

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ОШСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



САКИБАЕВ КЫЛЫЧБЕК ШЕРИКБАЕВИЧ

**ОБОРУДОВАНИЕ
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРОИЗВОДСТВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ОШ-2017

УДК 663/664
ББК 36.81
С 15

Рекомендовано Ученым Советом Ошского технологического университета.
Протокол 9/26 от 2017 г.

Рецензенты: д.т.н., профессор Кубанского государственного технологического университета РФ, Касьянов Г.И.
к. т. н., доцент кафедры ТХППР Кубанского государственного аграрного университета РФ
Ольховатов Е.А.

САКИБАЕВ КЫЛЫЧБЕК ШЕРИКБАЕВИЧ
С 15 Оборудование перерабатывающих производств. Учебное пособие
– Ош, 2017. - 288 стр.

ISBN 978-9967-461-64-2

В учебном пособии описаны устройство и установки технологического оборудования пищевых и сельскохозяйственных производств, указана область их применения. Особое внимание уделено новому типовому оборудованию, разработанному в последние годы и отвечающему требованиям наиболее современной технологии производств.

С 4001010000-17

ISBN 978-9967-461-64-2

УДК 663/664
ББК 36.81
© САКИБАЕВ К.Ш.,
2017.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Успешное выполнение Правительственной программы зависит от четкости работы всех звеньев цепочки «сельское хозяйство»-«перерабатывающая промышленность»-«торговля» - «потребитель». Роль пищевых производств в этой цепочке чрезвычайно важна. Необходимо внедрять безотходные технологии, современное технологическое оборудование.

Условно классификацию оборудования пищевой и сельскохозяйственной промышленности можно провести по одному из следующих признаков: по виду перерабатываемого сырья, по виду готовой продукции, по признакам размещения, ведомственной подчиненности.

Изучить оборудование предприятий пищевых и сельскохозяйственных производств за время, отведенное учебным планом, практически невозможно. В ряде вузов идут на то, что независимо от требуемой учебным планом широты специализации выпускник вуза изучает оборудование лишь отдельных, характерных для своего региона производств. Это позволяет довольно подробно изучить технологические оборудования, а также иметь навыки расчетов.

Рассмотрение конструкций и принципы действий технологических оборудований, методик расчетов и проведение лабораторных анализов соответствующего технологического оборудования конкретных пищевых производств, и, значит, лучше изучить их. При окончательной специализации будущий специалист изучает оборудование какого-либо конкретного производства. Сделать это на базе общего курса, построенного по функциональному признаку, легко. И, что самое главное, в практической деятельности на базе общих расчетов оборудования разных функциональных групп можно самостоятельно изучить конкретное оборудование различных пищевых производств.

Целью изучения данной дисциплины является глубокое изучение теоретических основ современной пищевой технологии для рационального использования машин и аппаратов, проведения процесса с минимальными материалами и энергозатратами, максимальным использованием мощности аппарата и оборудования.

Поскольку оборудование, рассматриваемое в учебном пособии, очень разнообразно, были привлечены специалисты, работающие в разных отраслях пищевой промышленности.

Автор признателен многим ученым, преподавателям вузов, специалистам пищевых и сельскохозяйственных производств и, чьи советы помогли при написании учебного пособия. В первую очередь, это относится к профессорам Г. И. Касьянову, Ю. Ф. Рослякову, А. О. Абидову, А. Т. Токтомаматову, К.Т. Мансурову, Б. Н. Шамшиеву, Э. А. Смаилову, доцентам Е.А. Ольховатову, Д. А. Жорокулову, Н. Т. Танакову, М. У. Карымшаковой, Ж. К. Ирматовой представителям производств М. Э. Эргешову, М. А. Анарбаеву. Автор глубоко признателен рецензентам профессору Г. И. Касьянову, доцентам Е. А. Ольховатову М. А. Арзиеву и Ж. Т. Самиевой за ценные советы и замечания.

ВВЕДЕНИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПОЛУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА ИЗ СЫРЬЯ

В настоящее время уделяется большое внимание разработке технологии получения искусственных пищевых продуктов, в частности путем микробиологического синтеза.

Искусственную или комбинированную пищу получают из естественного сырья, которое проходит технологическую обработку, заключающуюся в выделении из сырья ценных (главным образом белковых) пищевых компонентов. Им придаются структура, внешний вид и вкус, соответствующие привычному представлению потребителя.

Различие между традиционной и искусственной пищей сводится к различию технологической обработки сырья. Сами пищевые компоненты при производстве искусственной пищи не синтезируются.

Создание комбинированных (искусственных) пищевых продуктов – это максимальное использование сырьевых ресурсов, как животных, так и растительных, и максимальное приближение пищи к идеальной, сбалансированной по всем показателям.

Развитие технологии производства пищевых продуктов опиралась на научную теорию сбалансированного питания.

Она определяла не только основные понятия биологической и пищевой ценности продуктов, но и служила практическим руководством при выборе путей и способов переработки пищевого и сельскохозяйственного сырья.

Повсеместное господство этой классической концепции породило мнение о том, что поступающие с пищей белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины, макро- и микроэлементы должны быть в возможно большей степени очищены от малоусваиваемых организмом, так называемых балластных веществ.

Широкое распространение рафинирования многих жизненно важных для организма пищевых продуктов

постепенно привело к дефициту в питании человека грубоволокнистых балластных веществ, основу которых составляют пищевые волокна.

Постепенно все более выявлялась необходимость включения малоусвояемых компонентов в общий пищевой рацион.

ТЕОРИЯ АДЕКВАТНОГО ПИТАНИЯ

Теория адекватного питания, основные принципы которой сравнительно недавно были сформулированы академиком А.М. Уголевым, заключается в том, что она не отвергает прежних достижений науки о питании, а, наоборот, базируется на них и, значительно расширяя и углубляя их, объясняет внутренние механизмы пищеварения. Таким образом, существовавшая до сих пор теория сбалансированного питания вошла составной частью в концепцию адекватного питания.

Основу новой теории составляют фундаментальные положения о том, что питание должно соответствовать как характеру обмена веществ в организме, так и сформированным в ходе эволюции человека особенностям переработки пищи в желудочно-кишечном тракте.

Теория адекватного питания чрезвычайно важна не только с точки зрения развития фундаментальной науки, но имеет большое прикладное значение для уточнения технологии пищевых производств. Несомненно, что все вновь создаваемые технологии производства продуктов питания должны опираться на основные положения именно этой теории.

По-видимому, пересмотр наших представлений о составе и свойствах пищи вызовет к жизни новые технологии и соответственно новые технологические машины и аппараты, устройства и установки для их реализации. Для этих машин и аппаратов будут строго регламентированы интенсивность и степень воздействия на продукт, контроль которых будет осуществляться на базе

широкого использования вычислительной техники, т. е. автоматизированные системы управления (АСУ).

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Проблема механизации и автоматизации производства тех или иных традиционных и новых продуктов питания, проблема создания машин, аппаратов и роботизированных комплексов, полностью заменяющих ручной труд, еще не решена, и в ближайшем будущем ей предстоит серьезно заниматься.

Проблема механизации и автоматизации финишных операций, теснейшим образом связанная с созданием нового оборудования, одна из важных на ближайшее время.

Трудно поверить предположению, что в перспективе пищевое сырье будет каждый раз постоянного качества. Очень много факторов влияет не только на внешний вид сырья и продукта, но и на содержание в них тех или иных полезных компонентов, наконец, на структуру (на макро- и микроуровнях) этих компонентов. В связи с этим все большее распространение получают такие виды оборудования, в которых будет присутствовать система объективной фиксации с помощью приборов свойств перерабатываемого в данный момент сырья, полуфабриката; система, которая, собирая такого рода информацию, будет тут же менять режим обработки и обеспечивать наилучшие варианты полуфабриката, а значит, и готового продукта.

С повестки дня не снимается проблема качества изготавливаемой продукции. Речь идет об оценке машин и аппаратов не только по производительности, надежности или даже по внешнему виду либо цвету продукта, но и о сохраняемости всех ценных веществ сырья в процессе его переработки.

Пищевая промышленность занята переработкой различных видов сельскохозяйственного сырья. Она

осуществляется с использованием тысячи вариантов машин и аппаратов. При этом довольно часто имеют место случаи, когда для осуществления определенной технологической операции, для решения одной и той же функциональной задачи (например, замес, деление, формование теста) используются не два и не три, а буквально десятки вариантов машин. Важно отметить, что машины эти различаются не только размерами, производительностью, но, что гораздо важнее и на что мы порой не обращаем внимания, принципом работы, характером воздействия рабочих органов на перерабатываемый полуфабрикат или сырья. Примеров тому чрезвычайно много. Например, макаронные изделия формируются машинами, в которых продавливание тестовой массы через отверстия в матрице осуществляется поршнем, валками или шнеком. При этом сразу видна разница эффективности их воздействия на перерабатываемое сырье.

Такое положение—множество вариантов машин и аппаратов—имеет место практически во всех технологиях, во всех пищевых и сельскохозяйственных производствах.

ВЫБОР МАШИН И АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Как же сравнивают разные машины и аппараты, как выбирают лучшие варианты? В качестве критерия сравнения берутся очень многие факторы: производительность, производительность с единицы массы машины, энергоемкость, надежность, износостойкость рабочих устройств и органов и др. А вот по качеству получаемой продукции машины сравнивают не часто. Перечисленные выше критерии выбора машин важны, но они не исчерпывают всех требований, упуская самое главное, не отвечая на вопрос, на какой из машин качество получаемого продукта лучше.

Настало время всерьез заняться решением этого вопроса, чтобы взять на вооружение действительно

лучшие варианты машин и аппаратов, резко сократить многообразие используемых машин и аппаратов, устройств и установок что, в свою очередь, существенно упростит вопросы эксплуатации и снабжение запасными частями. При наличии на предприятиях 2—3 типовых машин для выполнения данной технологической операции многое по части их наилучшей эксплуатации упростится.

Решая вопрос выбора лучшего варианта машины, надо вернуться к понятию «качество», имея в виду, что речь идет о продуктах питания. Сейчас известно много работ, в которых научно обоснованно, с применением количественных оценок создан так называемый метаболический «портрет» продукта, который удовлетворяет предъявляемым требованиям. Наука сегодня дает ответ на вопрос, какова наилучшая внутренняя структура продукта питания для лучшего усвоения его организмом человека, какие структурные изменения допустимы при переработке сырья и полуфабрикатов.

Таким образом, созданы все условия для ответа на вопрос о том, какие машины и аппараты, какие режимы их работы дадут ту структуру продукта, которая наиболее благоприятна для человеческого организма. Имеющиеся сегодня методы позволяют количественно определять качество полученного на машине продукта, имея при этом в виду не только такие простейшие составляющие понятия «качество», как нравящийся потребителю цвет или сохранность продукта при транспортировке, но и более важные понятия, говорящие о сохранении в нем всего биологически ценного, что было в сырье.

ГЛАВА 1

СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

Перед бакалавром техники и технологии пищевой и сельскохозяйственной промышленности обычно встают две главные технические задачи. Первая заключается в том, чтобы правильно смонтировать, наладить, установить требуемый режим работы существующей машины и аппарата, добиться максимально возможных количественных и качественных показателей ее работы. Решение этой задачи связано с изучением и анализом конструкции и работы машин и аппаратов. Вторая задача заключается в создании рациональной конструкции, синтезе новой машины и аппаратов, отвечающей поставленной цели при конкретных заданных технологических условиях.

Структура и классификация основных видов оборудования

Все промышленное оборудование может быть разделено на пять основных классов (рис. 1.1):

- машины-двигатели и другие энергетические машины и установки;
- транспортирующие машины и устройства;
- технологическое оборудование;
- счетно-аналитические машины;
- управляющие машины.

Машины этих классов применяются и в пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Технологическое оборудование по характеру воздействия на продукт может быть разделено на аппараты и машины.

В аппаратах происходят теплообменные, массообменные, физико-химические, биохимические и другие процессы, вызывающие изменения химических или физических свойств либо агрегатного состояния обрабатываемого продукта. Характерным признаком аппарата является наличие реакционного пространства или рабочей камеры.

В машинах осуществляется механическое воздействие на продукт, свойства которого, как правило, при этом не меняются, а изменяются лишь форма, размеры и другие физические параметры. Особенностью машин является наличие движущихся рабочих органов, непосредственно воздействующих на продукт.

Такое разделение технологического оборудования на машины и аппараты носит условный характер, так как их устройство может иметь одновременно и те и другие признаки.

В состав технологической машины обычно входят:

- электродвигатель;
- рабочие органы - инструменты или детали, входящие в непосредственное соприкосновение с обрабатываемым объектом и совершающие механическую работу по преодолению сопротивлений;
- исполнительные механизмы, осуществляющие движение рабочих органов по заданным законам;
- трансмиссионные передачи;
- устройства для наладки, контроля и регулирования процесса.

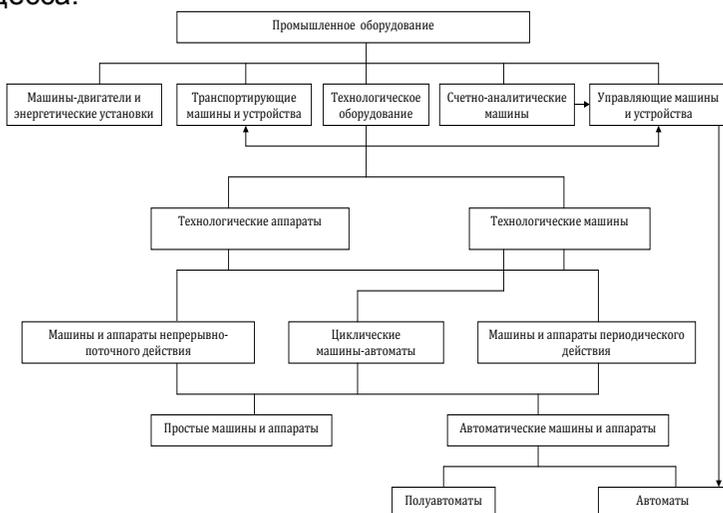


Рис. 1.1. Классификация промышленного оборудования

ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Примерная структура технологической автоматической машины представлена на рис. 1.2. В нее входят, кроме управляющих машин и устройств, распределитель энергии 3 между исполнительными механизмами, который часто совмещается с транспортными передачами. На рисунке предусмотрено выполнение трех операций тремя исполнительными механизмами 4 с рабочими органами 5.

Подача в машину сырья, полупродукта либо штучных объектов осуществляется питающими или дозирующими устройствами 7. Обработка продукта либо штучных объектов производится в камере или емкости 6. Для контроля качества выполнения промежуточных операций в автоматических машинах предусматриваются устройства 8, для контроля качества готового продукта - устройство 9. Они дают сигналы обратной связи питателю 7 и регулятору 11, который может давать корректирующие команды на одно из устройств 1-5.

По характеру рабочего цикла машины и аппараты бывают непрерывно-поточного, периодического и циклического действия.

Машины и аппараты непрерывно-поточного действия предназначены для выработки или обработки нештучной продукции, движущейся непрерывно (например, в шнековых формующих прессах для макарон, просеивающих машинах и т. п.). Процесс протекает непрерывно при установившемся режиме с одновременной непрерывной загрузкой и выходом готового продукта (или полупродукта). Рабочие органы такого оборудования действуют в установившихся условиях, поэтому имеется возможность получать продукт стабильного качества.

Машины и аппараты периодического действия предназначены для выработки или обработки в основном порционной продукции.

К ним можно отнести, например, месильные машины периодического действия, варочные котлы и другое оборудование. В таких машинах и аппаратах продукт подвергается обработке в течение определенного промежутка времени и затем удаляется из них. После этого производится обработка следующей порции. Рабочие органы такого оборудования в течение цикла работают в изменяющемся режиме, поэтому трудно получить продукт стабильного качества.

В машинах циклического действия обрабатывается в основном штучная продукция. Рабочие органы этих машин работают с повторяющимися циклами.

Циклические машины делятся на полуавтоматы и автоматы. В первых автоматически выполняются лишь основные технологические операции. Загрузка и разгрузка, пуск и останов, регулирование и наблюдение немеханизованы. В автоматах все технологические операции (загрузка и разгрузка, контроль и регулирование) выполняются автоматически, кроме пуска, останова и наблюдений.

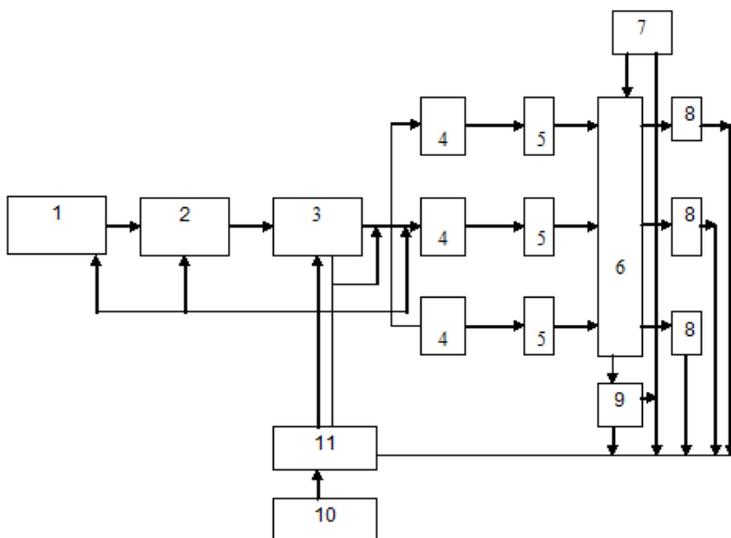


Рис. 2. Структура технологической машины.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Под теоретической производительностью P_T следует понимать количество продукции, выпущенной за единицу времени при бесперебойной работе машины (в кг/с, кг/ч или шт/ч). Обычно эта производительность указывается в паспорте машины.

Встречаются машины и устройства, которые не изготавливают продукцию, а либо ее транспортируют, либо обрабатывают и оформляют. В этих случаях было бы правильнее говорить не о производительности, а о пропускной способности машин. Но поскольку зависимости, определяющие ту и другую величину, одинаковы, можно в обоих случаях использовать термин «производительность».

В пищевой промышленности часто используются технологические камеры, в которых на конвейере перемещаются по несколько рядов штучные изделия, например хлебопекарные и бисквитные печи, бутылкомоечные машины, глазирующие машины, охлаждающие камеры и т. д. В таких случаях подсчитывают число изделий, приходящихся на 1 м конвейера, и по его скорости определяют производительность.

Технологическая производительность $P_{\text{техн}}$ является наивысшей производительностью, рассчитанной для идеальных условий: отсутствие холостых ходов и любых других потерь времени. Этому условию наиболее отвечают непрерывнопоточные машины, у которых нет холостых ходов.

Помимо цикловых потерь времени $t_x + t_b$, за определенный промежуток возникнут внецикловые затраты времени $\sum t_{\text{вц}}$ на смену инструмента, наладку, профилактические работы, ремонт и т. д. Если эти потери времени $\sum t_{\text{вц}}$ учтены при проектировании машины, получим расчетную производительность P_p .

Помимо всегда имеющих место внецикловых потерь, в эксплуатации машин неизбежны и организационные потери времени $\sum t_{\text{орг}}$ на простои из-за отсутствия электроэнергии, сырья или рабочих и т. д., а также из-за

некондиционного сырья или по другим причинам. С учетом этих потерь получают фактическую производительность P_{ϕ} , под которой следует понимать реальное количество доброкачественной продукции, которое машина выдает в среднем за единицу времени в условиях ее эксплуатации в течение смены или другого периода, включающего внецикловые потери и простой.

§ 1.1. ПОТОЧНЫЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ПИЩЕВЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Современное промышленное производство основывается на трех основных принципах:

- применение поточных методов производства;
- использование прогрессивной технологии;
- комплексная механизация и автоматизация производственных процессов.

Основные признаки поточного производства:

- непрерывное и ритмичное перемещение объекта переработки;
- разделение труда, при котором каждый рабочий или каждая машина выполняют лишь определенную часть общего технологического процесса;
- одновременное выполнение различных технологических операций на всех машинах и рабочих местах;
- синхронность выполнения операций в потоке-уравнивание длительности отдельных технологических операций до величины, равной или кратной ритму или рабочему циклу.

Для интенсификации поточного производства необходимо предусматривать наиболее короткий путь перемещения объектов переработки между соседними рабочими местами. Одним из главных результатов применения поточности в производстве является экономия затрат времени на обработку объекта производства.

Под поточной линией следует понимать систему машин или рабочих мест, расположенных в порядке последовательности технологических операций по обработке объектов производства, которые выполняются одновременно в определенном заданном ритме.

Для классификации поточных линий пищевой промышленности можно использовать следующие признаки.

ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ

Функциональное назначение. Для приготовления полуфабрикатов, формования изделий, выполнения финишных операций, комплексные

Зависимость от номенклатуры

Однопредметные, многопредметные, вырабатываемых изделий универсальные

Ритм работы Прерывно-поточные, непрерывно-поточные

Вид связи между машинами

С жесткой связью, с гибкой связью, с полугибкой связью

Степень механизации и Немеханизированные, полумеханизированные, механизированные, автоматизированные, автоматические

Структура потока Однопоточные, многопоточные:

а) со сходящимися потоками;

б) с расходящимися потоками;

в) с параллельными потоками;

г) смешанные

Компоновка

Сквозные горизонтальные

а) однолинейные, Г-образные, П-образные, роторные;

б) многолинейные сквозные вертикальные, замкнутые горизонтальные, замкнутые вертикальные, смешанные

Компоновка поточной линии заданной производительности должна основываться на решении ряда принципиальных вопросов: выборе оптимального варианта технологического процесса и разделении линии на участки,

определении количества потоков и подборе машин, выборе транспортных и перегружающих устройств и т. д. Все эти задачи должны быть решены так, чтобы при соблюдении всех требований к качеству продукции издержки производства были наименьшими.

Технологические процессы пищевых производств отличаются многообразием, что вызывает большие трудности комплексной механизации и автоматизации. Выбранный технологический процесс должен обеспечить возможность механизации основных и вспомогательных технологических операций наиболее простейшими способами, синхронизации операций на отдельных участках и удобство транспортирования полуфабрикатов.

Выбор оптимального варианта технологического процесса сложный этап создания поточных линий. Общие методы оптимизации технологического процесса в поточном производстве пищевой промышленности еще полностью не разработаны, поэтому пока ограничимся лишь некоторыми общими соображениями.

