима для оценки качества работы экстрактора, дистилляторов. Для определения концентрации мисцеллы применяют весовой и рефрактометрический методы.

Весовой метод. Основан на определении массовой доли масла — липидов (в %) в анализируемой мисцелле по разности массы взятой навески мисцеллы до и после отгонки растворителя и высушивания масла.

Из пробы мисцеллы, отобранной с помощью пробоотборника (пробного крана) на трубопроводе после фильтрации, берут в предварительно высушенную и взвешенную коническую колбу 20–25 г мисцеллы, взвешенной на весах 4-го класса, с записью результата до второго десятичного знака. Растворитель отгоняют на перегонной установке, используя водяную или песочную баню. Оставшееся в колбе масло высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при 100–105 °С.

Содержание масла в мисцелле в процентах находят по формуле

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса колбы с маслом, г; m_2 — масса пустой колбы, г; m — масса навески мисцеллы, г.

Рефрактометрический метод. Основан на определении массовой доли масла (липидов) в процентах в анализируемой мисцелле

по величине разности коэффициента преломления мисцеллы и чистого растворителя. Чем выше массовая доля масла в мисцелле, тем выше коэффициент преломления мисцеллы.

Определение коэффициента преломления мисцеллы и применяемого растворителя ведут с помощью рефрактометра при одинаковой температуре, повторяя его три раза. Массовую долю масла в мисцелле рассчитывают по формуле (в процентах)

$$M = \Delta n / K,$$

где Δn — средняя из трех определений разность между коэффициентами преломления мисцеллы и чистого растворителя; K — коэффициент, величина которого находится по таблице 16.

Т а б л и ц а 16

Содержание масла в растворителе (концентрация мисцеллы), %	Значения K для мисцелл	
	подсолнечных и соевых	хлопковых
От 0,5 до 19,5	0,00070	0,00070
Свыше 19,5...30,5	0,00072	0,00071
” 30,5...50,5	0,00074	0,00072
50,5...60,5	0,00075	0,00073
60,5...75,0	0,00076	0,00074
75,0...90,0	0,00077	0,00075
90,0...100,0	0,00078	0,00076

Определение содержания масла в растворителе или концентрации мисцеллы. Для определения берут в колбу 20–25 г мисцеллы (при анализе берут растворитель, поступающий в экстрактор), затем отгоняют растворитель и высушивают остаток масла в колбе, рассчитывают концентрацию мисцеллы или содержание следов масла в растворителе (в %).

Определение содержания растворителя в шроте. Метод основан на определении разности показателей преломления, полученной в особых условиях монобромнафталиновой вытяжки из шрота и той же вытяжки после удаления из нее растворителя.

Определение температуры вспышки экстракционного масла. Определение температуры вспышки проводится систематически с помощью стационарных контрольных приборов в цехе или в закрытом тигле (в приборе Мартенс-Пенского) в лаборатории в соответствии с инструкцией.

Определение общей золы в шроте. Общую золу в шроте определяют путем осторожного сжигания навески шрота в тигле сначала на медленном огне, а затем путем прокаливании в муфельной печи до полного озоления. Содержание общей золы рассчитывается в процентах.

Определение золы, нерастворимой в HCl. Тигель с золой после оп-

ределения общей золы помещают в стеклянный стакан, обливают 10 %-ной HCl. Содержимое стакана фильтруют через беззольный фильтр, перенося осадок золы на фильтр. Затем фильтр с осадком промывают горячей водой, помещают в тигель и производят полное озоление в том же порядке, что и при определении общей золы.

Содержание золы, нерастворимой в HCl, рассчитывают в процентах.