Поточные линии должны создаваться на основе заранее отработанных технологических процессов для каждого этапа производства.

В первую очередь следует проводить механизацию и автоматизацию производств и участков для изготовления массовых видов изделий с наиболее трудоемкими операциями. С точки зрения экономической целесообразности необходимо механизировать и автоматизировать, прежде всего, изготовление той продукции и полуфабрикатов, в себестоимости которых заработная плата основных производственных рабочих имеет наибольший удельный вес.

В большинстве случаев рациональное решение вопросов требует не только оснащения линии механизмами и приборами, но и такой подготовки самого объекта автоматизации, которая удовлетворяла бы требованиям механизации и автоматизации. Форма, размеры и другие параметры изделия требуют внимательного исследования в целях упрощения его изготовления (без ухудшения качества)

и приведения этих параметров в соответствие с требованиями современной техники и условий автоматизации.

Для удобства механизации принятые ранее параметры изделий иногда приходится менять. Так, при механизации производства леденцовой карамели и переходе на другое агрегатное состояние цилиндрическая форма карамели была изменена на прямоугольную.

При изготовлении изделий вручную на немеханизированных линиях различию форм и отклонениям в размерах раньше особого значения не придавалось. При создании механизированных и автоматизированных поточных линий унификация и стандартизация изделий и полуфабрикатов, а также ограничение отклонений в размерах или других параметров приобретают первостепенное значение. Нельзя, например, представить себе четкую работу заверточного автомата, если изделия будут иметь значительные отклонения от номинальных размеров. Поэтому при проектировании линии следует, прежде всего, определить основные типоразмеры изделий, их физико-химические параметры и допускаемые отклонения всех параметров.

При создании поточной линии необходимо предусматривать применение рациональных по интенсивности технологических режимов. Это позволит, с одной стороны, сократить размеры технологических камер и линий в целом, а с другой-повысить скорость обработки полуфабриката и увеличить съем продукции. Однако следует заметить, что излишнее форсирование режимов может привести к обратному результату. Например, применение повышенных скоростей вызывает быстрый износ рабочих органов и частые простои линии, а также ухудшение качества изделий, так как выбранный режим не будет соответствовать физико-химическим свойствам обрабатываемого материала, в частности его реологическим свойствам.

Увеличение скорости позволяет, с одной стороны, уменьшить период обработки изделий, но, с другой стороны,

вызывает увеличение расходов на амортизацию, содержание и обновление инструмента и рабочих органов. Поэтому для каждого конкретного случая необходимо найти оптимальную величину скорости обработки, при которой сумма расходов, отнесенная к единице готовой продукции, была бы минимальной.

Технологический процесс изготовления пищевых продуктов разделяется на ряд операций, которые выполняются в определенной последовательности и в определенном сочетании. Различают два типа таких процессов: основанные на дифференциации и основанные на концентрации операций.

Под дифференциацией следует понимать деление процесса на составляющие операции и последовательное выполнение их на одной или нескольких машинах, под концентрацией-одновременное выполнение большого числа составляющих операций многими рабочими органами на одной машине.

Расчленение технологического процесса на элементарные операции и использование для каждой из них отдельных машин позволяют достаточно быстро создавать и осваивать такие специализированные машины. Однако при подобных методах, как правило, требуются значительно большие производственные площади, увеличивается число обслуживающего персонала и повышается общая трудоемкость.

Концентрация операций достигается применением комплексных рабочих органов, увеличением числа одновременно работающих органов на одной позиции, увеличением числа рабочих позиций в одном агрегате и позволяет в значительной мере повысить производительность машины и съём продукции с единицы площади. Следует, однако, заметить, что чрезмерная концентрация рабочих органов на одной позиции может ухудшить условия обслуживания, особенно санитарную обработку машины. Кроме того, концентрация операций на одной машине, как правило, существенно усложняет конструкцию и удлиняет срок создания машины.

Для выбора и проектирования оборудования поточных линий определяют не только типоразмеры предлагаемых к выпуску изделий, но и степень специализации или универсальности линий, от которой в значительной мере будет зависеть конструкция машин. На предприятиях небольшой мощности, по-видимому, целесообразна установка универсальных переналаживаемых линий. На крупных предприятиях, напротив, желательно устанавливать специализированные линии, каждая из которых будет выпускать изделия нескольких определенных типоразмеров.

Технологический процесс для поточных линий следует предусматривать таким, чтобы в линии было наименее возможное число рабочих позиций и машин. Это позволит разместить линию на наименьшей площади и сократить затраты на оборудование, так как один сложный агрегат часто стоит меньше, чем несколько более простых.

Возможны три основных способа создания поточных линий:

- из новых специализированных машин, осуществляющих заранее отработанные технологические процессы;
- из действующего, соответствующим образом модернизированного технологического оборудования;
- из отдельных типовых элементов (станин, стоек, отливочных механизмов, сборников, штампующих механизмов и т. д.).

На практике применяются смешанные варианты, когда линии создаются, например, из действующих машин, но на некоторых операциях применяется вновь созданное специальное оборудование.

Отрицательной стороной специального оборудования, спроектированного для изделий определенных типоразмеров, является невозможность его использования без конструктивной переработки для аналогичных изделий других типоразмеров, а также невозможность переналадки линий на изготовление других изделий. Желательно по возможности использовать существующие проверенные

типы оборудования, подвергая его при необходимости модернизации.

Среди действующего парка машин имеется большое количество таких, которые могут обеспечить возможность компоновки поточных линий при условии повышения степени их автоматизации и присоединения к ним специальных питающих и транспортирующих устройств (например, заверточные и фасовочные полуавтоматы).

Полуфабрикаты и изделия пищевой промышленности имеют ряд специфических свойств (липкость, текучесть, сыпучесть, непрочность поверхностных слоев и т. д.), которые следует учитывать при выборе транспортирующих устройств. Необходимо обеспечить удобство перемещения, наименьшую возможность относительного движения (скольжения) изделий по рабочим поверхностям транспортирующих устройств и наименьшее число перемен положений и перевалок. Как структура технологического процесса, так и свойства и форма полуфабрикатов вынуждают иногда использовать для их транспортировки специальные приспособления в виде форм, лотков, противней и т. д., которые обычно имеют гладкую нижнюю поверхность. Применение таких приспособлений оказывает значительное влияние на компоновку линий, так как появляются дополнительные конвейеры для возвращения освободившихся спутников к исходным позициям линии.

При проектировании поточных линий должно быть уделено серьезное внимание соблюдению условий безаварийной работы, удобству обслуживания и технике безопасности. Выполнение этих требований может также сказаться на компоновке линии.

Для синхронизации работы машин поточной линии длительность отдельных технологических операций должна быть одинаковой или кратная, а производительность машин должна быть выровнена.

Если машины, входящие в линию, имеют примерно одинаковую производительность, можно применять сквозную однопоточную компоновку с транспортирующими

устройствами, передающими полуфабрикат от одной машины к другой.

Если машины по производительности существенно различаются, следует создавать многопоточные линии с параллельной работой однотипных малопроизводительных машин в сходящихся или расходящихся потоках. Это требует применения специальных перегружающих и распределительных устройств и особой компоновки оборудования. В этом случае возникнут независимые участки поточных линий, каждый из которых должен иметь систему управления, связанную с другими участками, а также независимые системы автоматической транспортировки изделий и их ориентации.

Помимо технологических факторов и производительности машин, на компоновку линии часто влияет конфигурация цеха или здания, в котором размещаются линии. Возможные повороты потока также вызывают необходимость введения дополнительных перегружающих устройств и деления линии на отдельные участки.

Деление линии на участки усложняет и удорожает ее, так как вызывает необходимость установки дополнительных перегружающих устройств, увеличение числа приводов конвейеров, электроаппаратуры и т. д. Однако многие технологические и строительные причины делают такое деление неизбежным.

Возможны отдельные случаи, когда деление поточных линий на участки целесообразно, хотя это и сопряжено с усложнением и не является конструктивной необходимостью. Так, при жесткой связи между машинами простой любой из машин вызовет остановку всей линии. Чем больше машин входит в линию, тем больше потерь производительности линии будет из-за простоев машин. Поэтому при большом числе взаимосвязанных машин иногда целесообразно создавать линию с нежесткой связью между машинами, разделив эту линию на независимые участки, и предусмотреть их работу в виде единого автоматизированного потока. Поместив между участками бункерные

устройства или накопители с запасом полуфабрикатов или изделий, можно частично компенсировать простои каких-то участков. Однако эффективность такого разделения линии на участки уменьшается вследствие усложнения ее механизмов а, следовательно, удорожания. Поэтому деление линий на большое количество участков не всегда целесообразно.

При делении линии на участки следует иметь в виду, что линии с жесткой связью, хотя и имеют наименьшую стоимость и конструктивную простоту, менее надежны, ибо остановка одной машины вызывает простой всей линии. Линии с гибкой связью, напротив, более сложны и дороги, но более надежны. Поэтому целесообразно создавать линии не с максимальной, а с оптимальной надежностью. В них бункера-накопители устанавливаются не перед каждой машиной, а перед группами машин, имеющих жесткие связи.

Как упоминалось выше, в местах деления поточной линии на участки располагаются промежуточные емкости с полуфабрикатами для питания последующих участков линии при остановке предыдущих. Накопление запасов полуфабрикатов происходит в бункерах-накопителях, которые должны принимать полуфабрикаты от предыдущего участка линии и передавать их последующему (при нормальной работе), либо принимать полуфабрикаты от предыдущего участка и накапливать их (при простое последующего участка) или питать последующий участок за счет своих накоплений (при остановке предыдущего участка).

Бункер в поточных линиях не является простым вместительным полуфабриката или заготовок. Как вместительный бункер не всегда может обеспечивать компенсацию простоев поточной линии. Под бункерными накопительными устройствами поточных линий следует понимать устройства для приема, хранения и выдачи полуфабриката.

Промежуточные бункера-накопители автоматических линий можно разделить на транзитные и складские. В транзитных бункерах для выдачи очередной порции или единицы полуфабриката необходимо перемещать весь имеющийся запас. В складских бункерах при нормальной

работе соседних участков линии поток питания последующего участка идет в обход запаса, и бункер включается в работу лишь при отказе предыдущего или последующего участка.

В поточных линиях пищевой промышленности в основном применяют бункерные устройства транзитного типа.

Для сыпучих изделий в качестве бункеров-накопителей используют загрузочные бункера технологического оборудования и частично распределительные транспортирующие устройства. Используются также и различные емкости, например бункера автоматических весов.

Для различного рода жидких и вязких полуфабрикатов в качестве бункеров-накопителей обычно используют загрузочные воронки технологических машин, цилиндрические темперирующие машины и другие емкости. Для высоковязких масс частично могут быть использованы рабочие пространства технологических машин.

При большом числе взаимосвязанных машин линию желательно делить на участки с промежуточными накопителями так, чтобы длительность простоев, а, следовательно, и потоки производительности на этих участках были одинаковыми. Количество, частота и причины простоев могут быть различными. Они зависят от конструктивного совершенства машин, степени надежности и их технического состояния, уровня организации производства и ряда других случайных причин.

Для поточных линий машиностроения разработана методика численной оценки трудоемкости настройки участков автоматических линий и с помощью методов теории вероятности сделан расчет величин промежуточных заделов и вместимости бункеров-накопителей. Однако в пищевой промышленности пока еще нет необходимых статистических данных, которые позволили бы оценить законы распределения вероятностей простоев и точно рассчитать число участков линий, места расположения и вместимость бункеров-накопителей, а также действительную производительность поточных линий.

Кроме того, применять метод деления линии на участки по принципу одинаковых потерь времени на наладку отдельных участков в пищевых производствах не всегда представляется возможным, так как физико-химические свойства полуфабрикатов и готовых изделий на отдельных стадиях производства иногда не позволяют накапливать их в бункерах, магазинах и других видах накопителей.

При делении линии на отдельные участки ритм работы выбирается для всех участков линии одинаковый. Однако фактическая производительность отдельных участков может быть разной, так как она зависит не только от выбранного ритма, но и от потерь времени на простои. Для участков, расположенных в начале линии, необходимо обеспечить большую надежность. В противном случае может оказаться, что производительность последующего участка будет выше, чем предыдущего, и промежуточный запас изделий может истощиться.

В реальных условиях этого не бывает, поэтому необходимо определить оптимальную вместимость бункера-накопителя, способного в максимально возможной степени компенсировать потери в результате простоев машин участков линии.

§ 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ

После знакомства с примерами оборудования ряда пищевых производств можно наметить общие группы, в которые будет входить оборудование из разных производств, объединенное по общности функций, выполняемых в процессе переработки сырья или полуфабрикатов.

Функциональный подход к классификации оборудования следует несколько изменить, и, помня путь решения инженерной задачи-от исходного сырья путем переработки к готовой продукции, можно наметить такие укрупненные группы: подготовка к основным операциям; основная технологическая переработка; окончательная доработка, оформление. Первая и третья из этих групп в

известном смысле вспомогательные, далее можно особенно и не дробить. В главной группе-технологическом перерабатывающем оборудовании-можно ввести еще ряд подгрупп, взяв за основу тот или иной признак. Чтобы наметить подгруппы основной группы перерабатывающего оборудования, напомним, что в тех или иных конкретных единицах оборудования происходит воздействие рабочих органов машины на перерабатываемый продукт и при этом порой определяющим является механическое воздействие. В другой части оборудования важным фактором при воздействии на перерабатываемый продукт является температура. Наконец, можно выделить большую группу оборудования, где в перерабатываемом сырье происходят биохимические или другие процессы. Оборудование в данном случае чаще выполняет роль резервуара, который позволяет поддерживать определенные условия, в которых наилучшим образом будут идти эти внутренние процессы.

Оборудование для подготовки сырья, полуфабрикатов и механизмов к основным технологическим операциям:

1) оборудование для мойки, очистки пищевого сырья от наружного покрова, сортировки и очистки от примесей. Устройства для очистки сырья от ферропримесей;

2) оборудование для стерилизации питательных сред, мойки бутылок и банок, бочек и фляг. Устройства для санитарной обработки технологического оборудования: мойки резервуаров, лотков, кювет и т. п.;

3) оборудование для хранения и транспортирования сырья.

Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов разделением:

1) оборудование для разделения растительного и животного сырья и полуфабрикатов путем резания: машины для резания и измельчения сырья; машины для нарезания пластов; машины для отрезания от пластов и жгутов полуфабриката заготовок определенных размеров и формы; мясо-, птице-, рыбразделочные и другие машины;

2) оборудование для разделения путем дробления и измельчения сырья и полуфабрикатов (дробилки, мельницы и т. п.);

3) оборудование для разделения неоднородных систем путем выделения из жидких гетерогенных систем взвешенных твердых и коллоидных частиц (отстойники, фильтры и фильтрующие устройства, центрифуги, сепараторы, гидроциклоны);

4) оборудование для разделения путем отделения жидкой фракции.

Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов соединением:

1) оборудование для соединения компонентов перемешиванием с целью получения тестообразных полуфабрикатов;

2) оборудование для соединения компонентов перемешиванием с целью получения жидких полуфабрикатов (эмульсий, пен, суспензий и т. п.);

3) оборудование для соединения компонентов перемешиванием с целью получения сыпучих полуфабрикатов.

Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием:

1) оборудование для формования путем штампования (прессования) с целью придания полуфабрикату определенной формы, изменения его плотности;

2) оборудование для формования путем экструзии через -формующие отверстия матрицы различными нагнетателями (шнековым, валковым, поршневым, шестеренным и др.);

3) оборудование для формования путем округления, раскатки, вытяжки и др.

Технологическое оборудование для проведения тепло- и массообменных процессов:

1) оборудование для проведения тепловых процессов-нагрева, охлаждения, конденсации, выпаривания при переработке сырья и полуфабрикатов (теплообменники,

подогреватели, охладители, выпарные установки, конденсаторы, электротепловое оборудование, использующее тепловое действие токов промышленной частоты в обмотках нагревательных устройств,— термостаты, электронагреватели и т. п.);

2) оборудование для проведения массообменных процессов при переработке сырья и полуфабрикатов (экстракционные аппараты для проведения сорбционных процессов; аппараты для перегонки и ректификации);

3) оборудование для сушки сырья и полуфабрикатов (конвективные сушилки-тоннельные, ленточные, шахтные, барабанные, распылительные, с кипящим и фонтанирующим слоем; атмосферные контактные сушилки; ВЧ- и СВЧ-сушилки; вакуумные сушильные агрегаты и сублимационные установки; СВЧ-установки резонаторного и волнового типов, ИК-сушилки);

4) оборудование для выпечки и обжарки продуктов (печи в хлебопекарной и кондитерской промышленности; обжарочные печи; обжарочные аппараты для бобов, кофе, подсолнуха и т. п., жаровни в масло-жировой промышленности, аппараты для вытопки жира в мясной промышленности; ошпариватели и бланширователи в консервной промышленности и др.);

5) оборудование для охлаждения и замораживания пищевых продуктов и полуфабрикатов;

6) оборудование для тепловой обработки фасованных (упакованных) пищевых продуктов и для варки продуктов (автоклавы, стерилизаторы, варочные котлы, варочные вакуум-аппараты и т. п.).

Технологическое оборудование для проведения микробиологических процессов:

1) оборудование для проведения физиологических процессов (солодоращение);

2) оборудование для получения биомассы (производство дрожжей, то же в спиртовом, винодельческом, пивоваренном и хлебопекарном производствах);

3) оборудование для получения вторичных метаболитов (производство спирта, вина, пива, кваса).

Технологическое оборудование для электрофизической обработки сырья и полуфабрикатов:

1) оборудование для пастеризации и стерилизации пищевых сред и продуктов (электроконтактные стерилизаторы, ВЧ-, СВЧ- и ИК-стерилизаторы и пастеризаторы; радиационные стерилизаторы) ;

2) оборудование для обработки с помощью сепараторов и ионизаторов (электростатические и высокочастотные ионизаторы, электростатические и магнитные сепараторы, электродинамические генераторы для электронно-ионной обработки пищевых сред);

3) электроконтактное оборудование, использующее тепловое действие постоянных и переменных токов в обрабатываемой среде (высокочастотные установки, использующие тепловое действие электромагнитных полей ВЧ-диапазона; СВЧ-установки, использующие тепловое действие электромагнитных полей СВЧ-диапазона; ИК-установки, использующие тепловое действие электромагнитных полей ПК-диапазона);

4) оборудование для магнитной обработки жидких сред в различных пищевых производствах;

5) оборудование для ультразвуковой обработки сырья, полуфабрикатов, тары.

Оборудование для механизации финишных операций:

1) оборудование для наполнения крупногабаритной тары (бидонов, ящиков, цистерн и т. п.) жидкими, сыпучими, пасто-и кускообразными продуктами;

2) упаковочные машины, в которых процесс упаковки совмещен с процессом изготовления потребительской тары;

3) упаковочные машины, упаковывающие продукты в готовую потребительскую тару, изготавливаемую непосредственно на упаковочных машинах;

4) упаковочные машины, упаковывающие продукты в готовую потребительскую тару, изготавливаемую вне упаковочных машин;

5) механизмы и устройства для подачи в упаковочные машины упаковочного материала, для изготовления и подачи тары;

6) механизмы для дозирования продуктов (дозаторы для жидких, сыпучих, пастообразных и штучных продуктов, механизмы для ориентирования кустообразных продуктов и питания ими дозаторов, другие специальные дозаторы);

7) механизмы для заделки наполненной тары, механизмы для нанесения на тару информационных данных;

8) специальные исполнительные механизмы упаковочных машин; аналитические методы расчета и выбор оптимальных вариантов с применением вычислительной техники; механизмы с прерывистым движением ведомого звена; силовые гидро- и пневмоцилиндры с поступательным и вращательным движением ведомого звена; выбор законов периодического движения ведомых звеньев исполнительных механизмов;

9) различные вспомогательные механизмы и устройства упаковочных машин: механизмы для загрузки питателей дозаторов продуктами; устройства для контроля уровня жидких, пастообразных и сыпучих продуктов; устройства для контроля массы упаковываемых продуктов; другие вспомогательные механизмы и устройства.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Получение искусственного пищевого продукта из сырья.
2. Теория адекватного питания.
3. Проблемы механизации производства продуктов питания.
4. Выбор машин и аппаратов для производства продуктов питания.
5. Машины и аппараты. Основные понятия.
6. Структура и классификация основных видов оборудования.
7. Примерная структура технологической автоматической машины.
8. Производительность технологических машин.
9. Технологическая производительность.

10. Классификация поточных линий пищевой промышленности.
11. Выбор технологического процесса.
12. Выбор технологического оборудования поточных линий.
13. Оборудование для подготовки сырья, полуфабрикатов и механизмов к основным технологическим операциям.
14. Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов разделением.
15. Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов соединением.
16. Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием.
17. Технологическое оборудование для проведения тепло- и массообменных процессов.
18. Технологическое оборудование для проведения микробиологических процессов.
19. Технологическое оборудование для электрофизической обработки сырья и полуфабрикатов.
20. Оборудование для механизации финишных операций.

ГЛАВА 2

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ, ПОЛУФАБРИКАТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЕРАЦИЯМ

§ 2.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОЙКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В зависимости от назначения технологическое оборудование для выполнения подготовительных операций может быть классифицировано по функционально-операционному признаку:

- для мойки сырья;
- для сортировки сырья;
- для очистки сырья от наружного покрова;
- для стерилизации питательных сред;
- для мойки тары;
- для подготовки технологического оборудования.

Мойка является одной из основных операций, определяющих качество готового продукта и длительность его хранения. Особое внимание должно быть обращено на качество мойки сырья, непосредственно соприкасающегося с почвой.

Выбор способа ведения процесса зависит от физико-механических характеристик растительного сырья. Так, для мойки помидоров, персиков, вишен и т. п. применяется мягкий режим (без предварительного отмокания), для мойки картофеля, свеклы, моркови и т. п. используется жесткий режим (с предварительным отмоканием).

Теоретические предпосылки процесса отделения посторонних примесей. Поступающее на перерабатывающие предприятия сырье представляет собой неоднородную смесь, состоящую из собственно сырья с налипшими на его поверхность загрязнениями, а также легких и тяжелых примесей. Разделить смесь на эти три составляющие-главная задача процесса. Использование в качестве

движущей силы разности плотностей позволяет расположить эти составляющие на разных уровнях в разделяющей жидкой среде при плотности среды, приближающейся к плотности сырья.