Определение содержания белковых веществ (протеина) в шроте. Это определение производится по одной из модификаций классического метода Кьельдаля, основанного на сжигании навески органического вещества в крепкой серной кислоте. При этом азот связывается с кислотой в сульфат аммония. Полученный раствор сульфата аммония обрабатывается щелочью, выделяющийся при этом аммиак улавливается. По количеству выделившегося аммиака определяют содержание азота, затем пересчитывают азот на белок — протеин, принимая постоянным содержание азота в белке и условно считая, что весь азот, обнаруженный этим методом, — это азот белка. Так как в масличных семенах кроме белка имеются и другие соединения, содержащие небольшое количество азота, определение протеина является в некоторой степени условным.

В связи с этим употребляется термин "сырой" (неочищенный) протеин.

Для определения содержания протеина полумикрометодом Кьельдаля взвешивают на весах 2-го класса точности с записью результата до четвертого десятичного знака в длинной сухой пробирке, свободно входящей в горлышко колбы Кьельдаля, 0,9—0,12 г тонкоизмельченного шрота. Навеску шрота высыпают в колбу Кьельдаля прямо на дно так, чтобы навеска не попала на горлышко колбы или ее стенки. Затем пробирку вновь взвешивают. Разница между первым и вторым взвешиванием составляет навеску материала. Если частицы шрота все же попали на горлышко колбы, их смывают концентрированной серной кислотой.

В колбу приливают 3 мл концентрированной серной кислоты плотностью 1,84, помещают кусочек медной проволоки и 1,5 г сульфата калия, взвешенного на весах 4-го класса точности, которые являются катализаторами реакции. Затем колбу ставят в наклонном положении в колбонагреватель с асбестовой прокладкой и нагревают под тягой. Для уменьшения испарения и равномерности кипения рекомендуется закрывать колбу стеклянной пробкой, свободно лежащей в горлышке. После прекращения вспенивания усиливают нагревание, темные частицы, которые могут оставаться на стенках колбы, смывают горячим раствором, осторожно поворачивая колбу. Нагревание ведут до полного осветления раствора и появления зеленовато-голубой окраски. После этого сжигание продолжают еще около часа.

Колбу охлаждают, приливают в нее некоторое количество дистиллированной воды и содержимое количественно переносят в отгонную колбу вместимостью 250 мл. Колбу Кьельдаля ополаскивают несколько раз водой и воду сливают в ту же колбу. Затем собирают установку для отгонки

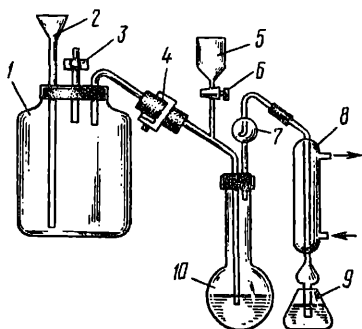


Рис. 104. Установка для отгонки аммиака:

1 — бачок-парообразователь; 2 — воронка; 3, 6 — краны; 4 — зажим; 5 — воронка для щелочи; 7 — каплеуловитель; 8 — холодильник; 9, 10 — пустые колбы

аммиака ГОСТ 10846—74 (рис. 104).
3 бачок-парообразователь 1 через воронку 2 наливают дистиллированную воду, несколько больше половины общего объема бачка и открывают кран 3 и зажим 4. Нагре-