Оборудование для очистки корнеклубнеплодов от посторонних примесей. Первоначально отделение и удаление легких и тяжелых примесей происходит во время перемещения сырья по гидротранспортеру. Для этого гидротранспортеры оборудуют соломо- и пескокамнеловушками.

Оборудование для предварительного удаления легких примесей. Типовым оборудованием для удаления легких примесей являются грабельно-цепные соломоловушки непрерывного действия. Рабочие органы соломоловушки (рис. 2.1) представляют собой наборные грабли, составленные, из 9—12 пластин *W* фигурной формы с зубьями. Грабли, перемещаясь навстречу движению смеси в гидротранспортере, захватывают легкие примеси и поднимают их вверх. В верхнем положении они опрокидываются на ролик 2 с резиновыми амортизаторами, при этом легкие примеси стряхиваются с пластин в приемник 1.

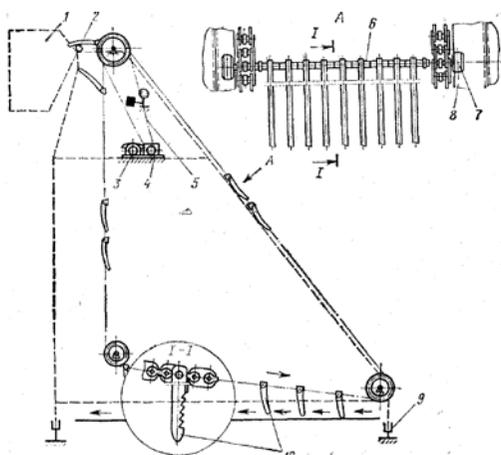


Рис. 2.1. Схема грабельно-цепной соломоловушки

Несущим органом, перемещающим грабли, является двухцепной транспортирующий контур в форме треугольника или прямоугольника, приводимый в движение от электродвигателя 3 через редуктор 4 и цепную передачу 5. Приводные звездочки располагаются в верхней части контура. Пластины шарнирноустановлены на осях 6, равномерно распределенных между двумя ветвями контура. Для крепления осей цепи имеют специальные кронштейны. На концах осей имеются ролики 7 для перемещения по направляющим 8.

Эффективность работы соломолушки зависит от высоты погружения грабель в поток воды. Для регулирования высоты погружения в конструкции каркаса предусмотрены винты 9. Удаление примесей происходит при опрокидывании грабель в верхней зоне контура. Резиновые амортизаторы предназначены для уменьшения ударных нагрузок на конструкцию. Приемник может быть оборудован вибратором для удаления примесей.

Для повышения эффективности работы соломолушек необходимо также снизить скорость потока до 0,2—0,3 м/с и колебания уровня смеси. Для этого желоб гидротранспортера в месте установки соломолушек должен быть расширен не менее чем на 100мм, а для подъема легких примесей перед соломолушкой следует предусмотреть установку ботвоподъемника, через перфорированное днище которого подаются вода или сжатый воздух.

Оборудование для предварительного удаления тяжелых примесей. Для предварительного улавливания тяжелых примесей при перемещении сырья по гидротранспортеру устанавливают пескокаменловушки, различающиеся как принципом действия (цилиндрические с перемешивающими устройствами, ротационные, элеваторные, вибрационные), так и конструкцией (ковшовые, карманные).

При этом какой бы ни была ловушка, для эффективной работы необходимо, чтобы тяжелые примеси оседали на дно гидротранспортера и перемещались по дну. Минимальная

скорость потока смеси, при которой начинается движение тяжелых примесей по дну гидротранспортера, определяется зависимостью

$$v \geq u \sqrt{\phi \cos \beta - \sin \beta}, \quad (2-1)$$

где, ϕ — коэффициент трения примесей о дно;

β - угол наклона гидротранспортера.

Типовым оборудованием для улавливания тяжелых примесей является ротационная ковшовая камнеловушка (рис. 2.2).

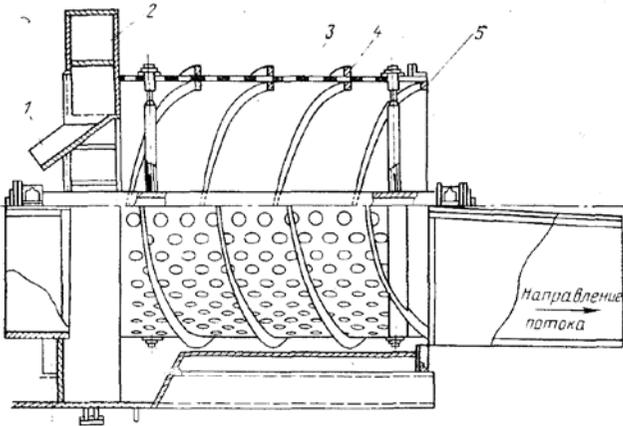


Рис. 2.2. Схема ротационной камнеловушки

Тяжелые примеси не являются однородными, поэтому задача их удаления решается в две стадии: первая-разделение тяжелых примесей на фракции, вторая-удаление их.

В ротационных ковшовых камнеловушках непрерывного действия разделение тяжелых примесей на фракции осуществляется по ходу перемещения смеси, а их удаление-в направлении, противоположном течению смеси в гидротранспортере. Главным разделяющим рабочим

органом является перфорированный цилиндрический барабан 3, на внешнюю и внутреннюю поверхности которого приварены шнеки. Проходя через барабан, мелкие частички примесей, оседая, просеиваются через перфорированную поверхность и собираются на дне корпуса; при вращении барабана внешними витками 4 шнека транспортируются в кольцевой приемник 2. Примеси, размеры которых превышают отверстия в перфорированном барабане, транспортируются внутренним шнеком 5 в приемник. Сочетание, перфорированного барабана с внешней и внутренней винтовыми поверхностями позволяет одновременно осуществлять обе стадии процесса.

Цилиндрический приемник имеет два ковша в виде полуколец, которые внешним отверстием сообщаются со сборником приемника, а внутренним - с полостью барабана. Приемник прикреплен к барабану и вращается вместе с ним. Ковши попеременно захватывают песок с дна сборника, а из полости барабана к внутреннему отверстию ковша направляются камни. При этом напор воды, устремляющийся из ковша, пропускает более тяжелые камни и препятствует попаданию в ковши корнеклубнеплодов. Задержанные примеси в верхнем положении ковша падают в отводной лоток 1. Самые крупные примеси не доходят до барабана, в результате значительного снижения скорости течения смеси в кольцевом приемнике из-за расширения потока они оседают в приемнике и ковшами вместе с песком передаются в отводной лоток.

Ротационные ковшовые камнеловушки обеспечивают высокую степень отделения крупных примесей, особенно при последовательной установке сразу двух таких установок. Переход от камнеловушки к гидротранспортеру осуществляется специальным раструбом с плоскими стенками.

Моечные машины с жестким режимом ведения процесса.

В зависимости от характера силового воздействия подразделяются на машины с подвижными рабочими органами и вибрационные.

На предприятиях пищевой промышленности наиболее распространены моечные с подвижными рабочими органами машины, получившие название кулачковых.

Кулачковые моечные машины. Для отмыwania прилипших загрязнений сырье необходимо перемешивать в скученном состоянии. Режим трения при этом интенсифицируется, и загрязнения отделяются. С другой стороны, для улавливания тяжелых примесей необходимо, чтобы сырье свободно перемещалось в воде, тогда тяжелые примеси могут оседать. Для удаления легких примесей зеркало воды должно быть спокойным. Только в таком случае примеси всплывают и могут быть удалены.

Наибольшее распространение из машин старой конструкции получили кулачковые моечные машины системы Добровольского. Они имеют одно моечное отделение. Перемещение и перемешивание сырья осуществляются стальными кулаками, насаженными по винтовой линии на вал. Чтобы предотвратить взмучивание поверхности воды, на расстоянии 1 м от передней торцевой стенки установлена перегородка. Уровень воды в моещей части на 350—400 мм выше кулаков, что также способствует образованию спокойного зеркала и удалению легких примесей. Дно моещего отделения двойное: сетчатое и сплошное. Песок и земля проходят через сетчатое дно и попадают в песколоушки, из которых они периодически удаляются вместе с водой при открывании клапана, снабженного противовесом. Камни и другие примеси, которые не прошли через сетку, попадают в камнеловушки, закрепленные в сетчатом днище. Чтобы свекла не попадала в камнеловушки, снизу подается вода из водобоя и препятствует оседанию более легкой свеклы, но не мешает оседанию более тяжелых примесей. Клапаны камнеловушек открывают при закрытых секторах, перекрывающих люки.

Камнеловушки установлены также в выбрасывающем отделении, куда попадает вымытая свекла через отверстие под кулачковым валом, ополаскивается и ковшами перебрасывается в водоотделитель.

Неудовлетворительное качество мойки корнеплодов, ручное управление ловушками, общий привод кулачкового и ковшового валов, что приводит при повторном включении к перегрузке электродвигателя, -недостатки моечных машин системы Добровольского-частично устранены в типовой свекломойке КМЗ-57М (рис. 2.3). Так, для снижения степени повреждения сырья в процессе мойки металлические кулаки заменены деревянными 3, управление клапанами песколовушек 11, клапанами 16 и секторами 15 камнеловушек 9 осуществляется посредством гидроцилиндров 10, 14. Размер отверстия 13 в перегородке 5, отделяющей моеющее отделение 4 от выбрасывающего 8, регулируется шибером, управляемым через лебедку 12. На кулачковом валу 2 в головной части установлен шнек 1, который распределяет поступающее на обработку сырье, что способствует всплыванию легких примесей. Ковшовый вал 6 имеет индивидуальный привод от трехскоростного электродвигателя 7, что позволяет регулировать отбор вымытого сырья в зависимости от работы последующего оборудования.

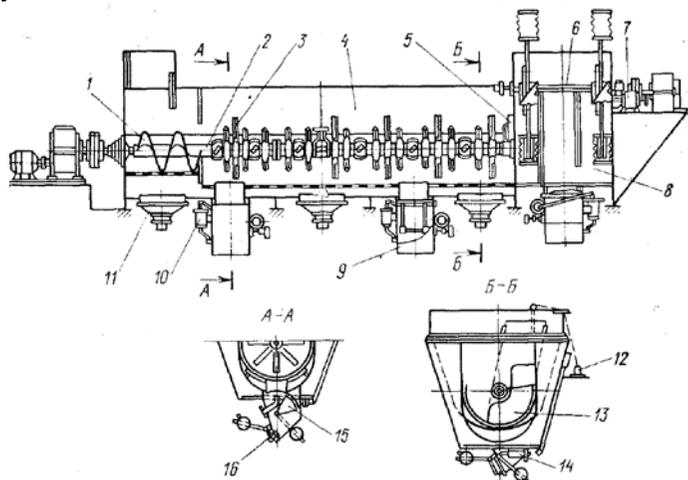


Рис. 2.3. Схема свекломойки КМЗ-57М.

Однако во всех моечных машинах с однокамерным моечным отделением уровень воды высок, что не позволяет обеспечить требуемую степень удаления прилипших к

поверхности загрязнений, так как при этом создаются условия для интенсивного трения.

Более высокое качество обработки, увеличение степени удаления примесей путем интенсификации взаимного трения корнеплодов достигаются в машинах с многокамерным моечным отделением, где чередуются камеры с низким и высоким уровнями воды. Эти машины получили название комбинированных. Они различаются числом камер (от 2 до 8). В таких производствах, как крахмало-паточное, бродильное, где к качеству мойки предъявляются особенно высокие требования, из кулачковых применяются в основном комбинированные моечные машины (рис. 2.4).

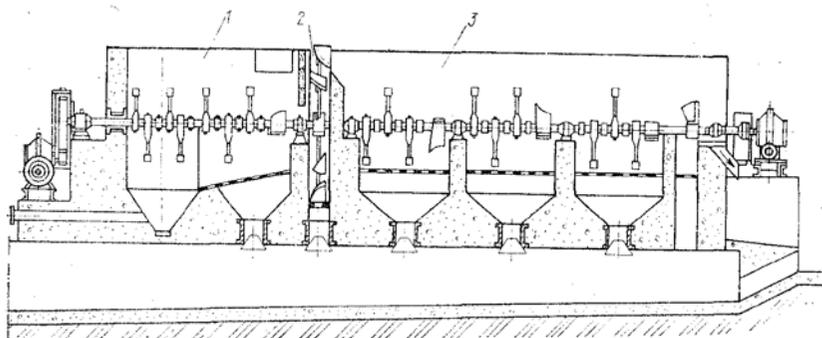


Рис. 2.4. Схема комбинированной кулачковой моечной машины

Их принципиальным отличием является наличие зон с высоким и низким уровнями воды. В зоне 1 с высоким уровнем и спокойным зеркалом легкие примеси всплывают, тяжелые оседают на дно. В зоне 3 с низким уровнем благодаря большой скученности корни и клубни интенсивно трутся, при этом большая часть прилипшей грязи отделяется и удаляется. Наличие разных уровней приводит к необходимости дополнительного сбрасывающего отделения 2, где на валу устанавливают ковши для перебрасывания корней и клубней в камеры с разными уровнями.

В комбинированных моечных машинах с одинаковым верхним уровнем (рис. 2.5), но различными по высоте

днищами 4,5 дополнительное перебрасывающее отделение не нужно сырье передается непосредственно через отверстие в перегородке 2 разделяющей камеры низкого 1 и высокого 3 уровней.

Сама идея, заложенная в основу конструкции кулачковых моечных машин, несовершенна, что служит причиной недостатков выявляемых при эксплуатации: длительная мойка неполное вымывание земли из глазков, дробление сырья, периодический с вымытых клубней из сухой камеры. К тому же установки занимают значительные площади. За последние годы проведены исследования и их результаты положены в основу изменения конструкции отдельных узлов и деталей.

В многокамерных комбинированных моечных машинах многократное перебрасывание из камеры в камеру способствует лучшей очистке сырья от примесей.

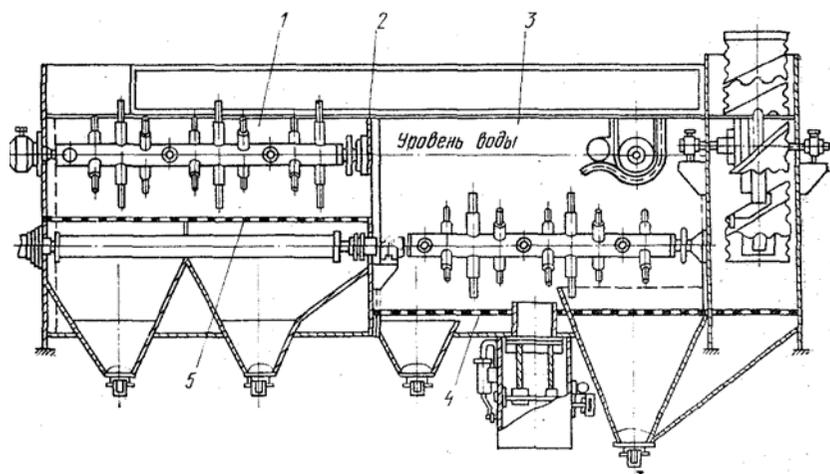


Рис. 2.5. Схема комбинированной кулачковой моечной машины с постоянным уровнем.

Вибрационные моечные машины. В ряде отраслей народного хозяйства широко применяются машины, работа которых основана на принципе вибрации. Он был положен в основу конструкции моечной машины с вибромоечным

барабаном инерционного типа с невращающейся винтовой вставкой (рис. 2.6). В торцовых стенках цилиндрического барабана жестко закреплен стакан вибратора. В стакане на сферических подшипниках 1 размещен вал 2 с дисбалансами 3. Они являются причиной появления при вращении инерционных сил, вызывающих колебания корпуса с частотой равной частоте вращения вала, и амплитудой 1, величина которой зависит от статического момента вращающихся масс вибратора, массы обрабатываемого продукта и жесткости подвески.

Сырье непрерывно поступает через загрузочный бункер 4 барабана. При соответствующей частоте и амплитуде колебаний клубни благодаря вибрации корпуса перемещаются под действием напора вновь поступающего сырья вдоль стакана вибратора от загрузочного бункера к разгрузочному лотку 6, скользя по невращающейся винтовой направляющей вставке. При этом между соприкасающимися поверхностями происходит интенсивное трение. Благодаря соударениям и трению загрязнения отделяются от поверхности клубней, орошаемых водой из расположенного над барабаном душевого устройства 5. Загрязнения непрерывно удаляются через щели планки 7, закрывающей окно нижней части корпуса.

Вибрационные машины хорошо отмывают сырье, удаляя грязь из глазков и впадин благодаря соударениям клубней при интенсивном подбрасывании их. При заданном кинематическом режиме степень отмывания зависит от протяженности винтовой траектории потока промываемых клубней, средней скорости их перемещения в машине и площади сечения потока между смежными винтовыми поверхностями.

Для описания перемещения клубня были использованы основные положения теории вибрационного перемещения, разработанной И. И. Блехманом. В принятой нами схеме перемещения каждый клубень, касающийся нижней точки внутренней поверхности барабана, представляет собой материальную частицу массой m , взаимодействующую с поверхностью барабана и со смежными клубнями.

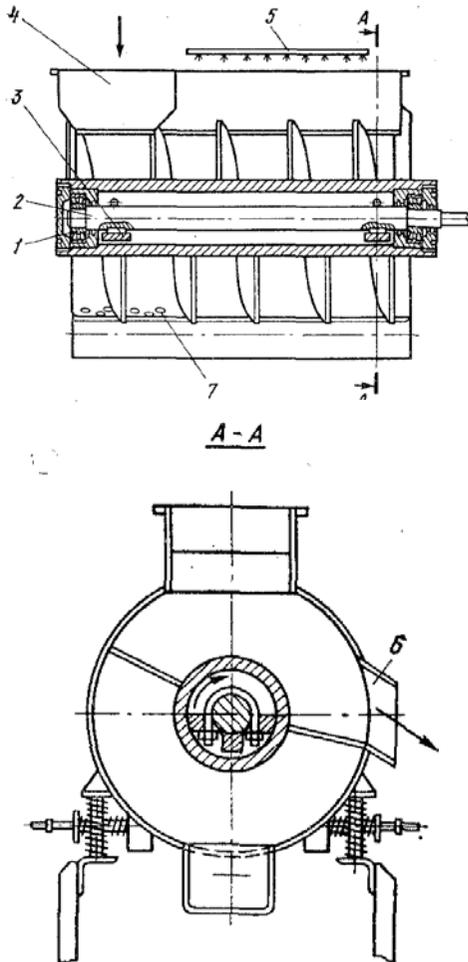


Рис. 2.6. Схема вибрационной моечной машины

Практика эксплуатации показала, что длительность обработки в вибрационных моечных машинах в 5 раз меньше, чем в кулачковых. Выбранные с точки зрения обеспечения требуемой производительности параметры должны быть скорректированы с учетом показателей качества процесса обработки-степени отмывки. Согласно графику высокая степень качества (99,95—99,96%) в

производственных условиях достигается при ($P=1\div 1,25$ т/ч). Необходимо также учитывать, что степень отмывки зависит от начальной степени загрязненности и характера загрязнений. Чтобы достичь высокого качества обработки при повышенной начальной загрязненности, необходимо увеличить продолжительность пребывания клубней в вибробарабане, что приведет к снижению производительности. Для поддержания установленной производительности вибрационной моечной машины при загрузке ее картофелем повышенной загрязненности рекомендуется увеличить амплитуду колебаний вибробарабана.

Проведенный анализ технологического оборудования для мойки растительного сырья приводит к выводу, что повышение качества технологического процесса зависит от количества воды, способа ее обмена, температуры, турбулентного движения, продолжительности обработки сырья.

Расход воды в вибрационных моечных машинах довольно экономичен. Увеличение количества воды сверх $1,5 \text{ м}^3$ на 1 т продукта не дает желаемого эффекта отмывки. Это объясняется тем, что излишнее количество подаваемой воды приводит к уменьшению силы ударов клубней.

К числу нерешенных проблем относится переход ценных веществ картофеля частично в промывные воды. Сухой остаток промывных вод содержит крахмала до 41%, азотистых веществ до 33, сахара до 7%, но высокая стоимость утилизации сильно загрязненных промывных вод в настоящее время делает невыгодной их утилизацию.

Моечные машины с мягким режимом. Мягкий режим обработки растительного сырья предполагает предварительное уменьшение сил сцепления налипших на поверхность загрязнений, что достигается предварительным отмоканием. К машинам, реализующим этот режим, относятся вентиляторные, шнековая и встряхивающая.

§ 2.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ СЫРЬЯ

Очищенное от примесей сырье разделяют на партии, однородные по размеру, форме, цвету, степени зрелости. Выделение партии из общей массы по размеру-калибру называют калиброванием. К настоящему времени калибрование закрепилось за разделением штучной продукции на партии по размеру. Разделение сыпучих продуктов на фракции называют сортировкой. Это предопределило деление оборудования на калибровочные и сортировочные машины. Выбор типа машины зависит от сортируемого сырья и технологической задачи. При этом эффективность работы оборудования определяет эффективность работы последующего оборудования и качество готового продукта.

Различают прямой и косвенный пути ведения процесса. При прямом пути соизмеряют размеры сырья и отверстия. Косвенный способ основан на корреляционной зависимости массы от размеров: $m = Ad^n$. Этот путь применим при калибровке штучных продуктов, где A и n — постоянные для данного вида сырья. Акад. В. П. Горячкин для яблок сорта Антоновка предложил определять массу (в кг) по следующей формуле:

$$m = 3,54 \cdot 10^{-6} d^3, \quad (2-2)$$

где, d — размер яблока, см.

Прямой путь ведения процесса. В машинах прямого пути ведения процесса реализуется идея соизмерения путем перемещения калибруемого продукта вдоль щели переменного сечения. Конструктивные реализации этой идеи весьма разнообразны. Самый простой путь, когда продукт медленно продвигается по наклонному колеблющемуся сити с отверстиями переменного сечения.

Несколько видоизменив это решение, выполнив из сетки переменного сечения цилиндрический барабан и сообщив ему вращательное движение, придем к барабанной калибровочной машине. Ось барабана наклонена к

горизонтали, внутри приварена винтовая направляющая для более равномерного распределения продукта по сетчатому цилиндру. Сетчатый барабан медленно поворачивается с частотой не более 12 об/мин.