вают воду в бачке на электрической плитке. Присоединяют пустую колбу Кьельдаля 10 к каплеуловителю 7 и воронке для щелочи 5 и, после того как вода в бачке закипит, закрывают кран 3. Подают воду в холодильник 8, подставляют под него пустую колбу 9 и 5—10 мин "пропаривают" прибор для его очистки. После "пропаривания" открывают краны 3 и 6 и закрывают зажим 4. Под холодильник 8 подставляют вместо пустой колбы 9 колбу с предварительно налитыми в нее из бюретки 25—30 мл 0,1 н.серной кислоты и 4—5 каплями индикатора. Кончик холодильника должен быть погружен в раствор. Вместо пустой колбы Кьельдаля присоединяют колбу Кьельдаля с сожженной навеской. Закрывают кран 6, наливают в воронку 5 около 40 мл 33 %-ного раствора щелочи и, открывая понемногу кран 6, при осторожном покачивании колбы 10 приливают щелочь. Цвет раствора в колбе 10 должен резко измениться от прозрачного до синего или бурого. Открывают зажим 4 и закрывают краны 3 и 6. При этом пар будет проходить через жидкость в колбе 10 и увлекать аммиак. В холодильнике 8 пар конденсируется, и водный раствор аммиака попадет в колбу 9, где он связывается 0,1 н.раствором серной кислоты. Отгонку ведут 10—20 мин, регулируя ее скорость краном 3 так, чтобы за 15 мин объем жидкости в колбе 9 увеличился примерно вдвое. После этого опускают колбу 9 так, чтобы кончик холодильника 8 не касался жидкости в колбе, и обмывают кончик холодильника над колбой 9 небольшим количеством дистиллированной воды, затем с помощью лакмусовой бумаги делают пробу на полноту отгонки аммиака. Содержимое колбы титруют 0,1 н.раствором КОН до появления от одной-двух капель раствора ясного зеленого цвета после почти бесцветного.

В таких же условиях проводят контрольный опыт (без навески шрота). Содержание азота в шроте X (в %) находят по формуле

$$X = (V_1 - V_2)K \cdot 0,0014 \cdot 100/m,$$

где V_1 — количество 0,1 н.раствора КОН, израсходованное на титрование в контрольном опыте, мл; V_2 — то же, израсходованное на титрование в основном опыте,

мл; K – поправка к титру 0,1 н.раствора КОН; 0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 мл 0,1 н.раствора серной кислоты, г; m – навеска шрота, г.

Содержание белка (протеина) X_1 (в %) находят по формуле

$$X_1 = 6,25X,$$

где 6,25 – пересчетный коэффициент содержания азота в материале на содержание белка (протеина); X – содержание азота, %.

Определение содержания золы в шроте. Элементы, окислы которых остаются в остатке после сжигания исследуемого растительного материала в присутствии кислорода, объединяют под названием зольных или минеральных, а сам остаток называют золой. Определение содержания золы в шроте ведут в соответствии с ГОСТ 13979.6–69.

Навеску измельченного шрота массой около 2–5 г помещают в предварительно прокаленный в муфельной печи, охлажденный и взвешенный тигель и взвешивают на весах 2-го класса с записью результата до четвертого десятичного знака. Если предполагается определение только сырой золы, массу навески берут около 2 г, при определении чистой золы – около 5 г.

Сначала навеску в тигле осторожно обугливают на электроплитке, не допуская загорания материала. Затем тигель переносят в муфельную печь и прокаливают при температуре 600–700 °С до полного озоления в течение 2 ч. Затем тигель охлаждают в экстракторе, взвешивают и вновь прокаливают в муфельной печи в течение 30 мин, охлаждают и взвешивают. Прокаливание повторяют до тех пор, пока разница между двумя последними взвешиваниями не будет превышать 0,004 г.

Содержание сырой золы в шроте X (в %) при фактической влажности рассчитывают по формуле

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 100/m,$$

где m_1 – масса тигля с золой, г; m_2 – масса пустого тигля, г; m – навеска шрота, взятая для определения, г.

Пересчет содержания сырой золы на сухое вещество X_1 производят по формуле

$$X_1 = X \cdot 100/(100 - B),$$

где B – влажность шрота, %.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКЕ МАСЛА, ГИДРАТАЦИИ ФОСФОЛИПИДОВ И ВЫМОРАЖИВАНИИ ВОСКОВ ИЗ МАСЛА

Объем анализов, выполняемых заводской лабораторией при первичной и комплексной очистке масел (прессовых и экстракционных), приведен в табл. 17.