Барабанные калибровочные машины применяют для разделения картофеля на четыре размера, для чего барабан делают из трех секций размерами 4x4, 5x5 и 6x6 см. Под барабаном размещают бункера. Очень мелкий картофель выделяется проходом в самом начале барабана через отверстия в сетке 4x4 см, мелкий-через отверстия 5x5, средний-6x6 см, и крупный идет сходом с барабана в последний бункер. Однако для плодов такой путь неприемлем из-за больших повреждений продукта. Другой путь-стационарная щель переменного сечения; продукт перемещается вдоль нее. В машинах, реализующих эту идею, щель создается работающими в паре рабочими органами и зависит от их относительного положения. Различаются эти машины видом калибровочного устройства.

Тросовое калибровочное устройство (рис. 2.7, а) состоит из двух движущихся расходящихся тросов. Продукт выпадает на транспортер при условии $l > d$. Тросовая калибровочная машина имеет шесть пар тросов.

Валиколенточное калибровочное устройство состоит из вращающегося вокруг оси ступенчатого валика и расположенного к нему под углом 35° ленточного транспортера (рис. 2.7, б). Валиколенточные машины получили наибольшее распространение. Они применяются для калибровки шарообразных плодов, таких, как яблоки, сливы, абрикосы, персики, томаты и лук. Благодаря наклону ленты плоды в один ряд скатываются в зазор между валиком и переносятся лентой транспортера вдоль зазора, который расширяется из-за ступенчатости валика. По мере расширения зазора продукт выпадает в один из отсеков, на которые разделен перегородками стол. Число отсеков на единицу больше, чем число ступеней валика. В последний отсек выпадают сходом самые крупные плоды. Длина каждой ступени $L = 5d$. Для равномерной в один ряд подачи

продукта валиколенточная и тросовая калибровочные машины оборудуются вибропитателем.

Шнековое калибрующее устройство состоит из вращающихся в противоположных направлениях двух шнеков, имеющих постоянный шаг и уменьшающийся диаметр (рис. 2.7, в). Щель в форме набора сферических поверхностей возрастающего радиуса обеспечивает ориентирование продукта шаровидной формы. Шнековая калибрующая машина имеет четыре пары калибрующих шнеков, под которыми располагается ленточный транспортер, разделенный перегородками на десять ручьев. Каждый последующий виток шнека выходит на диаметр, меньший на 5 мм предыдущего. В этой машине продукт укладывают вручную.

Ступенчатое калибровочное устройство (рис. 2.7, г) состоит из двух вращающихся в противоположных направлениях валиков. Для обеспечения поступательного движения калибруемого продукта валики можно наклонить на угол до 15°. Комплект, состоящий из пяти пар ступенчатых или шнековых валиков разных размеров, обеспечивает калибровку плодов и овощей, различных по форме и величине, в универсальной калибровочной машине. Увеличением числа устанавливаемых пар рабочих органов достигается большая производительность. Продукт попадает на пять узких ленточных транспортеров, на конце которых установлены сбрасыватели, которыми продукт подается в калибрующую головку с пятью парами вращающихся рабочих органов. В первую очередь выпадают мелкие плоды, занимая первый по движению сборник, самые крупные занимают последний сборник. Из сборников по мере их заполнения откалиброванный продукт транспортером подается на переработку.

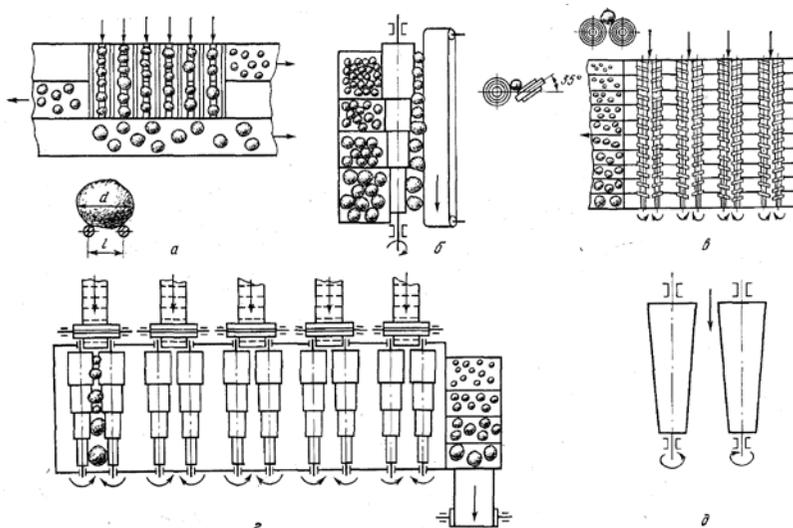


Рис. 2.7. Схемы калибровочных устройств.

Бесступенчатое калибрование позволяет осуществить коническое калибровочное устройство (рис. 2.7, д), состоящее из двух вращающихся навстречу друг другу гладких конических валиков.

Последовательная установка калибровочных устройств позволяет калибровать по двум размерам: не только по толщине, но и по длине, что требуется при калибровке огурцов.

Косвенный путь ведения процесса. Высокую производительность и универсальность обеспечивают весовые калибровочные машины, реализующие косвенный путь разделения сырья на партии. Калибрующее устройство их состоит из приемной чаши и весового механизма. В зависимости от принципа действия весового устройства весовые калибровочные машины подразделяются на два типа. В машинах первого типа (рис. 2.8) чаша б крепится шарнирно к двухцепному транспортирующему контуру 4. Вдоль трассы контура стационарно установлены весовые устройства в виде двуплечего рычага с грузом 2 на одном конце, ножом 1 на другом. При движении опорный палец 3

чаши скользит по направляющей 5. В разрывах направляющей помещены ножи весового устройства. Если момент силы, создаваемый чашей с плодом, превысит момент груза $Gb > Pa$, нож вместе с пальцем опускается, чаша опрокидывается, плод выпадает в приемник.

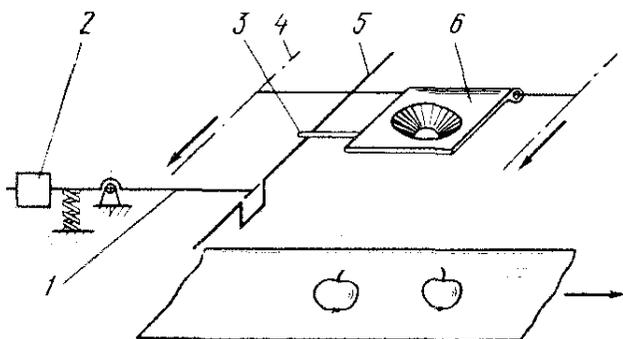


Рис. 2.8. Схема весового калибровочного устройства со стационарными весовыми механизмами

В машинах второго типа весы и чаша объединены в один подвижной узел, выполненный в виде рычага коромысла. Груз неподвижной направляющей перемещается по рычагу, создавая переменный уравнивающий момент, и при достижении соотношения чаша опрокидывается, плод выпадает в лоток. Вдоль неподвижной направляющей установлены лотки для откалиброванного продукта. Угол, под которым располагается направляющая,

определяется из расчета $\alpha = \frac{\arctg \alpha}{L}$, где L зависит от

числа калибров, на которые нужно разделить плоды (рис. 2.9). Разделение зерна на фракции, промежуточных продуктов переработки зерна, крупки какао производится в большинстве случаев на машинах, имеющих в качестве рабочих органов подвижные сита, причем форма и размеры отверстий определяют назначение сита. Иногда сортировка идет вместе с измельчением и отделением посторонних примесей. Так, в дробильно-сортировочно-очистительной

машине крупка какао делится на несколько фракций по размерам и от каждой фракции отделяется какаоветла, для чего и используется набор сит.

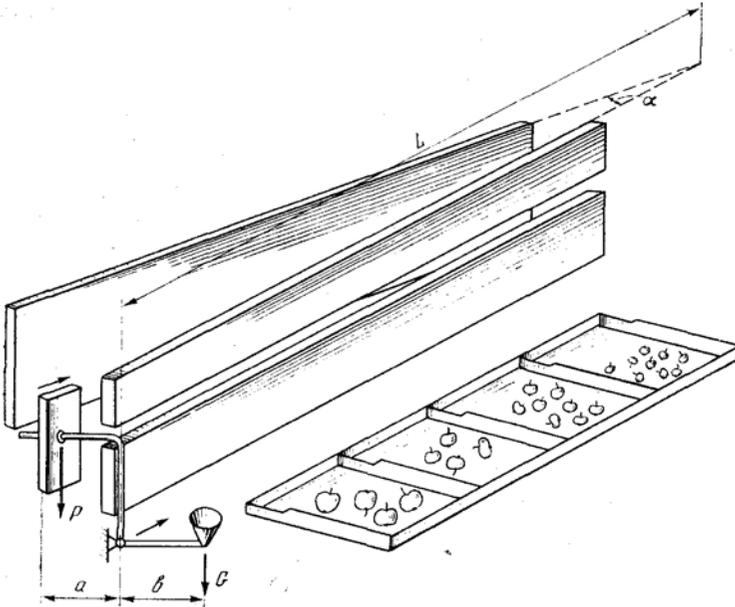


Рис. 2.9. Схема весового калибровочного устройства с перемещающимся весовым механизмом

Разделение по качественным признакам, таким, как степень зрелости, значительно сложнее, причем непосредственного определителя нет. Тогда, как правило, стремятся найти опосредствованный путь. Так, при созревании зеленого горошка, зерен кукурузы меняется их плотность. Это свойство и используется при сортировке в гидравлических классификаторах. Горошек в зависимости от плотности различных по зрелости частиц разделяется на два сорта, которые занимают в разделяющей среде разные уровни и выводятся отдельно. Кроме того, при сортировке семенных смесей используется различие в коэффициентах трения, упругости.

§ 2.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ОТ НАРУЖНОГО ПОКРОВА

После удаления посторонних примесей и калибровки сырье подается на очистку. Очистку производят для удаления кожицы плодов, овощей и клубнекорнеплодов и таких несъедобных частей сырья, как плодоножки, косточки, семенные гнезда.

Очистка от кожицы ведется различными способами: механическим, физическим, химическим и комбинированным. Это деление, конечно, условное. Например, физический способ включает как паровую очистку и очистку обжигом, так и водопаровую и пароводотермическую. Комбинацией различных способов является щелочно-паровая очистка.

Выбор способа в значительной степени определяется принятой на предприятии технологией подготовки к тепловой обработке. Так, при бланшировке перед сушкой резаных овощей применяют механический, паровой или щелочно-паровой способ очистки. При бланшировке овощей в целом виде и резке бланшированных овощей применяют пароводотермический способ.

Таким образом, названия способов условны еще и потому, что при механическом способе, например, для увеличения эффективности на продукт воздействуют водой, которая размягчает поверхностный слой, а при пароводотермическом применяют механическое воздействие.

Создание оборудования для очистки привело к делению процесса на две стадии: чистку и дочистку. Появилось такое деление потому, что машины и аппараты, реализующие различные способы ведения процесса, удаляют кожицу не полностью, поэтому необходима окончательная ручная дочистка для удаления остатков кожуры, глазков и поврежденных участков. Собственно показателем качества машинно-аппаратурной очистки может быть объем дочистки.

Механический способ. Применялся первоначально на всех овощесушильных заводах. Он широко распространен и сейчас для очистки от кожуры картофеля, корнеплодов-свеклы, моркови, белых кореньев, лука, т. е. сырья, имеющего грубую кожу и плотную мякоть. При механическом способе очистку выполняют за счет сил трения, возникающих в зоне контакта продукта с шероховатыми очистительными поверхностями машин.

Наибольшее распространение получили абразивные картофелечистки периодического действия (рис. 2.10).

Машина представляет собой неподвижную чугунную цилиндрическую рабочую камеру, внутренняя поверхность которой имеет чередующиеся выступы и впадины, которые препятствуют одновременному вращению продукта и диска 4 (рис. 2.10а). Поверхность диска покрыта абразивной массой, состоящей из 60% кремния, 20% магнезита и 20% соляной кислоты. Размер зерен кремния от 2 до 5мм.

Продукт загружают периодически через люк 1. Разгрузка осуществляется на ходу через окно 2 под действием центробежной силы. Для смывания разрушенной кожуры внутрь камеры под напором подается вода через форсунку 3. Вместе с частичками кожуры она стекает через зазор между стенками камеры и диском на дно камеры, откуда скребками 5 выносятся в сливной патрубок 6.

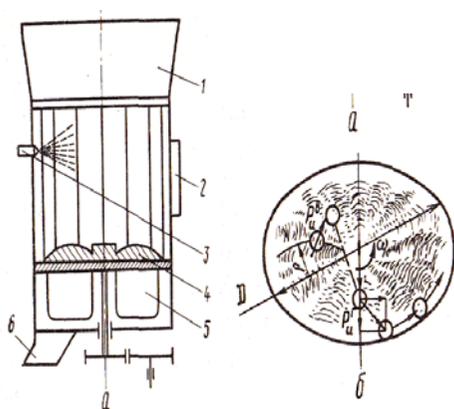


Рис. 2.10. Схема абразивной картофелечистки периодического действия (а) и схема движения клубня по абразивному диску (б)

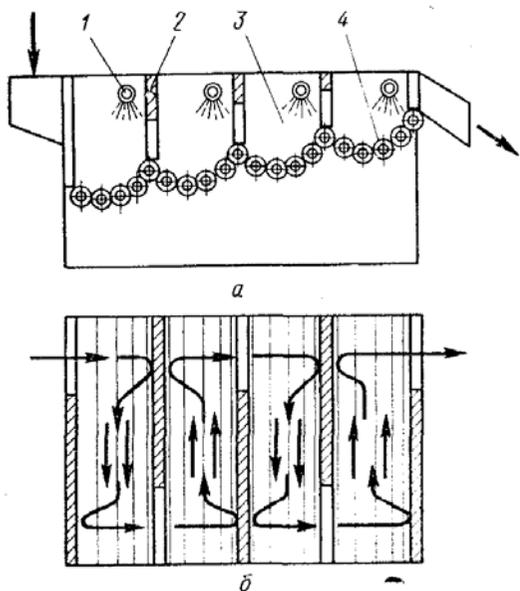


Рис. 2.11. Схема абразивной картофелечистки непрерывного действия (а) и схема перемещения клубня по роликовому полотну (б)

При вращении диска продукт центробежной силой в горизонтальной плоскости отбрасывается к стенкам камеры, при перемещении по диску его абразивная поверхность снимает кожицу. Попадая на выступы, он подбрасывается силой инерции в вертикальной плоскости без силы тяжести. Схема движения клубня приведена на рис. 2.10, б.

Периодичность действия, значительные отходы, повреждение поверхности-эти недостатки частично или полностью устранены в абразивных картофелечистках непрерывного действия КНА-600М (рис. 2.11).

Рабочими органами такой машины являются 20 абразивных очистительных роликов 4 (рис. 2.11а), надетых на вращающиеся валы. Ролики образуют волнистую поверхность и делят машину на четыре секции 3. Над каждой из секций, разделяемых также перегородками 2, установлен душ 1. Сырье движется по роликам в воде. Окна в перегородках расположены в противоположных концах, поэтому продукт под напором совершает зигзагообразный путь. Так как движение происходит в воде, удары продукта о

стенки ослабляются, а кожица снимается роликами в виде тонких чешуек, поверхность картофеля остается гладкой.

Клубни продвигаются вдоль машины, поднимаются по волнистой поверхности роликов, наталкиваются на перегородки, скатываются во впадину секции. При таком движении клубни постепенно продвигаются вдоль роликов к разгрузочному окну, поджимаются поступающим картофелем и, достигнув окна в перегородке, попадают во вторую секцию, где картина движения повторяется в противоположном направлении, и так до разгрузочного окна в последней перегородке (рис. 2.11б).

Изменением ширины окон, высоты подъема заслонки в разгрузочном окне и угла наклона машины к горизонтали регулируются продолжительность пребывания клубней в машине и степень очистки.

Преимущества машины КНА-600М по сравнению с машинами КА-350М и К.А-600М заключаются в следующем:

- непрерывность работы и возможность включения в поточные механизированные линии;
- снижение на 15—20% отходов сырья;
- уменьшение повреждений наружного слоя и более гладкая поверхность;
- возможность регулирования производительности и качества обработки продукта.

Машины с абразивными поверхностями рабочих органов все же не обеспечивают полного удаления глазков и кожицы из углублений, к тому же велико количество отходов.

Физический способ очистки. Сущность физического, в частности парового, способа очистки состоит в том, что при кратковременной обработке овощей паром давлением 0,4—0,7МПа поверхностный слой ткани проваривается на глубину 1—1,5 мм, а при резком снижении давления кожа растрескивается и легко отслаивается, смываясь при последующей мойке водой, при этом дочистка сведена к минимуму, а калибровка устранена.

Физический способ очистки имеет существенные преимущества:

- уменьшение количества отходов;

- повышение степени очистки и снижение повреждения поверхности;

- устранение предварительной калибровки.

Картофель и овощи любых форм и размеров хорошо очищаются, мякоть сохраняется сырой, небланшированной и хорошо измельчается па корнерезках.

Паровые очистительные машины, как правило, периодического действия.

Пароводотермический способ основан на том, что растительное сырье последовательно подвергается действию пара и воды, а также механическому воздействию при трении клубней в процессе пропарки и очистки. Здесь нужно предварительно калибровать продукт, чтобы улучшить качество бланшировки при оптимальной продолжительности обработки.

Паровые камеры имеют герметически закрываемый люк для загрузки и выгрузки обрабатываемого сырья. Форма камеры может быть цилиндрической или близкой к сферической. Через полые цапфы подается и отводится пар.

Паровая картофелечистка непрерывного действия (рис. 2.12) состоит из наклонной цилиндрической камеры 3, внутри которой вращается шнек 2. Вал его выполнен в виде полый перфорированной трубы, через которую подается пар давлением 0,3—0,5 МПа, температурой 140—160 °С. Поступающий на обработку продукт загружается и разгружается через шлюзовые камеры 1 и 4. В приводе шнека предусмотрен вариатор, позволяющий изменять частоту вращения, а следовательно, и продолжительность обработки продукта. Установлено, что чем выше давление, тем меньше требуется времени на обработку сырья. В паровой картофелечистке непрерывного действия на сырье оказывается комбинированное воздействие пара, перепада давления и механического трения при перемещении продукта шнеком. Шнек равномерно распределяет клубни, обеспечивая равномерность их обработки паром.

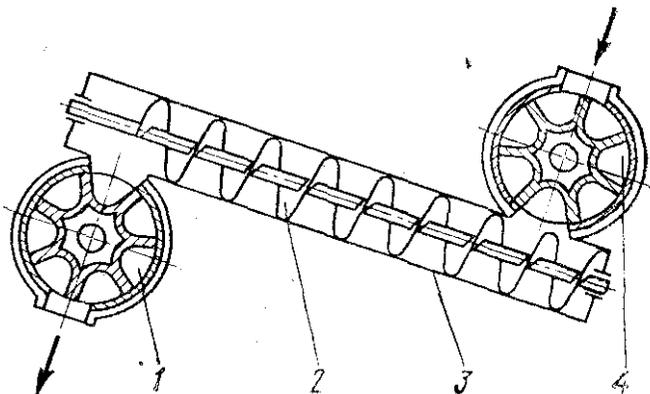


Рис. 2.12. Схема паровой картофелечистки непрерывного действия

Химический способ. Обработка картофеля, овощей и некоторых плодов нагретыми растворами щелочей приводит к снижению отходов. Использование щелочи обеспечивает хорошее качество очистки. Очень эффективна такая обработка белых кореньев и хрена, а также сливы и других косточковых плодов, у которых нужно удалить восковой налет на поверхности. Само оборудование для проведения щелочной обработки выполняется или в виде специальной ванны с перфорированным вращающимся барабаном, или барабана с вращающимся шнеком. Однако при этом способе с трудом отмывается щелочь с поверхности овощей и приходится применять поверхностно-активные вещества-смачиватели.

Комбинированный способ. Позволяет уменьшить количество отходов по сравнению со щелочным способом и снизить расход щелочи. Агрегат для щелочно-паровой очистки (рис. 2.13) состоит из установки 1 для щелочной обработки, аппарата 2 для обработки паром, моечной машины 3 и ванны 4 для нейтрализации щелочи. Установка для обработки сырья щелочью представляет собой прямоугольную ванну, внутри которой находится перфорированный барабан с вращающимся шнеком.

Для ускорения подогрева раствора в нижней части ванны установлен барботер. Для поддержания постоянной температуры раствора с обеих сторон ванны имеются змеевики, пар в которые подается автоматически. Постоянная циркуляция раствора обеспечивается центробежным насосом. Так достигается постоянство температуры и концентрации щелочного раствора во всем объеме и обеспечивается равномерность обработки. Ванна закрыта плотной крышкой и имеет вытяжку.

Картофель подается в перфорированный *барабан*, продвигается в нем шнеком и выгружается скребковым транспортером. Аппарат для обработки паром представляет собой толстостенный цилиндр из коррозионностойкой стали. Внутри цилиндра находится шнек, частоту вращения которого можно изменять с помощью вариатора. Это позволяет менять и продолжительность пребывания картофеля в аппарате от 20 до 100 с. Под действием щелочи и пара кожица размягчается и легко смывается в моечной машине. Последняя представляет собой установленный с наклоном барабан, к внутренней поверхности которого приварена лента шнека. При вращении барабана картофель перемещается к выходу и орошается сильными струями воды под давлением 0,8 МПа через сопла, расположенные в трубе, проходящей по центру вдоль оси барабана. После выхода из моечной машины картофель подается в ванну с раствором бисульфита натрия концентрацией 0,5%, что обеспечивает нейтрализацию щелочи, оставшейся в глазках клубней, и предотвращает их потемнение.

Обжиг воздухом. Производится при температуре 800—1300 °С в течение 8—10 с, в подкожном слое картофеля влага почти мгновенно превращается в пар, который и отделяет кожицу от мякоти клубня и разрывает ее. Обжиг ведется во вращающихся футерованных барабанах, обогреваемых горелками на природном газе либо форсунками, в которых сжигается жидкое топливо (газотермический обжиг), или при перемещении транспортирующими цепными контурами в ажурных лотках в печах с электронагревом.

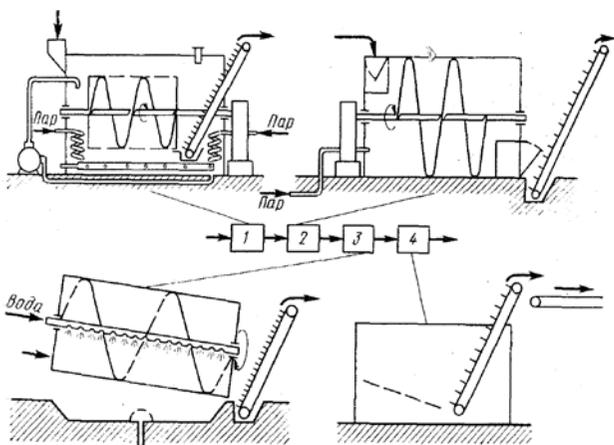


Рис. 2.13. Схема агрегата для щелочно-паровой очистки

§ 2.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И МОЙКИ ТАРЫ

Стерилизации питательных сред, подготовке их к основному технологическому процессу производства аминокислот, витаминов, ферментов отводится особое место среди подготовительных операций.

Цель стерилизации-удаление нежелательных микроорганизмов. Несмотря на существование различных методов: механических - фильтрованием, центрифугированием; радиационных - X-лучами, ультра-фиолетовым облучением и солнечной радиацией, они неприменимы для больших объемов питательных сред. Разрушение микроорганизмов предполагает потерю жизнеспособности, а не уничтожение в физическом смысле. Разрушение микроорганизмов под действием нагревания до определенной температуры происходит со скоростью мономолекулярной реакции

$$dN/d\tau = -kN,$$

где τ — время, мин; k — удельная скорость гибели микроорганизмов, мин^{-1} ; N — число жизнеспособных микроорганизмов.

Если N_0 -первоначальное число жизнеспособных микроорганизмов при $\tau=0$, тогда, разделив переменные интегрированием, получим число микроорганизмов в любой момент времени

$$N = N_0 e^{-k\tau}.$$

На производстве распространен термин-время десятичной редукции D , обозначающее длительность нагревания, в течение которого первоначальное число жизнеспособных микроорганизмов уменьшается в 10 раз:

$$N/N_0 = 1/10 = e^{-kD},$$

откуда

$$D = 2,303/k.$$

Споры более устойчивы к нагреванию, чем вегетативные клетки, k для клеток значительно выше, чем для спор. Длительность стерилизации должна быть, очевидно, определена по времени, необходимому для уменьшения числа жизнеспособных спор до желаемого уровня, который устанавливается с учетом допустимой степени остаточного заражения. Из графиков скорости гибели спор принимаем температуру стерилизации 121°C и для объема питательной среды 10^8 мл подсчитываем начальное число клеток при концентрации 10^5 и спор при концентрации 10^2 на 1 мл. Тогда с учетом коэффициентов скоростей гибели вегетативных клеток ($k_k=10 \text{ мин}^{-1}$) и спор ($k_c=1 \text{ мин}^{-1}$) построим график разрушения вегетативных клеток-прямая 1 (рис. 2.14) и спор-прямая 2. Для определения времени, достаточного для стерилизации данного объема питательной среды, при первоначальной популяции проведем уровень-прямая 3 допустимой степени остаточного заражения. τ_c показывает необходимую длительность стерилизации.

При периодическом ведении процесса стерилизации можно использовать оборудование для культивирования микроорганизмов глубинным способом-ферментаторы. Переход на непрерывные процессы потребовал

специализированного оборудования для стерилизации жидких питательных сред. Установка для непрерывной стерилизации состоит из включенных последовательно стерилизационной колонки 1 (рис. 2.15), выдерживателя 2 и теплообменника 3. При прохождении через стерилизационную колонку температура среды должна средях достичь требуемой величины, по этому этот аппарат получил также название подогревателя.

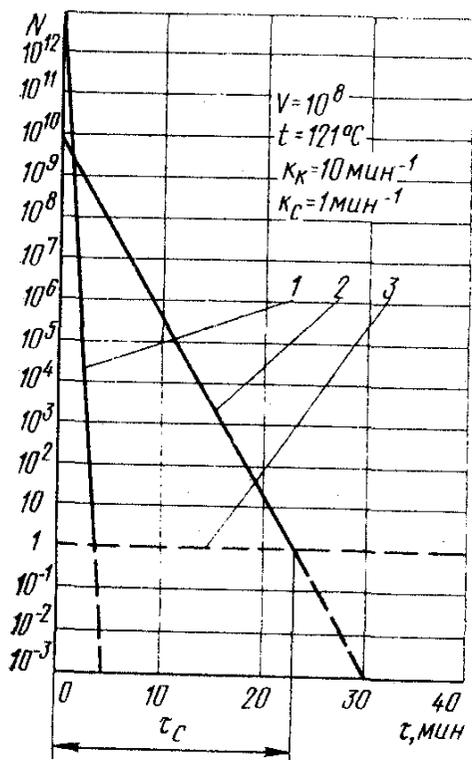


Рис. 2.14. Кинетика гибели клеток и спор в питательных средах
 Длительность стерилизации должна соответствовать продолжительности перекачивания среды через выдерживатель. Однако при движении по круглым трубам не все слои среды находятся одинаковое время при температуре стерилизации.

Для снижения неравномерности прогрева в стерилизационной колонке внутри цилиндрического корпуса 1 (рис. 2.16) установлен стакан 2, имеющий 300 отверстий диаметром 2 мм, просверленных в винтовой фаске, выточенной по наружной поверхности стакана. В кольцевое пространство между корпусом и стаканом вводится пар, который, пройдя через отверстия в винтовых насечках, нагревает поток среды, закручивая и завихряя его. Для создания турбулентного потока в стерилизационные колонки нужно встраивать мешалки. Интерес представляет использование кинетической энергии пара для привода мешалки. Пар подается в турбину (рис. 2.17) и лопатками статора 1 отбрасывается на лопатки 2 ротора, приводя его во вращение. При этом крыльчатки 3 ротора перемешивают питательную среду.

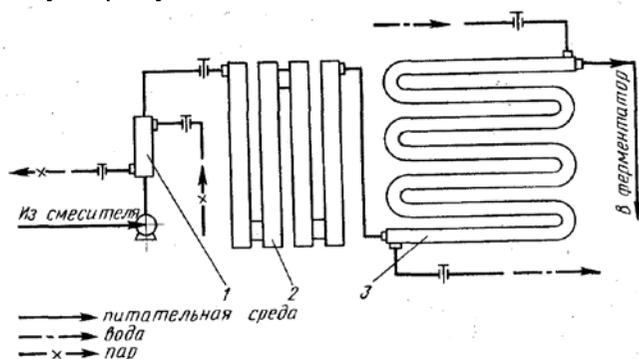


Рис. 2.15. Схема установки для непрерывной стерилизации питательных сред.

Нагретая до температуры стерилизации питательная среда поступает в выдерживатель непрерывного действия. Он состоит из соединенных последовательно секций труб, поверхность которых покрыта слоем теплоизоляционного материала. Число секций подбирается в соответствии с длительностью стерилизации и с учетом скорости движения питательной среды. Для охлаждения питательной среды до нужной температуры используют теплообменники типа «труба в трубе».

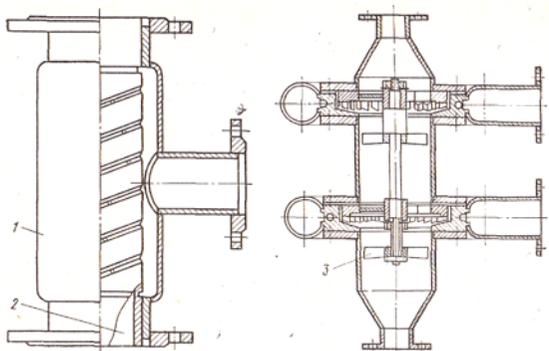


Рис. 2.16. Стерилизационная колонка

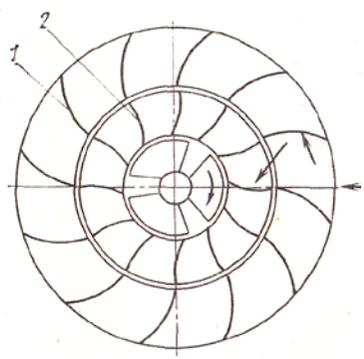


Рис. 2.17. Стерилизатор непрерывного действия с турбинной мешалкой

В пищевых производствах применяется тара герметичная металлическая (жестяная и алюминиевая), стеклянная (банки, флаконы, бутылки и бутыли) и негерметичная (деревянные бочки и ящики, картонные коробки, бумажные пакеты и мешки). Одним из рациональных видов тары для продуктов и препаратов пастообразной консистенции является алюминиевая туба. Популярной становится фасовка продуктов в пакеты из полиэтилена и других полимеров. Из перечисленных видов тары мойке подвергают жестяную, стеклянную и деревянную.

Оборудование для мойки жестяной тары. Оно значительно проще, чем для мойки стеклянной тары, потому что жестяная тара поступает в технологические цехи непосредственно из жестянобаночных цехов. В камерной установке (рис. 2.18) для мойки цилиндрической жестяной тары банки катятся по направляющим уголкам 2, угол наклона которых можно изменять по отношению к корпусу 1. Для мойки различных по высоте банок предусмотрена возможность изменения расстояния между уголками. Пар и вода подаются соответственно в паровой 3 и водяной 4 барботеры для обработки внутренней поверхности банок по ходу их перемещения в камере. Наружная поверхность банок подвергается шпарке. Вода, стекающая с банок, попадает в коническую воронку 5 и отводится в канализацию. При осмотре камеры крышку 6 откидывают. Производительность устройства зависит от угла наклона направляющих и подпора, создаваемого потоком банок, поступающих из вертикального желоба.

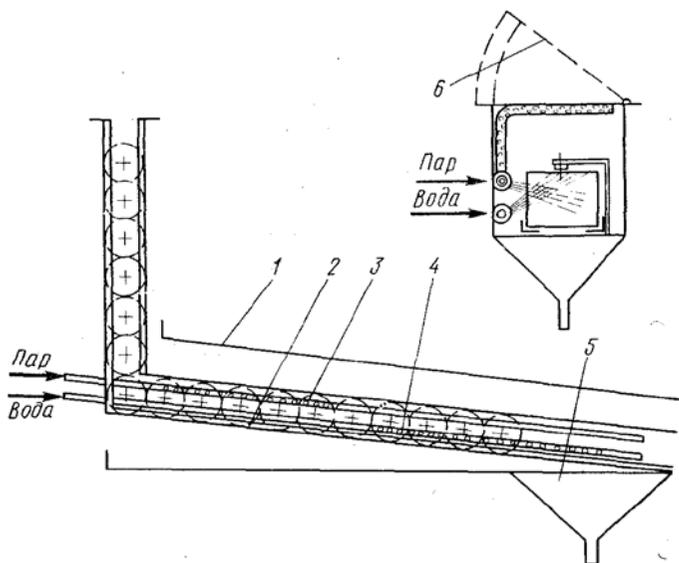


Рис. 2.18. Схема камерной установки для мойки цилиндрических жестяных банок

Оборудование для мойки стеклянной тары.

Стеклянная тара в основном хранится в открытых штабелях. Внутренние загрязнения образуют зачастую трудносмываемые пленки. Процесс мойки можно вести с предварительным отмоканием и без него. Загрязнения удаляются гидродинамическим воздействием струи моющего раствора и обработкой щетками и ершами. В настоящее время автоматы для мойки стеклянной тары подразделяются по способу ведения процесса на отмочно-шприцевальные, шприцевальные и щеточные; по числу отмочных ванн; по типу несущего органа-конвейерные, барабанные и карусельные.

Наибольшее распространение получили отмочно-шприцевальные автоматы с транспортирующими цепными контурами сложной геометрии для мойки бутылок и банок, которые устроены принципиально одинаково.

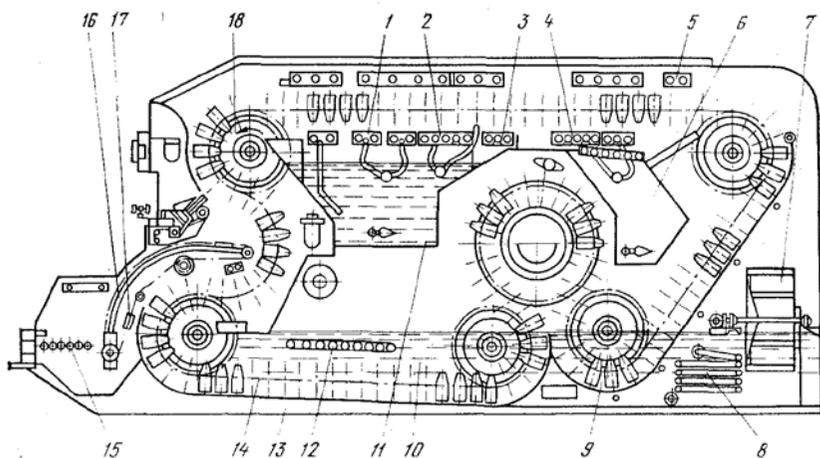


Рис. 2.19. Схема бутылкомосчного автомата

Автомат (рис. 2.19) представляет собой сварную конструкцию 13, в которой в соответствии со стадиями обработки тары размещены внизу две отмочные ванны 9 и 10, в верхней части располагаются шприцевальные устройства 1—5 для обработки щелочными растворами, теплой и холодной водой и ванны 6 и 11 для сбора моющих

жидкостей. В нижних ваннах установлены теплообменники 12 и 8 для подогрева растворов и сетчатый барабан 7 для удаления из ванны смывых этикеток.

Загрязненная тара подается пластинчатым транспортером и переносится валиками 15 механизма загрузки, вращающимися в одном направлении, к криволинейным направляющим 16, и планками 17 задвигается в кассету двухцепного транспортера 14. Геометрия контура транспортера обеспечивает последовательное прохождение всех рабочих участков, размещенных в корпусе. Длина участков трассы пропорциональна длительности обработки. Контур имеет пару приводных звездочек 18, число ведомых звездочек определяется геометрией контура. Для поддержания цепей между звездочками к боковинам корпуса приварены направляющие.

Прерывистое движение контура обеспечивается храповым механизмом. Так, в машине для мойки стеклянных банок движение продолжается 3,9 с, выстой-9,8 с. Длительность отмочки банок 326,4 с, шприцевания— 137,2 с. Банки в носителях подаются в первую ванну, где нагреваются до 30—40 °С, затем во вторую ванну, где щелочной раствор нагрет до 60—70 °С, после чего они подвергаются многократному шприцеванию щелочью и водой. Перед выходом из машины банки шприцуются и ополаскиваются горячей водой для полного удаления остатков щелочного раствора, а также для того, чтобы банки выходили из машины горячими. Это ускоряет испарение воды с поверхности.

В бутылкомоечных автоматах для уменьшения термического боя бутылки дважды орошаются: первый раз на столе загрузки водой температурой 25—30 °С, второй раз перед входом в первую отмочную ванну слабощелочной водой температурой 40—45 °С. В первой отмочной ванне находится щелочной раствор концентрацией 1—2%, температура его 60—65 °С. Между первой и второй ванной носители с бутылками обкатываются по барабану, над которым размещены форсунки для шприцевания с целью

удаления этикеток. Во второй ванне температура щелочного раствора 75—80 °С. В автоматах серии АММ во второй отмочной ванне установлен этикетоотборник. Через сетчатый барабан 7 жидкость забирается насосом из второй отмочной ванны, при этом этикетки притягиваются к внутренней поверхности барабана, откуда они сдуваются в специальные лотки струей воздуха, подаваемого вентилятором. При выходе из второй ванны бутылки движутся по наклонному участку вверх, моющий раствор из них выливается и обмывает бутылки. На верхнем горизонтальном участке трассы бутылки проходят зону наружного шприцевания раствором, внутреннего шприцевания и наружного обмывания бутылок горячей и холодной водой и, пройдя зону для стока воды, выпадают из бутылконосителя на стол механизма разгрузки. Для уменьшения динамического боя бутылки, выпадая из носителя во время перемещения их по неподвижной направляющей, задерживаются подвижным сектором. Когда он отводится из-под бутылок, они продвигаются до упора наклонной площадки, с которой возвращающийся сектор выдвигает их на горизонтальную площадку, расположенную на одном уровне с пластинчатым разгрузочным транспортером, на котором для предупреждения падения бутылок предусмотрена откидная рамка.

Качество мойки в значительной степени зависит от температурного режима, состава моющих растворов, характера, степени загрязнения и продолжительности обработки. Современное высокопроизводительное оборудование для мойки стеклянной тары требует большого расхода воды, моющих средств и электроэнергии.

Фасовка парфюмерных жидкостей ведется в основном в стеклянные флаконы самых разнообразных форм и емкостей. При поступлении на парфюмерно-косметические фабрики флаконы, упакованные в целлофан, обдуваются воздухом для удаления пыли.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация технологических оборудований по функционально-операционному признаку.
2. Мойка сырья. Значение.
3. Оборудование для очистки корнеклубнеплодов от посторонних примесей.
4. Моечные машины с жестким режимом.
5. Моечные машины с мягким режимом.
6. Значение процесса калибровки. Прямой и косвенный пути ведения процесса.
7. Барабанные калибровочные машины.
8. Классификация машин по виду калибровочного устройства. Конструкция и принцип работы устройств.
9. Весовые калибровочные устройства. Конструкция и принцип работы.
10. Классификация способов очистки. Значение.
11. Механический способ очистки. Конструкция и принцип работы машин.
12. Физический способ очистки. Конструкция и принцип работы машин.
13. Химический способ очистки. Конструкция и принцип работы машин.
14. Комбинированный способ. Конструкция и принцип работы машин.
15. Обжиг воздухом. Сущность.
16. Значение процесса стерилизации.
17. Схема установки для непрерывной стерилизации питательных сред.
18. Стерилизационная колонка. Конструкция.
19. Стерилизатор непрерывного действия с турбинной мешалкой. Конструкция.
20. Оборудование для мойки жестяной тары. Конструкция и принцип работы.
21. Оборудование для мойки стеклянной тары. Конструкция и принцип работы.

ГЛАВА 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ, СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ РАЗДЕЛЕНИЕМ

§ 3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Разделение-один из основных технологических процессов пищевых производств. В той или иной форме он имеет место в любой технологической схеме производства пищевых продуктов. К процессам механического разделения можно отнести калибрование, сортировку и др. При этом может ставиться задача одновременного выделения из продуктов примесей и посторонних включений.

Можно говорить о дроблении и измельчении сырья и промежуточных продуктов как о разновидности процесса разделения. В отдельных случаях это может быть резание продукта. Последнее встречается как при переработке сырья, так и на заключительных этапах производства (резание хлеба, сухарных изделий, бисквитов в кондитерской промышленности и др.).

Особую область процессов разделения составляет разделение неоднородных систем путем выделения из жидких или полужидких продуктов взвешенных и коллоидных частиц. Такие дисперсные системы, как фруктовые соки, сиропы, сусли и т. п., содержат взвешенные частицы и разделяются на жидкую фракцию и осадок. При этом могут быть поставлены разные задачи: либо выделить ценную жидкую фракцию (иногда осадок рассматривается как вторичное сырье, которое может быть переработано, если это экономически целесообразно), либо извлечь твердую фракцию. В качестве примера к первому случаю можно привести осветление пивного сусли, ко второму-получение сахарного песка из уфеля, обезвоживаемого на специальных установках.

Процессы разделения в пищевой промышленности осуществляются на различном оборудовании, конструктивные особенности которого обусловлены не только задачей процесса, но и видом и структурно-механическими свойствами обрабатываемых материалов.

Естественно, все виды оборудования для разделения нельзя рассмотреть в одной главе, поэтому мы остановимся только на некоторых из них.

В пищевой промышленности резка применяется для измельчения или разделения сырья и полуфабрикатов с целью придания им определенной формы или заданных размеров.

Рабочие органы и механизмы для резки. Чтобы механизировать процесс резки, нужно подвести материал с необходимой силой и скоростью к зоне действия разрезающего инструмента и после резки отвести. Разрезающее устройство может функционировать как самостоятельная машина (например, размельчение в мясной и овощеперерабатывающей промышленности), так и в качестве составной части комплексных машин и автоматов (например, режущее устройство в машинах для упаковки конфет).

Технические устройства для резки разнообразны. Их конкретное использование зависит от цели технологического процесса, материала, свойств, вида и формы используемого инструмента и от принципа действия режущего устройства. Машины для резки можно классифицировать по следующим признакам:

а) конструкция и форма режущего инструмента (рис. 3.1): ножи дисковый или круговой, плоский, ленточный, серповидный или саблевидный, чашечковый или конусообразный, винтовой или спиралевидный; проволока или струна;

б) форма режущей поверхности (рис. 3.2): зубчатая, волнообразная, гладкая, односторонняя, двусторонняя;

в) вид резки (рис. 3.3): давление, строгание, свободное падение, свободное резание;

г) положение режущего инструмента (рис. 3.4): неподвижное (закрепленное, стационарное), поступательное, вращательное или колебательное движение.