Технологическая операция	Определяемые показатели	Периодичность контроля	Методы отбора проб или способы контроля
Подготовка масла к очистке	Влажность, содержание отстоя Содержание фосфолипидов	1 раз в среднесуточной пробе 1 раз в 10 дней в среднесуточной пробе и по мере необходимости	Пробоотборником на трубопроводе То же
Гидратация, получение фосфатидного концентрата	Пробная гидратация (лабораторная) Влажность, содержание фосфолипидов, веществ, нерастворимых в диэтиловом эфире, цветное и кислотное числа масла, вкус, запах	По мере необходимости Для каждой партии	Ручным пробоотборником или пробоотборником на трубопроводе
Получение вымороженного гидратированного масла	Влажность, содержание фосфолипидов, кислотное и цветное числа масла	В среднесуточной пробе и по мере необходимости	То же

Определение влажности. Этот показатель необходимо определять с целью правильного хранения и технологической переработки масел.

Влажность определяют высушиванием навески масла при температуре 100–105 °С. Содержащаяся влага испаряется, и подсушенное масло приобретает постоянную массу. Однако следует учитывать, что при высушивании масел масса уменьшается не только в результате потери влаги, но и вследствие улетучивания из масла других веществ, например летучих кислот, эфирных масел и продуктов разложения масла под действием высоких температур.

Очень часто высушивание сопровождается процессом окисления масел в присутствии кислорода воздуха, что приводит к увеличению массы. Во избежание этого навеску масла рекомендуется сушить в атмосфере инертных газов, например диоксида углерода, азота.

Определение содержания фосфолипидов. Метод основан на способности фосфолипидов гидратироваться — при действии воды сначала набухать, а затем выпадать в осадок. Полученный осадок обрабатывается ацетоном для удаления жира, затем растворяется в этиловом эфире для освобождения от белковых веществ.

После отгонки эфира получают осадок чистых фосфолипидов, содержание которых рассчитывают в процентах от массы масла.

Определение цветного числа (цветности) масел. Для определения цветности светлые масла сравнивают со стандартной шкалой водных растворов йода в йодиде калия.

Цветность масла выражается количеством миллиграммов свободного йода, содержащегося в 100 мл водного раствора йода в йодиде калия, имеющего при одинаковой с маслом толщине слоя 1 см такую же интенсивность окраски, как и испытуемого масла.

Цветное число испытуемого масла принимают равным цветному числу эталона, окраска которого идентична окраске масла.

Цветность хлопкового масла из-за темной окраски определяется с помощью цветомера ВНИИЖа и выражается количеством единиц окраски красных стекол, соответствующих интенсивности окраски масла, или, как принято говорить, количеством красных при постоянных 35 желтых.

В хлопковом масле содержится госсипол, придающий даже хорошо отрафинированному маслу красноватый оттенок, особенно при рассматривании в слое, что и обусловило применение указанного способа определения цветности. Чем полнее и лучше удален из масла госсипол, тем слабее его специфический красный оттенок, тем меньшим количеством красных выражается цветность. Таким образом, измерение цветности масла характеризует степень его очистки.

Определение отстоя в масле. В растительных маслах в зависимости от способа получения и степени очистки содержится то или иное количество механически удерживаемых примесей, дающих отстой в масле, — белковых и слизистых веществ, обрывков клеточных тканей, остатков мезги и пр.

Величиной отстоя оценивается степень очистки масла. Существуют два метода определения отстоя: по объему и по массе. Первый основан на разности относительных плотностей масла и механически удерживаемых примесей, второй заключается в фильтрации тщательно перемешанного образца через заранее высушенный и взвешенный фильтр. Отфильтрованный осадок промывается от следов масла растворителем, высушивается и взвешивается. Для ускорения фильтрации образец масла обычно разбавляют петролейным эфиром или экстракционным бензином.