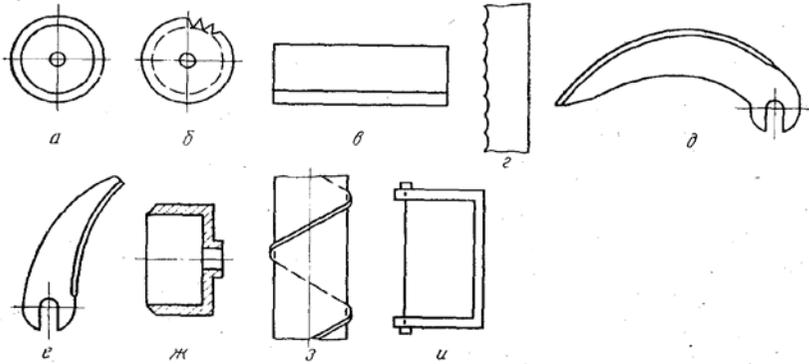


Рис. 3.1. Основные формы ножей:

а—гладкий дисковый, б—зубчатый дисковый. в—гладкий плоский, г—зубчатый ленточный, д—саблеобразный, е—дугобразный, ж—горшочный, з—винтообразный, и—режущая проволока

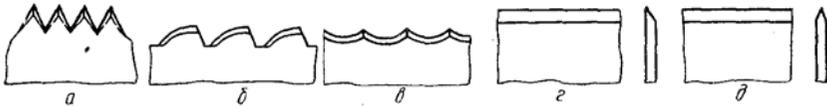


Рис. 3.2. Основные формы лезвий:

а—острая зубчатая; б, в—дугобразная зубчатая; г—гладкая односторонней заточки; д—гладкая двусторонней заточки

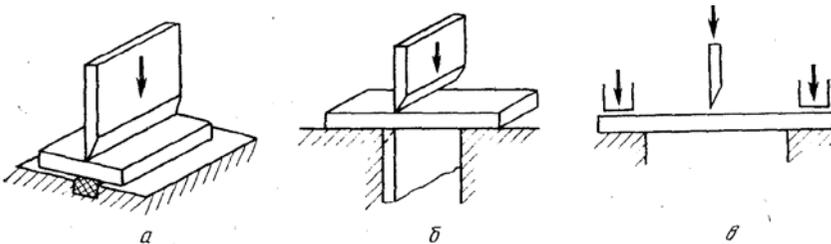


Рис. 3.3. Виды резания:

а—давлением против прочной основы, б—контрножами, в—свободное

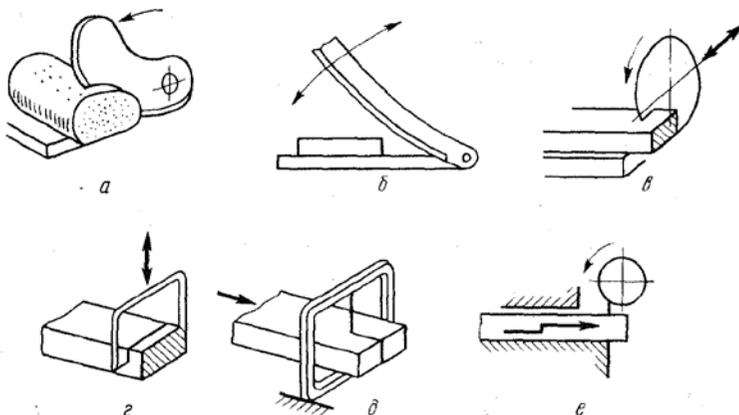


Рис. 3.4. Возможное движение режущего инструмента: а—вращающийся саблеобразный нож, б—качающийся саблеобразный нож, в—вращающийся дисковый нож, г—поступательно движущаяся режущая проволока, д—закрепленная режущая проволока, е—вращающийся нож

Разрезающее устройство может функционировать как самостоятельная машина, например размельчение в мясной и овощеперерабатывающей промышленности, так и в качестве составной части комплексных машин и автоматов, например режущее устройство в машинах упаковки конфет.

Круглые и дисковые ножи (см. рис. 3.1, а, б) используют главным образом для резки пластичных и мягких материалов (мясо, рыба, тесто). Лезвие при этом гладкое или с плавными зубьями (см. рис. 3.2, б). Для твердого или хрупкого материала такие ножи тоже применяются, если лезвие имеет острые зубья (см. рис. 3.2, а, г). Чтобы условия резки были благоприятными, рекомендуется выбирать радиус диска ножа в 2,5—3 раза больше толщины разрезаемого материала. На практике применяются ножи $(0,01 \div 0,005) R$. Окружные скорости ножа в основном в пределах 10—80 м/с. Целесообразный угол резания составляет 8—15°. Круговые ножи удобны тем, что при соответствующем конструктивном оформлении втягивают разрезаемый материал в зону резки.

Плоские ножи широко применяются в пищевой промышленности. Их лезвия могут быть гладкими или

зубчатыми. Работают они большей частью по принципу разрезания давлением или ножниц. Толщина ножа должна быть как можно меньше, иначе его сопротивление при резании сильно увеличивается, особенно при двустороннем фиксировании разрезаемого материала. Так, при резке конфет оно может составить до 60% общего сопротивления резания. На силу резания влияет угол заточки реза ножа. Оптимальные параметры угла заточки ножа 12—20°.

Ленточные ножи (см. рис. 3.1, в) годятся для резания хлеба, сухарных плит и других мучных изделий в горячем состоянии. Благодаря относительно малой ширине этих ножей сила трения и количество налипшего материала меньше, чем у дисковых ножей. Лезвие ленточного ножа в основном зубчатое. Скорость v , бесконечного ленточного ножа, бегущего по двум дискам, может равняться 5—50 м/с. Тем самым можно достичь высокой скорости протяжки при большой скорости резки. Скорость вертикально движущихся разрезаемых изделий равна скорости движения ленты и не превышает 1 м/с. Оптимальная толщина ленточных ножей примерно 1 мм. С учетом нагрузки на изгиб диаметры направляющего и приводного дисков должны быть, по крайней мере, в 100 раз больше толщины ленты.

Серпообразные и дугообразные ножи (см. рис. 3.1, г) используются, прежде всего, для поперечной резки жгутообразных материалов и для мелкого дробления при переработке рыбы, мяса, овощей. Их режущий контур выполнен в виде либо архимедовой, либо логарифмической спирали. В первом случае при постоянной угловой скорости ножа скорость резания постоянна, во втором — постоянна плавность вдоль радиуса ножа. Их толщина от 2 до 5 мм и угол наклона лезвия 8—12°.

Режущая проволока — эффективный разделительный орган, по качеству резки соответствует ножам с тупыми лезвиями. Она может быть использована для резки материалов вязкопластичной гомогенной структуры (масла, маргарина, конфетной массы) или хрупких, таких, как вафли. Диаметр режущей проволоки от 0,2 до 2 мм.

При выборе оптимального режущего органа большое значение отводится также выбору материала ножа. Он должен отвечать требованиям пищевой гигиены, быть износостойким и иметь незначительный коэффициент трения. Поверхность ножей для уменьшения трения можно покрывать, например, тефлоном.

Относительное движение материала и режущего органа, необходимое для резки, можно создать:

- посредством движения разрезаемого материала относительно закрепленного режущего органа;
- посредством движения режущего органа относительно покоящегося разрезаемого материала;
- посредством движения разрезаемого материала и режущего органа.

Процесс резания можно интенсифицировать, правильно выбирая режущий инструмент, движение разрезаемого материала и режущего органа, а также предварительно обрабатывая разрезаемый материал.

Разнообразие способов и устройств для резки пищевых продуктов обуславливает возможность применения механизмов различного типа для одних и тех же процессов.

§ 3.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основной технологической характеристикой процесса является степень измельчения-отношение размеров до и после измельчения. В зависимости от конечного размера частиц процесс измельчения подразделяют на дробление (грубое измельчение до частиц диаметром 1 мм) и помол (тонкое измельчение частиц до диаметра 0,001мм). В соответствии с этим технологическое оборудование для измельчения подразделяется на:

- дробилки крупного, мелкого и среднего дробления;
- мельницы тонкого и коллоидного измельчения.

Обрабатываемое сырье и полуфабрикаты можно измельчать различными способами, основными из которых являются:

а) раздавливание, при котором тело под действием нагрузки деформируется по всему объему; частицы получают различного размера и разной формы;

б) раскалывание, когда тело разрушается на части в местах концентрации напряжений, вызываемых клинообразными рабочими органами измельчителя. Частицы более однородны по размерам и форме, хотя форма, как и при раздавливании, непостоянна. Этот способ позволяет регулировать размеры получаемых частиц;

в) разламывание, когда тело разрушается под действием изгибающихся моментов. Форма и размер частиц такие же, как и при раскалывании;

г) истирание, когда под действием сил сжатия и тангенциальных в результате трения получают мелкий порошкообразный продукт;

д) удар, когда тело распадается на части под действием динамической нагрузки.

Эффект при этом зависит от характера нагрузки: при сосредоточенной нагрузке он аналогичен раскалыванию, при распределенной-раздавливанию. Различают разрушение стесненным и свободным ударом. При стесненном ударе тело разрушается, попадая между двумя рабочими органами измельчителя.

Разнообразие физико-механических свойств исходного сырья, различие пищевых производств со своими особенностями технологических процессов, разные требования к степени измельчения и однородности конечных размеров и формы частиц привели к созданию различных типов измельчителей.

Машины раздавливающего действия. Наиболее распространены вальцовые. Рабочие органы их-вальцы при вращении захватывают исходный продукт и сжимают его в сужающемся зазоре.

Например, на пивоваренных заводах солод измельчают в вальцовых дробилках, вальцы которых вращаются с одинаковыми частотами. В них происходит только раздавливание зерен.

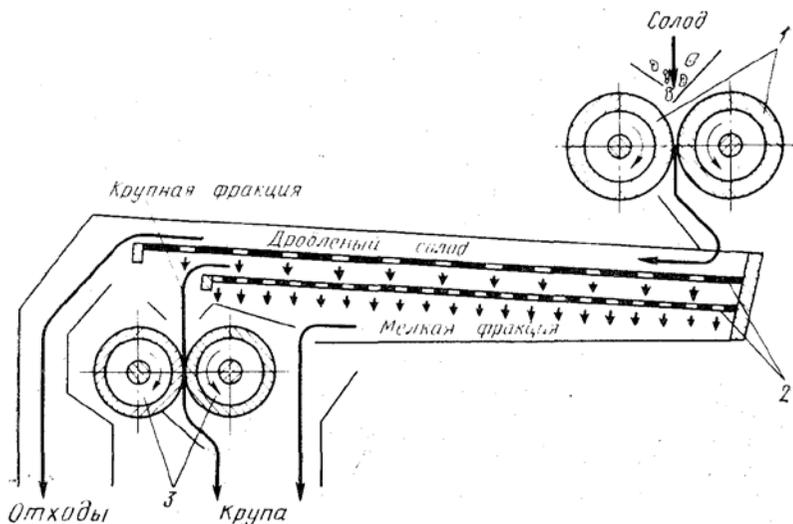


Рис. 3.5. Схема четырехвальцово́й дробилки для солода

Для получения максимального количества мелкой однородной крупы обработку солода ведут последовательно и фракционно на двух парах вальцов. В четырехвальцово́й дробилке (рис. 3.5) солод предварительно дробится верхней парой вальцов 1. Дробленый солод виброситами разделяется на три фракции: сходом в бункер с верхнего сита идет шелуха, мелкая фракция проходит оба сита и попадает в бункер, крупная фракция проходит сквозь верхнее сито и сходом с нижнего сита направляется на нижнюю пару вальцов 3. Наиболее совершенное измельчение солода благодаря выделению фракций и обработке составных частей дробины обеспечивает шестивальцовая дробилка. Конечно, главному способу измельчения сопутствуют и другие. Так, в шестивальцово́й дробилке третья—нижняя—пара вальцов рифленая и предназначена для раскалывания крупы.

Измельчение определяет качество готового продукта в пищевом концентратном производстве. Самыми распространенными машинами для измельчения в кофейно-цикорном производстве, в производстве продуктов детского и

диетического питания, овсяных диетических продуктов являются измельчающие машины раздавливающего действия.

Например, по принятым технологическим схемам допускается размол зерен кофе на вальцовых станках с последующим рассевом продуктов помола на ситах. Однако при помоле на вальцовом станке кофе сильно нагревается, что приводит к значительной потере аромата. Особенно большие потери аромата наблюдаются при последующем севе продуктов помола. И еще при увеличении фазового контакта усиливается окисление порошка кофе, что ухудшает вкусовые качества продукта.

Кроме того, пылевидная фракция, приводящая к увеличению фазового контакта, затрудняет экстракцию кофе. Для уменьшения содержания пылевидной фракции и повышения качества продукции измельчение производят на специально сконструированном грануляторе, представляющем собой многовальцовую машину раздавливающего действия (рис. 3.6).

Зерна кофе из бункера питающим вальцом 1 с насечками подаются на верхнюю пару диагонально расположенных вальцов 2 и 3. Здесь происходит предварительное дробление зерен. Конструкцией гранулятора не предусмотрена возможность регулирования зазора в верхней паре вальцов. Окончательный размер достигается пропуском через нижнюю пару горизонтально расположенных рифленых вальцов 4 и 6 с регулируемым зазором. Вальцы очищают специальными резиновыми пластинами 5. Таким образом, проходом между двумя парами рифленых вальцов достигается требуемая степень измельчения зерен кофе в одной машине.

Для многократного измельчения на кондитерских фабриках используются трех-пяти-восьмивальцовые мельницы. Из них наиболее распространены пятивальцовые мельницы для тонкого измельчения шоколадных и ореховых масс и шоколадных начинок.

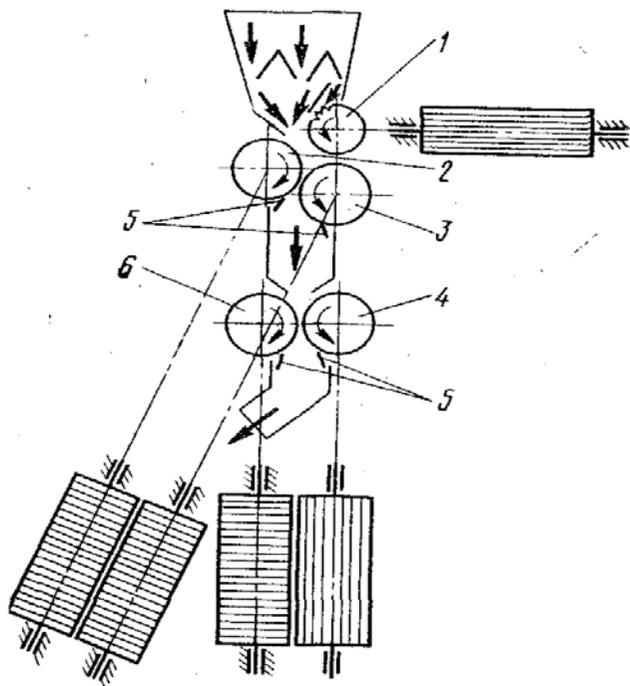


Рис. 3.6. Схема гранулятора кофе

Всевозможными комбинация-ми числа пар вальцов, их формы и профиля, размещения вальцов и направления потока обрабатываемого продукта можно получить различные типы измельчающих машин раздавливающего, раздавливающего истирающего, а также раздавливающе-истирающего и раскалывающего действия.

Производительность вальцовых машин определяется пропускной способностью пары вальцов. Через зазор между ними в единицу времени теоретически проходит следующее количество измельчаемого продукта:

$$P = \rho_n b l v_0 \varphi, \quad (3-1)$$

где ρ_n — объемная масса продукта; b — зазор между вальцами; l — длина вальцов; v_0 — средняя скорость прохождения продуктом зазора, которую принимают равной окружной скорости точек поверхности вальцов, если вальцы вращаются с одинаковой частотой, и равной их полусумме, если частоты неодинаковы; φ — коэффициент объемного заполнения рабочего пространства.

Машины ударного действия. Измельчение материала в них производится вследствие свободного или стесненного удара. Из машин, где измельчение основано на принципе свободного удара, в пищевых производствах наиболее распространены штифтовые мельницы-дезинтеграторы и дисмембраторы.

В дезинтеграторах штифты закреплены по концентрическим окружностям на двух вращающихся в противоположных направлениях дисках. Ряды штифтов одного диска расположены между рядами штифтов другого. С удалением от центра расстояние между штифтами уменьшается. Продукт из загрузочной воронки 6 (рис. 3.7) поступает в мельницу через центральное кольцевое отверстие. Для распределения продукта вдоль оси дисков 1, 2 в дезинтеграторе приведенной на рисунке конструкции на валу одного из дисков имеется шнек 5. Центробежной силой продукт отбрасывается от центра, многократно ударяясь о штифты 3, 4. При этом возрастают интенсивность разрушения и сила удара.

В дисмембраторе вращается только один диск с закрепленными на нем штифтами, вместо второго диска — откидная крышка со штифтами. Продукт подается, как и в дезинтеграторе, к оси дисков и, попадая на подвижной диск, отбрасывается к периферии, встречая на своем пути подвижные и неподвижные штифты и ударяясь о них.

Эффективность измельчения зависит от разрушающей скорости удара, которая представляет собой геометрическую сумму векторов скорости частицы и центра штифта. Если начальную скорость измельчаемой частицы принять равной нулю, то после встречи со штифтами внутреннего ряда

частица приобретет их окружную скорость и отлетит по касательной к окружности штифтов (рис. 3.8).

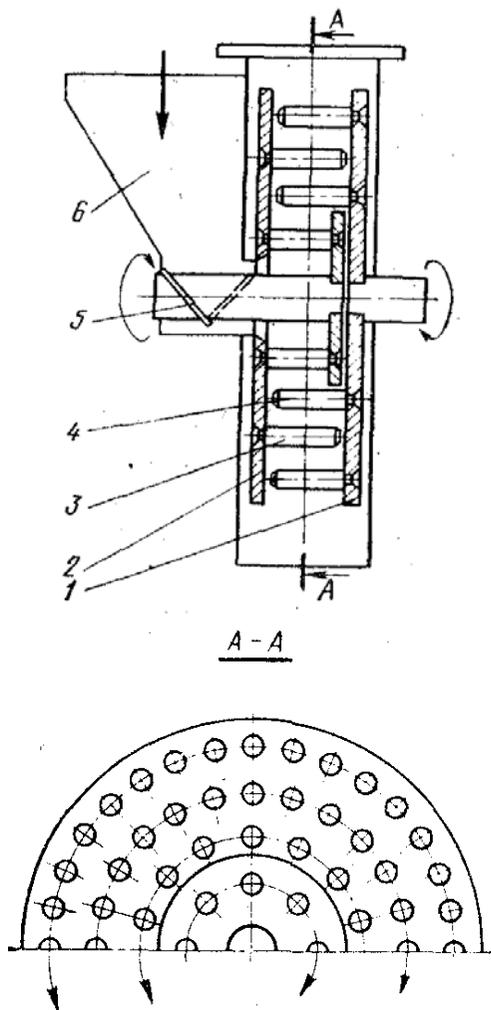


Рис. 3.7. Схема дезинтегратора

Скорость удара возрастает по мере продвижения частицы к периферии. Частота n вращения дисков дезинтегратора должна быть достаточной для того, чтобы

энергии удара хватило на совершение работы по разрушению частиц сходного продукта. Частота вращения диска дисмембратора при том же диаметре должна быть вдвое больше.

Большое число столкновений при достаточной частоте вращения дисков штифтовых мельниц приводит к высокой степени измельчения, поэтому данные машины применяются для тонкого измельчения. В то же время высокие частоты вращения, достигающие до десятков тысяч оборотов в минуту, многократные удары приводят к перегреву продукта, что иногда нежелательно.

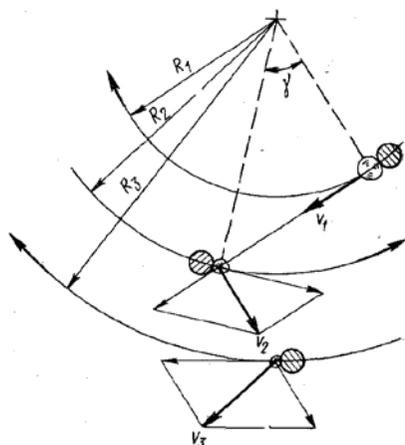


Рис. 3.8. Схема к определению частоты вращения дисков дезинтегратора

$$v_1 = \frac{\pi n_1}{30} R_1 \quad (3-2)$$

Универсальными машинами ударного действия для измельчения самых различных материалов являются молотковые измельчители. Их работа основана на принципе стесненного удара. Рабочие органы-молотки шарнирно, упруго или жестко укреплены на вращающемся с высокой частотой роторе. В зависимости от физико-механических свойств измельчаемого материала на роторе могут быть установлены гребенчатые ножи.

§ 3.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Классификация и выбор оборудования. Метод разделения жидких продуктов, в частности суспензий, выбирается в зависимости от многих факторов: характера составных частей системы, состояния фаз и пр. В зависимости от того, какая фаза движется относительно другой, различают два основных метода разделения суспензий: *осаждение и фильтрование*. При осаждении частицы движутся относительно сплошной среды, а при фильтровании дисперсионная среда проходит через концентрированную суспензию или через специально предназначенное для разделения пористое тело. Относительное перемещение фаз может происходить при воздействии на них силового поля. Осаждение, например, осуществляется под действием гравитационных или центробежных сил (возможно воздействие электрического поля), фильтрование может происходить под вакуумом, при повышенном давлении, при совместном воздействии этих факторов либо под влиянием центробежных сил.

В соответствии с этим для разделения суспензий могут быть использованы: для осаждения-отстойники, отстойные центрифуги, сепараторы, гидроциклоны; для фильтрования-фильтры, работающие под давлением, вакуум-фильтры, фильтрующие центрифуги и др. Зачастую, кроме разделения суспензий на твердую и жидкую фазы, на фильтрах и центрифугах проводят ряд сопутствующих операций: промывание и обезвоживание осадка, его удаление, регенерация фильтров и т. п.

Согласно приведенной выше классификации оборудование делится по принципу действия. По конструктивным признакам оно может быть сгруппировано несколько иначе: отстойники, фильтры, центрифуги, сепараторы, гидроциклоны и т. д. Такое деление обосновано не только конструктивными особенностями оборудования (например, наличием общих конструктивных элементов у

отстойных и фильтрующих центрифуг), но и общностью методов технологического и конструктивного расчетов.

Оборудование может быть классифицировано по назначению. В одну и ту же группу можно отнести оборудование, различающееся не только конструктивными особенностями, но и принципом действия. Например, центрифуги и барабанные вакуум-фильтры входят в группу оборудования для разделения грубодисперсных суспензий, а центробежные сепараторы и патронные фильтры-в группу оборудования для разделения высокодисперсных суспензий. Такая классификация удобна при выборе оборудования для конкретных целей.

В общем случае выбор оборудования и его эффективность зависят от множества факторов, которые в общем виде можно выделить в четыре основные группы: свойства суспензий; требования, предъявляемые к качеству осадка и фильтрата; особенности производства; технологические возможности оборудования.

Сопоставляя физические, химические и фильтрационные свойства суспензий и требования, предъявляемые к продуктам разделения, с технологическими возможностями различных типов оборудования, а также учитывая особенности цеха, в котором проектируется установка оборудования для переработки суспензий, определяют оптимальный вариант оборудования. При выборе типа оборудования учитываются также удобства его обслуживания, надежность работы и технико-экономические показатели.

Изменение хотя бы одного из факторов влечет за собой необходимость изменения не только поверхности фильтрования или числа единиц оборудования, но часто и его типа. Поэтому грамотному выбору оборудования для разделения суспензий должны предшествовать определение и фиксирование свойств суспензий, учет требований технологии и особенностей производства.

Основные виды оборудования. фильтры. Как известно, фильтрование-процесс разделения сред, состоящих из нескольких компонентов, путем пропускания их через пористую перегородку, способную задерживать

взвешенные частицы и пропускать жидкость или газ. При фильтровании отделяемые частицы чаще всего оседают на фильтрующем материале или в самом фильтрующем материале, постепенно забивая его поры.

В качестве фильтрующих материалов применяют хлопчатобумажные (бельтинг, бязь, миткаль и диагональ), искусственные (капрон и нейлон) и шерстяные ткани, плетеные и штампованные металлические сетки, песок, гравий и пористые керамические материалы. Роль фильтрующего материала играет и сам осадок. Его фильтрующая способность часто бывает выше фильтрующей способности перегородки.

В качестве вспомогательных материалов при фильтрации применяют асбест, бумажную массу, активный и костяной уголь, диатомит. Эти вещества, накапливаясь на фильтрующей перегородке, задерживают очень мелкие частицы осадка, а некоторые из них, например активный и костяной уголь, адсорбируют на своей поверхности мельчайшие твердые частицы.

На рис. 3.9 приведена классификация фильтров, наиболее распространенных в пищевой промышленности. Ниже в качестве примера будут рассмотрены некоторые конкретные конструкции фильтров.

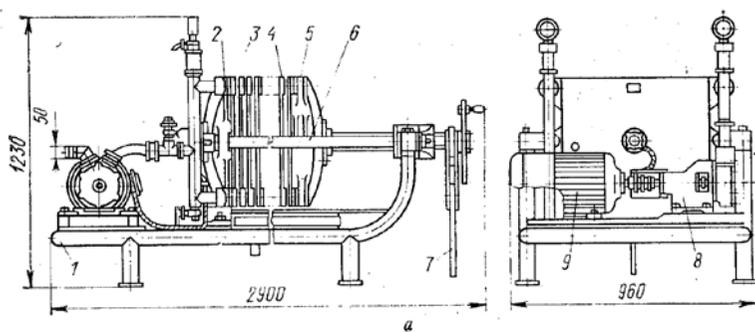
Примером фильтр-пресса с перегородками в виде асбестовых пластин может служить камерный фильтр-пресс В9-ВФС/423-53. Фильтры такого типа широко применяются для фильтрования вин, соков и других жидкостей. Фильтр-пресс (рис. 3.10, а) смонтирован на тележке 1. На ее передней части установлены электродвигатель 9 и вихревой насос 8. Упорная плита 2 и траверса с зажимным механизмом 7 закреплены болтами на раме тележки и стянуты двумя опорными балками 6, на которые ушками опираются промежуточные и нажимные плиты 3—5. Фильтрующим элементом является специальный картон, помещенный между промежуточными плитами. Набор плит в сжатом состоянии образует ряд камер, каждая из которых разделена на две половины картоном.

Со стороны нагнетательной магистрали камеры соединяются с каналами для подвода суспензии, со стороны выходной магистрали-с каналами для отвода фильтрата. Каналы образуются из отверстий в приливах промежуточных плит при зажатом наборе. Жидкость подается в фильтр вихревым насосом. Фильтрат выпускается через штуцер на выходной магистрали упорной плиты.

В верхней части упорной плиты на каналах нагнетательной и выходной магистралей установлены краны (воздушные и пробно- спускные) и манометр.

В принципе все фильтры такого типа одинаковы. Различаются они лишь чередованием в плитах отверстий или окон, их размером, арматурой, устройством основания, способом закрепления центрального шпинделя и типами механизмов для зажима пластин: механические (ручные и электрические) и гидравлические.

На рис. 3.10, б показан электромеханический зажим, состоящий из винтовой пары, приводимой в движение электродвигателем 7 через редуктор 6 посредством шестерен и зубчатого колеса 5, в ступице которого запрессована гайка 3 винтовой пары. Винт 2 имеет только поступательное движение, так как левый его конец закреплен и не проворачивается в нажимной плите, а передвигается вместе с ней. Во время зажима набора плит и рам гайка 3 и колесо 5 опираются на упорный подшипник 1, а во время отжима-на сухарь 4.



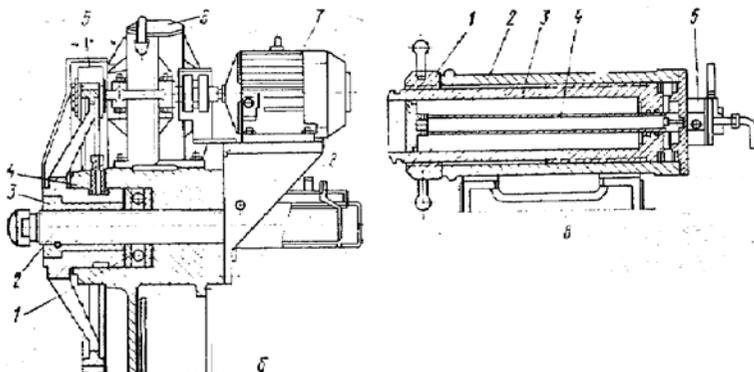


Рис. 3.10. Фильтр-пресс В9-ВФС/423-53 для соков и вин:
 а—общий вид, б—электромеханический зажим,
 в—гидравлический зажим

При достижении определенного усилия зажима электродвигатель отключается с помощью реле, которое специальным приспособлением для измерения усилия зажима отрегулировано на определенную силу тока. При отжиге электродвигатель отключается автоматически конечным выключателем 8.

Гидравлический зажим (рис. 3.10, в) состоит из гидроцилиндра 2, полого плунжера 3, штока 4 и вентиля 5. Плунжер свободным концом закрепляется в нажимной плите и перемещается вместе с ней вперед и назад под действием давления жидкости в полости плунжера. Подача жидкости в ту или другую полость регулируется вентилем 5. Плунжер в рабочем состоянии фиксируется гайкой 1. Возможны и другие конструктивные варианты.

Индивидуальный привод к гидрозажиму состоит; из насоса и электродвигателя.

Давление фильтрации можно изменять в широких пределах— от 0,1 до 0,8 МПа и более. Величину необходимого давления устанавливают опытным путем.

В последнее время в пищевой промышленности находят применение автоматизированные камерные фильтр-прессы типа ФПАКМ.

Примером фильтра, работающего под разрежением, может служить барабанный вакуум-фильтр (рис. 3.11.).

Фильтрующая перегородка 1 (рис. 3.11, а) располагается на наружной цилиндрической поверхности горизонтального вращающегося барабана 2, частично погруженного в суспензию. Пространство между фильтрующей перегородкой (основанием) и корпусом барабана разделяется продольными ребрами 3 так, что образуются изолированные секции (ячейки). Каждая ячейка имеет обводные трубки 5, которые соединяются неподвижной распределительной головкой 6 с линиями вакуума или сжатого воздуха.

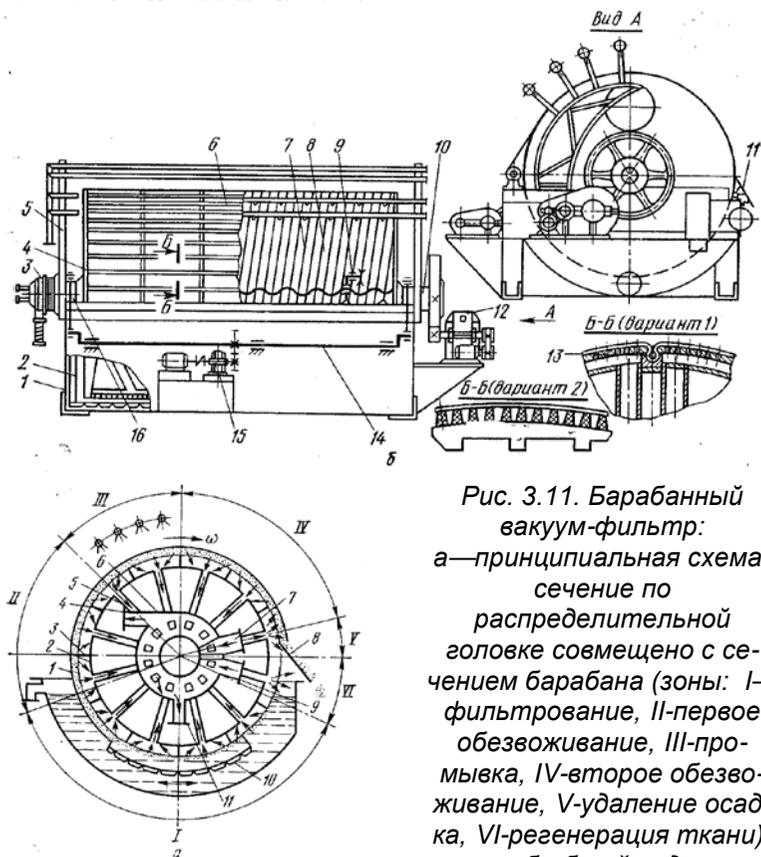


Рис. 3.11. Барабанный вакуум-фильтр:
 а—принципиальная схема-сечение по распределительной головке совмещено с сечением барабана (зоны: I—фильтрация, II—первое обезвоживание, III—промывка, IV—второе обезвоживание, V—удаление осадка, VI—регенерация ткани);
 б—общий вид

Давление фильтрации можно изменять в широких пределах— от 0,1 до 0,8 МПа и более. Величину необходимого давления устанавливают опытным путем.

В последнее время в пищевой промышленности находят применение автоматизированные камерные фильтр-прессы типа ФПАКМ.

Примером фильтра, работающего под разрежением, может служить барабанный вакуум-фильтр (рис. 3.11.).

Фильтрующая перегородка 1 (рис. 3.11, а) располагается на наружной цилиндрической поверхности горизонтального вращающегося барабана 2, частично погруженного в суспензию. Пространство между фильтрующей перегородкой (основанием) и корпусом барабана разделяется продольными ребрами 3 так, что образуются изолированные секции (ячейки). Каждая ячейка имеет обводные трубки 5, которые соединяются неподвижной распределительной головкой 6 с линиями вакуума или сжатого воздуха.

За один оборот барабана каждая ячейка проходит все операции цикла. В зоне фильтрования в полости ячейки создается разрежение, фильтрат проходит через фильтрующую перегородку и отводится через штуцер 11 распределительной головки; на поверхности ячейки образуется осадок. После выхода из суспензии ячейка вакуумируется, и из осадка удаляется остаток фильтрата. На операциях промывки и второго обезвоживания в ячейке также создается разрежение, но воздушно-водяная смесь отводится через штуцер 4 головки. В зоне съема осадка через штуцер 7 под осадок подается сжатый воздух и разрыхляет его, после чего осадок легко снимается ножом 8 или другим приспособлением. На стадии регенерации ткани (выполняется не на всех фильтрах) сжатый воздух или пар поступает в головку через штуцер 9. Качающаяся мешалка 10 предотвращает отстаивание суспензии.

Фильтры этого типа целесообразно применять при концентрации суспензии не менее 5% и скорости осаждения частиц не более 0,012 м/с. Перепад давлений в барабанных вакуум-фильтрах (0,02—0,09 МПа) зависит от

свойств обрабатываемой суспензии. Они достаточно эффективно промывают и обезвоживают осадок. Основное условие, ограничивающее применение этих фильтров, - необходимость получения осадка толщиной не менее 5 мм за время пребывания ячейки в суспензии не более 4 мин.

Конструктивно такой фильтр выполнен так. Барабан 4 (рис. 3.11, б) представляет собой горизонтальный сварной цилиндр с плоскими оребренными изнутри торцовыми стенками, к ним на болтах прикреплены правая 10 и левая 16 цапфы. Они лежат в подшипниках, смонтированных на раме фильтра. Распределительная головка 3 прижата к левой цапфе. Через нее пропущены также коллекторные трубы, соединяющие ячейки барабана с распределительной головкой. На правую цапфу насажено зубчатое колесо, передающее вращение барабану от электромеханического привода 12. На цапфах шарнирно закреплена мешалка 2, которая совершает качательное движение от кривошипно-шатунного механизма 14 и привода 15 мешалки. Рама I фильтра воспринимает нагрузки от всех узлов, массы суспензии, а также усилия в приводах.

На раме смонтирована ванна (корыто) для суспензии, фермы 5 для трубопроводов жидкости и нож 11 для съема осадка. Барабан разделен приваренными продольными ребрами 6 на ячейки. Их число колеблется от 16 до 32 для фильтров разных видов. Дренажным основанием, закрывающим ячейку сверху, может служить перфорированный лист (сечение Б—Б, вариант I) или пластмассовый (полипропиленовый) дренажный коврик, закладываемый в ячейку (сечение Б—Б, вариант J2). Коврик представляет собой решетку, на верхние продольные ребра которой уложена ткань; нижними поперечными ребрами коврик опирается на поверхность барабана. Сверху барабан закрыт фильтрующей тканью 8, закрепленной в пазах продольных ребер резиновым шнурком 13. Кроме того, поверх фильтрующей ткани барабан обвит проволокой 7 толщиной 2—3 мм.

Агрегат имеет стационарное приспособление 9 для наматывания проволоки, которое состоит из неподвижного ходового винта, закрепленного в опорах, каретки с направляющими роликами для проволоки и системой привода. Во время наматывания при вращении барабана проволока, одним концом закрепленная на нем, силой трения приводит во вращение ролик, находящийся в зацеплении с гайкой на ходовом винте, и гайка осуществляет поступательное движение каретки.

Конструктивные модификации барабанных вакуум-фильтров с наружной фильтрующей поверхностью могут различаться. Так, фильтры с большой поверхностью фильтрования и большим количеством отводимого фильтрата снабжают двумя распределительными головками. Наряду с открытыми применяют фильтры с шатровой крышей или полностью герметизированные. Используют способы съема сходящим полотном и валиком. Имеются и дисковые вакуум-фильтры. В основном барабанные фильтры применяются в сахарной промышленности.

К специфическим расчетам таких фильтров относят определение энергии на привод. Она расходуется не только на вращение барабана и мешалки, создание вакуума, приведение в движение насосов (все это подсчитывается по известным методикам), но и имеет ряд дополнительных статей расхода:

- на преодоление сопротивлений, возникающих вследствие неуравновешенности осадка на барабане фильтра;

- на срез осадка ножом;

- на преодоление сил трения прилегающих плоскостей распределительной головки.

Центрифуги. По величине фактора разделения F_p центрифуги условно делят на три класса: тихоходные ($F_p < 1000$), скоростные ($1000 < F_p < 5000$), высокоскоростные, или сверхцентрифуги ($F_p > 5000$). Разнообразие применяемых в пищевой промышленности центрифуг

нашло отражение в приведенной на рисунке классификационной схеме.

Принцип действия отстойных центрифуг периодического действия заключается в следующем. Обрабатываемая суспензия через трубу питания поступает в ротор, где под действием центробежного поля происходит разделение суспензии на твердую и жидкую фазу. По способу отвода жидкой фазы и осадка различают центрифуги с переливом и без перелива фугата через борт ротора.

В первом случае центрифугированию подвергается определенный объем суспензии, которая непрерывно подается в ротор, вращающийся с постоянной частотой. Вследствие вытеснения жидкой фазы из рабочего объема ротора поступающей суспензией фугат переливается через борт ротора, при заполнении осадком которого загрузка прекращается, а осадок удаляется механически. Во втором случае обработке подвергается также определенный объем суспензии, а продукты разделения удаляются по окончании процесса: сначала жидкая фаза, затем твердая.

Принцип действия фильтрующих центрифуг заключается в прохождении под действием поля центробежных сил жидкой фазы через дисперсный осадок, фильтрующие сита и перфорированную обечайку ротора. Суспензия через питающую трубу подается в ротор до заполнения его рабочего объема. В результате центрифугирования происходят отделение фугата, уплотнение дисперсного осадка и извлечение из него жидкости. Осадок удаляется по окончании процесса вручную после остановки ротора. Осадок получается более сухим, чем при осадительном центрифугировании.

Конструктивная особенность такой центрифуги – горизонтальное расположение оси цилиндрико конического ротора 8 и соосное расположение внутри него шнека 7. Ротор и шнек вращаются в одном направлении, но с различной частотой, в результате шнек перемещает образовавшийся осадок вдоль ротора к выгрузочным окнам 2 в узкой части ротора.

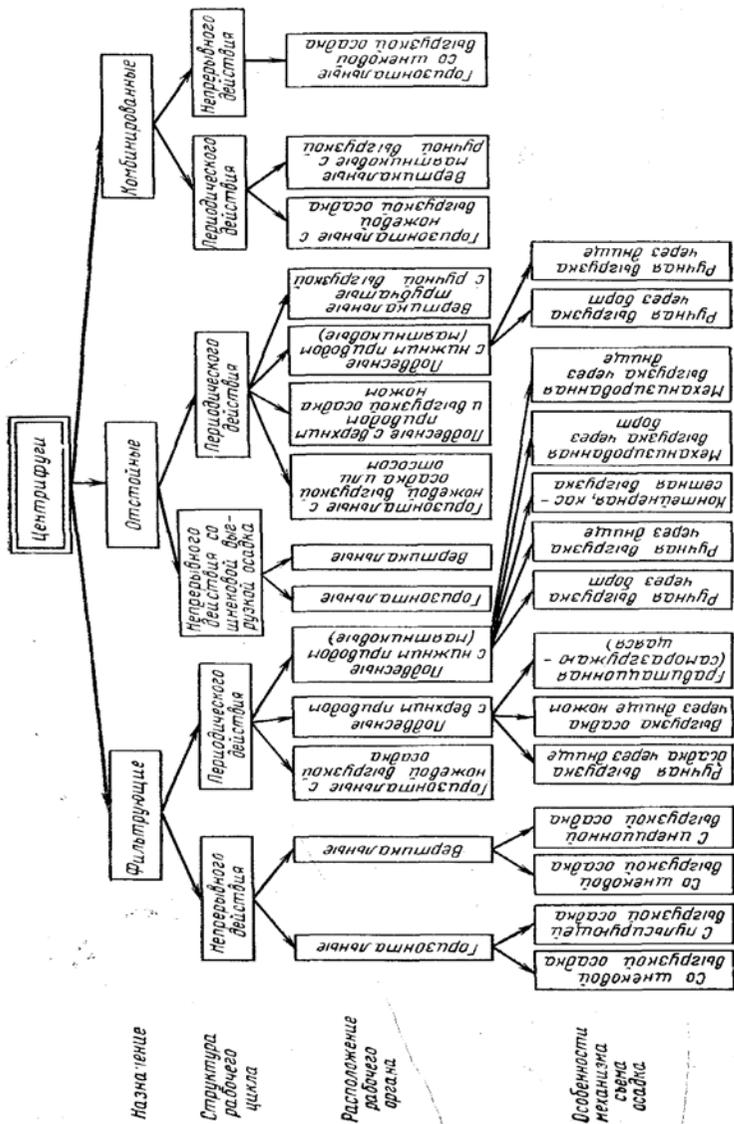


Рис. 11.4. Классификационная схема центрифуге

Примером отстойной центрифуги может служить центрифуга со шнековой выгрузкой осадка (рис.3.12).

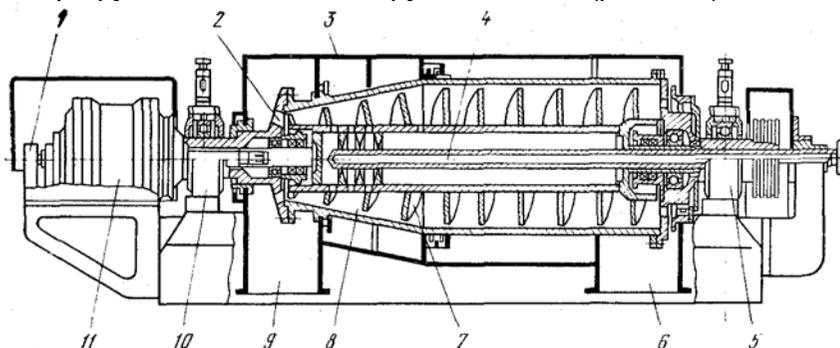


Рис. 3.12. Центрифуга со шнековой выгрузкой осадка
(конструктивная схема)

Ротор центрифуги, расположенный на двух опорах 5 и 10 приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. Привод шнека осуществляется от ротора центрифуги через специальный редуктор 11. Ротор закрыт кожухом 3 с перегородками, отделяющими камеру 9 (для осадка) от камеры 6 (для фугата). При перегрузке защитное устройство 1 выключает центрифугу, одновременно включает световой и звуковой сигналы.

При работе центрифуги суспензия по питающей трубе 4 подается во внутреннюю полость шнека, откуда через окна поступает в ротор. Осадок выгружается шнеком 7 через окна 2 в камеру 9, осветленная жидкая фаза через сливные окна на большом днище ротора-в камеру 6. Центрифуга укомплектована сменными секторами для сливных окон.

Технологический режим в этих центрифугах можно регулировать изменением скоростей подачи суспензии, частоты вращения ротора, величины диаметра сливных окон и положения питающей трубы.

Средняя производительность (в кг/с) центрифуг периодического действия по исходной суспензии или продукту в общем случае определяется по формуле

$$П = \frac{V}{\Sigma\tau}, \quad (3-3)$$

где V — фактическое количество материала, загружаемого в барабан, кг; $\Sigma\tau$ — длительность одного цикла центрифугирования, с.

Производительность фильтрующих центрифуг периодического действия может определяться и по фугату, и по осадку. В этом случае в формуле (3-3) под V понимается количество либо фугата, либо осадка, получаемых из загруженного количества суспензии.

Для ориентировочного расчета производительности (в $\text{м}^3/\text{ч}$) непрерывнодействующей отстойной центрифуги описанного выше типа со шнековой выгрузкой осадка может быть рекомендована формула

$$П = 0,96 \cdot 10^{-3} \frac{D^2 L (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{с}}) d^2 n^2}{\mu}, \quad (3-4)$$

где D и L — диаметр и длина сливного цилиндра, м; $\rho_{\text{ч}}$ и $\rho_{\text{с}}$ — плотность частиц и среды, $\text{кг}/\text{м}^3$; d — крупность разделения (диаметр наименьших осаждаемых частиц), м; n — частота вращения ротора, мин^{-1} ; μ — динамическая вязкость среды, $\text{Па}\cdot\text{с}$.

Энергия, подводимая к центрифуге непрерывного действия, расходуется на сообщение массе суспензии частоты вращения ротора; на перемещение осадка вдоль образующей ротора; на преодоление сил трения осадка о витки шнека; на преодоление сил трения суспензии о витки шнека, перемешивание суспензии и гидравлические потери в роторе; на преодоление сил трения ротора о воздух; на преодоление сил трения в подшипниках и редукторе.