На основании результатов анализов среднесменных проб семян, масла, шрота, лузги или шелухи, отходящей из производства, сора, удаленного при производственной очистке семян, заводская лаборатория рассчитывает материальный баланс производства — ожидаемые выходы продукции и отходов. Между выходами продукции, полученными реально, и ожидаемыми выходами (теоретическими) всегда существуют расхождения, которые обусловлены следующими причинами:

1. Всегда существующими погрешностями при отборе проб семян, масла, шрота и отходов, обусловленными разнокачественностью перерабатываемых семян и случайным варьированием технологических параметров производства. На лабораторные анализы всегда может быть направлена лишь часть поступающих на переработку семян, которая

не абсолютно идентична всей перерабатываемой массе семян. Аналогично этому качество масла, шрота, лузги, оцениваемое по результатам анализов отбираемых лабораторией точечных проб, также не абсолютно соответствует их реальному качеству.

2. Погрешностями лабораторных анализов при анализе масличного сырья, готовой продукции и отходов производства.

3. Потерями сухого вещества семян в результате образования летучих продуктов под влиянием технологических воздействий производства, например при отгонке с водяным паром низкомолекулярных продуктов — жирных кислот при влаготепловой обработке мятки и некоторых других.

4. Различной глубиной извлечения структурных липидов из масличного сырья и из продуктов его переработки в производственных условиях и при извлечении липидов в лаборатории при определении масличности семян. Технологические факторы при переработке семян — повышенные температуры в ходе приготовления мезги, давление при прессовании, влияние органического растворителя при экстракции — все эти факторы все глубже разрушают связи липидов, в первую очередь структурные, с нелипидной частью семян. Это ведет к непрерывному увеличению извлечения вместе с триацилглицеролами структурных липидов, в первую очередь фосфолипидов и неомыляемых липидов. При определении масличности семян в лаборатории даже методом исчерпывающей экстракции семена таким воздействиям не подвергаются, связи структурных липидов с белками и углеводами семян в значительной степени остаются неразрушенными, и структурные липиды при определении масличности извлекаются в меньшей степени.

Одновременно под влиянием технологических факторов идут процессы окисления липидов и образования прочных соединений липидов с нелипидной частью семян, уменьшающие суммарный выход липидов.

5. Неполным извлечением сорных примесей из масличных семян в производственных условиях. Эти примеси могут иметь масличность до 30 %, например, при переработке семян подсолнечника. При определении масличности семян в лаборатории отделение примесей является обязательным. В то же время в условиях производства очистка семян от примесей никогда не достигает 100 %.

6. Определенной условностью подсчета массы продуктов переработки семян, которые находятся в работающем техническом оборудовании и учитываются как незавершенное производство. Определение объемов (массы) незавершенного производства не может быть определено с большой точностью. Кроме того, его учитывают только по содержащемуся в них основному продукту — маслу (в мятке, мезге, мисцелле и др.).

Если качество перерабатываемых масличных семян в течение продолжительного периода работы завода меняется мало и технологические параметры производства остаются постоянными, то расхождения

между данными в теоретическом и фактическом материальном балансе также практически стабильны. Их величина зависит от вида перерабатываемой масличной культуры — подсолнечника, сои, хлопчатника и др., от технологической схемы, по которой ведется переработка семян (прессование, форпрессование, экстракция, прямая экстракция), и от применяемых технологических режимов.

Расхождения между теоретически рассчитанным и фактическим выходом масла, обусловленные указанными выше причинами, называются неучтенными потерями масла в производстве. Их величина устанавливается масло-жировому предприятию его планирующими организациями.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи должен обеспечить теххимический контроль производства растительных масел?
2. Как осуществляется теххимический контроль качества масличного сырья, поступающего на хранение и переработку?
3. Какие основные анализы выполняет лаборатория при контроле работы рушально-веечных, шелушильно-сепараторных и вальцовых цехов?
4. Какие методы лабораторных анализов применяют при контроле работы прессовых цехов?
5. Какие существуют методы обнаружения растворителя в готовой продукции экстракционного цеха?
6. Какими методами осуществляется теххимический контроль качества готовой продукции маслодобывающего производства?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Оборудование предприятий масло-жировой промышленности / Б. Н. Чубинидзе, В. Х. Паронян, А. В. Луговой и др. — М.: Агропромиздат, 1985. — 304 с.

Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. — Л.: ВНИИЖ, 1975, т. 1, кн. 1. — 726 с.; 1974; т. 1, кн. 2. — 592 с.; 1973, т. 2. — 350 с.

Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масло-жировой промышленности. — Л.: ВНИИЖ, 1967, т. 1, кн. 1 и 2. — 1042 с.; 1965, т. 2. — 419 с.; 1964, т. 3. — 482 с.; 1971, т. 6. — 165 с.

Технология жиров и жирозаменителей / В. Х. Паронян, Ф. И. Мазняк, Н. М. Кафиев и др. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 352 с.

Технология производства растительных масел / Под ред. В. М. Копейковского. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 416 с.

Щербakov В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. — М.: Агропромиздат, 1991. — 356 с.

Щербakov В. Г. Химия и биохимия переработки масличных семян. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 184 с.

Щербakov В. Г., Иваницкий С. Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. — М.: Агропромиздат, 1987. — 152 с.

Щербakov В. Г. Основы управления качеством продукции и теххимический контроль жиров и жирозаменителей. — М.: Агропромиздат, 1985. — 216 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i>	3
Глава 1. Масличное сырье и технологические схемы его переработки	6
Семена и плоды масличных растений .	6
Маслосодержащие отходы пищевых производств	18
Общая характеристика масличных плодов и семян	19
Физико-механические свойства	19
Строение	20
Химический состав .	22
Технологические схемы переработки	27
<i>Контрольные вопросы</i>	31
Глава 2. Хранение и первичная обработка масличного сырья	32
Способы хранения масличных семян	32
Очистка семян от примесей .	38
Очистка запыленного воздуха	56
Кондиционирование семян по влажности	60
Снижение влажности семян .	60
Увлажнение семян	68
Правила техники безопасности и промсанитарии	70
<i>Контрольные вопросы</i>	71
Глава 3. Подготовка масличного сырья к извлечению масла	72
Обрушивание масличных семян и отделение ядра от оболочки .	72
Измельчение семян и продуктов их переработки	93
Правила техники безопасности	100
<i>Контрольные вопросы</i>	100
Глава 4. Извлечение масла методом механического отжима .	101
Влаготепловая обработка мятки	101
Отжим масла .	106
Правила техники безопасности	113
<i>Контрольные вопросы</i>	114
Глава 5. Извлечение масла методом экстракции органическими растворителями	114
Процесс экстракции. Растворители и подготовка материала	114
Способы экстракции .	122
Обработка мисцеллы и ее рафинация .	128
Отгонка (испарение) растворителя из мисцеллы	131
Отгонка растворителя из шрота	140
Подготовка к хранению и хранение шрота	149
Регенерация и рекуперация растворителя	151
Правила техники безопасности	154
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>155</i>

Глава 6. Первичная очистка масла. Гидратация фосфолипидов и вымораживание восков из масла.	156
Очистка от механических примесей .	156
Гидратация фосфолипидов и получение фосфатидного концентрата	160
Вымораживание восков из масла	162
Правила техники безопасности	164
<i>Контрольные вопросы</i>	165
Глава 7. Обогащение шрота липидами и получение белковых изолятов	165
Обогащение шрота липидами	165
Получение белковых изолятов из шрота	168
Правила техники безопасности и промсанитарии	174
<i>Контрольные вопросы .</i>	175
Глава 8. Технохимический контроль производства	175
Общие сведения о технохимическом контроле .	175
Приемы подготовки проб к анализам	179
Хранение и первичная обработка масличного сырья	181
Определения, проводимые при подготовке масличного сырья к извлечению масла	191
Определения, проводимые при извлечении масла методом механического отжима	193
Определения, проводимые при извлечении масла методом экстракции органическими растворителями .	194
Определения, проводимые при первичной очистке масла, гидратации фосфолипидов и вымораживании восков из масла	200
<i>Контрольные вопросы</i>	204
<i>Список рекомендуемой литературы</i>	205