§ 3.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ ФРАКЦИЙ ИЗ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРЕССОВАНИЕМ

В общем случае процесс прессования-это обработка продукта давлением при помощи специальных устройств. В частном случае при прессовании может быть поставлена цель-выделить жидкие фракции из сырья и полуфабрикатов, что можно рассматривать как один из способов разделения продуктов.

Подвергаемые в пищевой промышленности давлению массы (семена, плоды, ягоды, животные ткани и т. п.) имеют сложную клеточную структуру. Сопротивление этих структур выделению жидкости довольно значительно. Чтобы уменьшить его, продукты перед отжатием подвергают механической, гидротермической, электрической или биологической обработке, если это возможно с технологической точки зрения.

Выход отжатой жидкости зависит от многих факторов, среди которых не последнее место занимает продолжительность процесса. Так, неодинаковые результаты будут достигнуты при медленном прессовании виноградной мезги с постепенным доведением давления до 1,4 МПа и при быстром воздействии того же давления. В последнем случае наружные слои мезги, уплотняясь, препятствуют выходу жидкой фракции из всей массы. Отжимаемая жидкость должна пройти определенный путь по сложной системе капилляров, сечение которых (а следовательно, и сопротивление) в процессе отжатия меняется. В связи с этим при прессовании будет происходить фильтрация. Вместе с тем прессование (отжатие)-еще более сложный процесс, на который оказывает влияние множество неизученных факторов.

Классификационная схема основных типов прессов, применяемых для выделения жидких фракций из пищевого сырья, показана на рис. 3.12, но и она не отражает всего разнообразия конструкций.

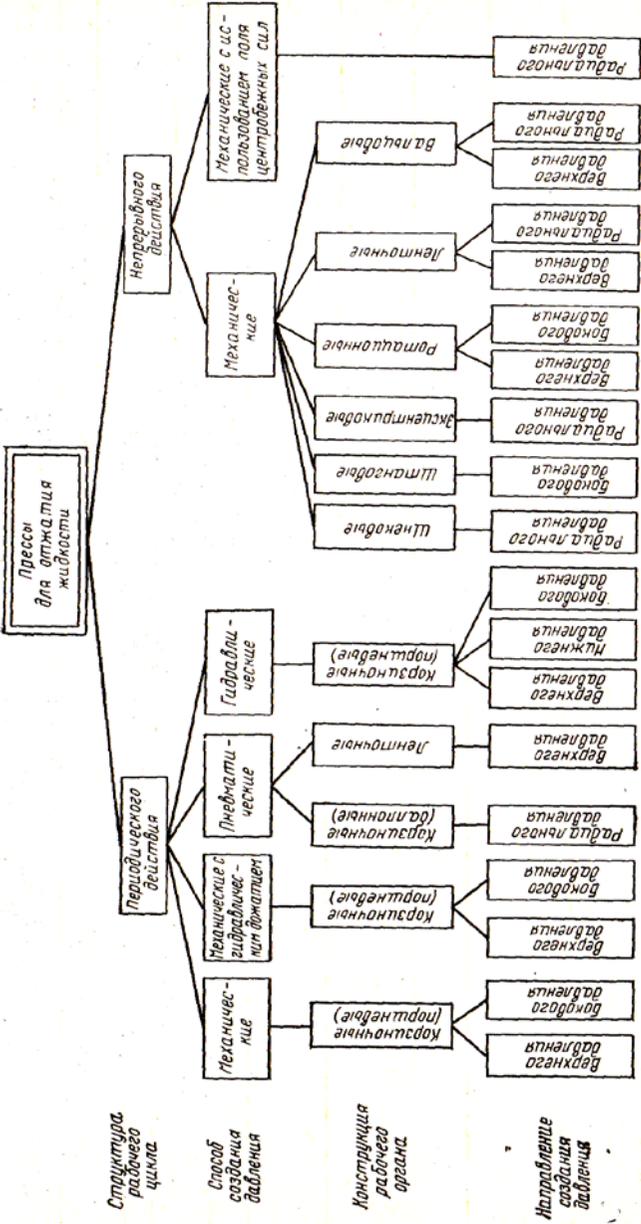
От направления создаваемого давления в прессах, предназначенных для отжатия жидкой фракции из сырья, во

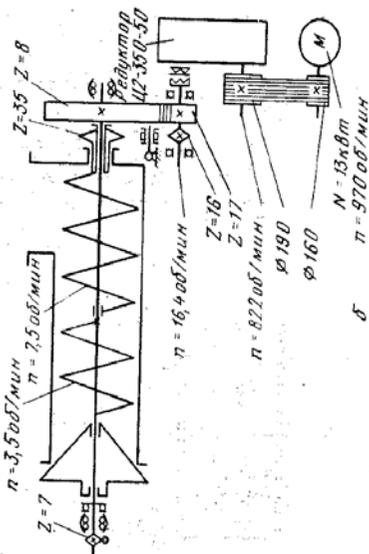
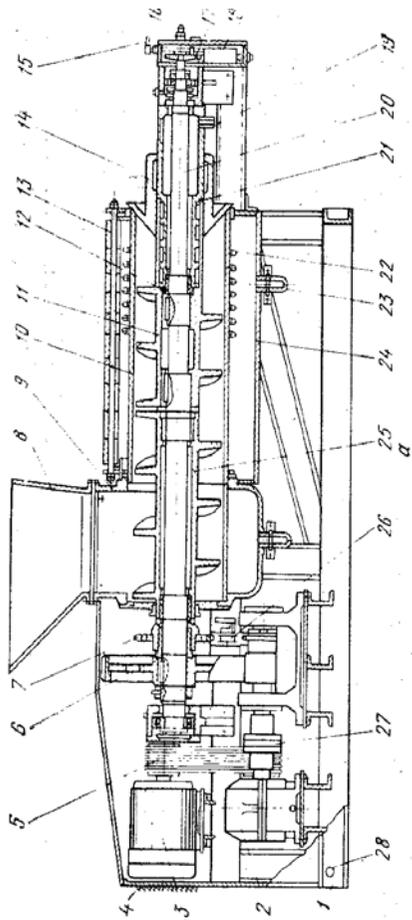
многим зависит эффективность процесса. В этом плане наиболее удачны прессы с радиальным направлением давления, так как менее всего наружные слои продукта уплотняются и менее всего запрессовывается дренажная поверхность.

В качестве примера рассмотрим конструкцию двухшнекового непрерывнодействующего пресса Т1-ВПО-20А, применяемого в виноделии для отжима сусла из виноградной мезги. Особенностью двухшнековых прессов такого типа является установка в них вдоль одной оси двух шнеков, имеющих разное направление вращения и разный заход, что способствует эффективному ворошению мезги и, следовательно, лучшему извлечению сусла.

Пресс (рис. 3.13, а) монтируется на заземляемой через устройство 28 раме 1, служащей его основанием. Привод состоит из электродвигателя 3, клиноременной передачи 5, редуктора 2, муфты 27, пары зубчатых колес 6, приводящих в движение прессующий шнек 11, закрепленный на валу 20. Транспортирующий шнек 25 приводится во вращение через цепную передачу 7 (натяжение цепи регулируется устройством 26). Привод закрыт ограждением 4.

Бункер 8 прикреплен к корпусу 9 пресса. К нему же прикреплен перфорированный цилиндр 10, стянутый обручами 22. Цилиндр прикрыт кожухом 13. К прессующему шнеку через уплотнение 12 примыкает малый цилиндр (барабан) 21, служащий для отвода сусла через патрубок 19 из камеры давления. Выход из этой камеры закрывается регулирующим давлением конусом 14. Его положение определяется положением штоков гидроцилиндров 16. Масло в гидроцилиндры нагнетается насосом 18 путем вращения звездочки 17, закрепленной на валу 20. Управление насосом осуществляется при помощи регулировочного винта 15. Основная часть сусла собирается в поддон 24 и отводится через патрубок 23. Предусмотрен отвод сусла и из корпуса.





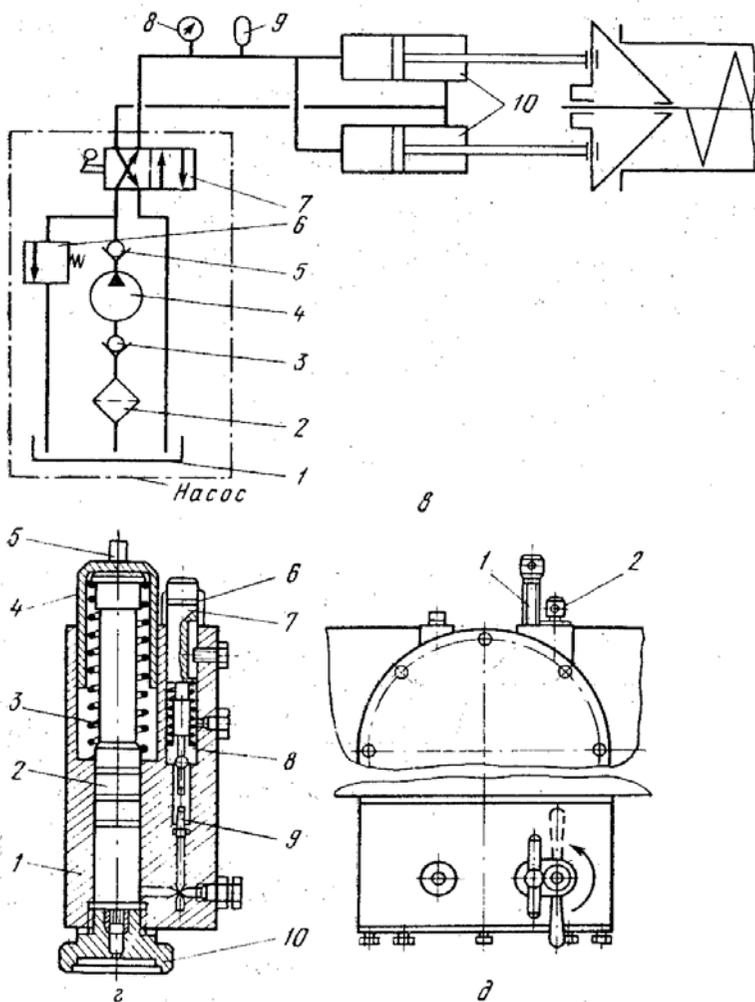


Рис. 3.13. Двухнековый пресс Т1-ВГУ-20А для виноградной мезги:
 а—общий вид, б—кинематическая схема, в—гидравлическая система, г—насос, д—панель управления гидросистемой

Пресс работает следующим образом. Мезга из бункера поступает на транспортирующий шнек, при этом часть сусла через сетку корпуса стекает в его нижнюю часть и отводится в сусло-сборник. По мере продвижения мезги транспортирующим шнеком происходит дальнейший отбор сусла, которое стекает через перфорированный цилиндр 21 в поддон. В месте перехода мезги с транспортирующего шнека на прессующий вследствие вращения шнеков в разные стороны мезга перемещивается.

При продвижении мезги прессующим шнеком, а затем в камере максимального давления происходит окончательный отбор сусла, которое стекает через отверстия цилиндра 10 в поддон, а частично через перфорацию барабана 21 внутрь его, откуда отводится в суслосборник. В зависимости от назначения на прессе можно получить до трех фракций сусла. Степень отжатия мезги обуславливается величиной кольцевого зазора между конусом 14 и торцом цилиндра 10. Величина этого зазора, а следовательно, и влажность выходящей из пресса выжимки регулируются изменением давления в гидросистеме.

На рис. 3.13, б приведена кинематическая схема этого пресса, на которой показаны привод шнеков и основные элементы передач.

Особое значение для нормальной работы шнековых прессов описанного типа имеет состояние гидросистемы. На рис. 3.13, в показаны элементы гидравлической системы пресса. Система состоит из двух гидроцилиндров 10, масляного плунжерного насоса, включающего бачок 1, сетчатый фильтр 2, всасывающий клапан 3, плунжерную пару 4, нагнетательный клапан 5, редукционный клапан 6 и распределитель 7. В схему входят также коммуникации, манометр 8 и воздушный колпак 9.

Конструкция насоса показана на рис. 3.13, а. Плунжер 2 насоса приводится в движение от звездочки, сидящей на валу прессующего шнека, через ролик и стакан 4. В нижней части корпуса 1 насоса имеется всасывающий клапан 10 с фильтрующей сеткой. В корпусе смонтированы также нагнетательный 9 и редукционный 8 клапаны, а также втулка

золотника 6 со што́ром 7 и пружина 3. Управление положением што́ра 7 осуществляется посредством винта 1 (рис. 3.13, д), вынесенного за пределы насоса (см. рис. 3.13, а, поз. 15). На рис. 3.13 д показана рукоятка 2 штока золотника. Давление в гидросистеме регулируется от 0 до 15 МПа.

При установившемся режиме излишек масла спускается через редукционный клапан в бачок. Переключение направления подачи масла в гидроцилиндр осуществляется распределителем.

Аналогичные прессы используют в консервной и других отраслях промышленности.

Точный расчет прессов для отжатия жидкости затруднен по упомянутым выше причинам. В общем случае производительность прессов периодического действия рассчитывается по формуле

$$P = m \frac{\pi D^2}{4} H \rho \varphi_3 \frac{1}{k \tau}, \quad (3-5)$$

где m — число корзин прессы; D — внутренний диаметр корзины, м; H — высота корзины (для горизонтальных прессов — длина), м; ρ — объемная масса прессуемого продукта, кг/м³; φ_3 — коэффициент, учитывающий степень заполнения корзины; k — коэффициент, учитывающий неизбежный простой прессы при его загрузке и разгрузке и перемещении корзин (для однокорзиночного прессы $k=1$ при $m=1$; или двухкорзиночного $k=1,2$ при $m=2$; для трехкорзиночного $k=1,3$ при $m=3$); τ — длительность одного цикла прессования, с.

В прессах периодического действия энергия расходуется на привод прессующей части. Этот расход определяется по необходимому усилию прессования с учетом КПД механизма и передач.

В гидравлических прессах энергия расходуется на создание давления в гидросистеме.

Полезное усилие (в Н) создается давлением рабочей жидкости на плунжер прессы:

$$P_{\text{п}} = p \frac{\pi d^2}{4} - \Sigma Gg - p \beta f b \pi d, \quad (3-6)$$

где p — удельное давление рабочей жидкости на плунжер пресса, Па; d — диаметр плунжера, м; ΣG — масса всех подвижных частей, т. е. плунжера и корзины с продуктом, кг; $g=9,81$ м/с²; β — коэффициент, характеризующий конструкцию уплотнения; f — коэффициент трения плунжера о манжетное уплотнение; b — ширина уплотнения, м.

Формула для ориентировочного определения производительности шнековых прессов (в кг/с), например описанного типа, имеет вид:

$$P_{ш} = F v_n \rho \varphi, \quad (3-7)$$

где, F — площадь поперечного сечения внутренней полости камеры прессования в месте расположения первого витка шнека, занятая продуктом, м²;

$$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (3-8)$$

где, D — наружный диаметр шнека, м; d — внутренний диаметр шнека, м; v_n — скорость поступательного перемещения продукта вдоль шнека, м/с;

$$v_n = \frac{n}{60} S, \quad (3-9)$$

n — частота вращения шнека, мин⁻¹; S — шаг первого витка шнека, мм; ρ — объемная масса продукта, кг/м³; φ — суммарный коэффициент заполнения сечения шнека и всего пресса ($\varphi = 0,25 \div 0,8$).

Коэффициент φ зависит от величины противодействия Δp (в Па), создаваемого гидравлическим регулятором на выходе из пресса,

$$q_0 = T/F, \quad (3-10)$$

где, T — усилие, прижимающее регулировочный конус, Н.

Энергия, расходуемая при работе шнекового пресса, тратится на привод шнеков, сжатие и раздавливание продукта, его перемещение и преодоление сил трения.

Кроме того, при наличии гидрорегулятора энергия тратится и на гидронасос. Определение этих составляющих производится, как правило, по эмпирическим данным.

§ 3.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ФОРМОВАНИЕМ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПУТЕМ ВЫДАВЛИВАНИЯ (ЭКСТРУЗИИ)

Механическая переработка сырья и полуфабрикатов при получении различных пищевых продуктов-чрезвычайно распространенный технологический прием. Следует заранее оговориться, что, как правило, этой технологической операции сопутствуют и другие, например тепловое воздействие или биохимические преобразования. Однако при изучении процессов механической переработки следует учитывать вероятность того, что могут иметь место технологические операции, цель которых-механическое воздействие на перерабатываемый продукт.

Здесь рассматривается отдельная группа оборудования, осуществляющего механическую переработку с целью придания полуфабрикату формы, в отличие от тех видов машин, где задачей механической обработки является или разделение целого куска полуфабриката на части, или, наоборот, соединение отдельных компонентов сырья в целый полуфабрикат.

В различных отраслях пищевых производств имеется множество машин, которые перерабатывают сырье формованием. Это могут быть прессы, на которых из тестовой массы формуют сырые макаронные пряди.

В кондитерском производстве работают машины, которые на полуфабрикат печенья специальным штампом наносят рисунок. В сахарорафинадном производстве используются прессы, на которых из рафинадной каши отпрессовываются изделия в виде кусков сахара, направляющиеся после прессы на сушку.

В кондитерском производстве большое распространение получили машины для штампования из тестовой массы в виде листа заготовок для печенья, которым придается форма пластинок с нанесенными на них рисунком или надписью.

В хлебопекарном производстве формируются сухарные плиты, пряники, изделия типа розанчика, соломка и др.

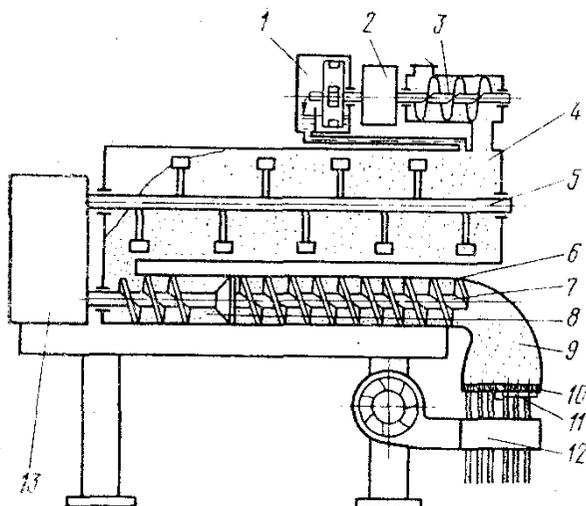
Все перечисленные машины формируют изделия, но они по-разному воздействуют на перерабатываемый продукт. Для уяснения принципов работы оборудования составим классификацию оборудования, сгруппировав его по конструктивным признакам и особенностям формования.

Макаронный пресс. Практически все макаронные изделия в производственных условиях сегодня получают на прессах методом выдавливания или экструзии. На рис. 3.14 приведена схема чрезвычайно распространенного и по сей день шнекового макаронного пресса ЛПЛ-2М. На этой машине совершается целый ряд операций, которые в других ситуациях выполняются отдельными самостоятельными машинами.

Пресс осуществляет непрерывное дозирование основных компонентов-воды и муки. Из этих компонентов на нем же замешивается тесто, которое затем подпрессовывается, как раньше делали тестокаты и вальцовки. Только что вышедшие из формирующих отверстий влажные жгуты обдуваются горячим воздухом для подсушки. Далее все на той же машине осуществляется резка жгутов.

При выработке длинных изделий жгуты перед резкой развешиваются на бастуны для транспортирования в сушильные камеры.

Пресс ЛПЛ-2М состоит из следующих узлов: дозатора муки и воды, тестосмесителя, прессующего шнека, прессующей головки, матрицы, обдувочного и отрезного устройств.



*Рис. 3.14. Схема шнекового макаронного пресса ЛПЛ-2М:
 1—дозатор воды, 2—привод дозаторов, 3—дозатор муки, 4—
 тесто-смеситель, 5—вал смесителя, 6—шнековый канал, 7—
 прессующий шнек, 8—вакуумирующее устройство, 9—
 прессующая головка, 10—матрица, 11—отрезное устройство,
 12—обдувочное устройство, 13—привод*

Мука дозируется шнековым устройством, совершающим прерывистое вращение, частота которого вместе с геометрией шнека определяет расход муки. Вода дозируется путем поддержания определенного уровня воды в емкости, из которой она забирается вращающимся барабанным устройством.

В корытообразной емкости помещен вал с лопатками, плоскости которых развернуты таким образом, что составляют как бы отдельные участки шнека на валу. Это обеспечивает не только перемешивание, но и транспортирование полуфабриката от того места месильного корыта, где установлены дозаторы муки и воды, к противоположному краю, где в дне имеется выпускное отверстие. Тесто из месильного устройства поступает в

шнековый канал, по которому перемещается к прессующей головке. По мере движения в прессующем корпусе тесто проходит вакуумирующее устройство.

Прессующая головка представляет собой куполообразную емкость, в нижней части которой расположена матрица-пластина круглой формы с формирующими отверстиями. В зависимости от формы отверстий выпрессовываются те или иные изделия— от вермишели и лапши до ракушек и макаронных трубок.

Сырые жгуты отформованного полуфабриката обдуваются теплым воздухом, что способствует образованию на поверхности полуфабриката корочки, предохраняющей изделия от склеивания при дальнейшей их обработке. Отрезное устройство отделяет от непрерывно выпрессовываемых жгутов изделия определенной длины, которые для окончательной обработки направляются в сушильные камеры.

Более совершенные современные прессы отличаются от прессы ЛПЛ-2М числом и конструкцией шнеков, месильных корыт и наличием ряда дополнительных устройств. Принцип переработки сырья с целью получения сырого полуфабриката в них такой же.

Машина ШВФ-22 для формования корпусов конфет. На рис. 3.15 приведена конструктивная схема машины ШВФ-22. В бункер помещается приготовленная конфетная масса. Рифленные валки подают ее в шестеренный нагнетатель, который направляет массу в предматричную зону и в конце концов выдавливает ее непрерывными жгутами через отверстия (в данной машине их 22) круглой или прямоугольной формы. Для сохранения формы жгуты с помощью транспортной ленты подаются в холодильные шкафы. После охлаждения жгуты режутся на корпуса определенной длины, которые поступают в глазировочную машину, в случае формования батончиков-непосредственно на заверточные автоматы.

Машины подобного принципа действия широко распространены в кондитерской промышленности.

Принципиальное различие отдельных конкретных машин состоит в неодинаковой конструкции нагнетательных устройств (шестеренное, шнековое, валковое и пневматическое, которым формируют нежные конфетные массы).

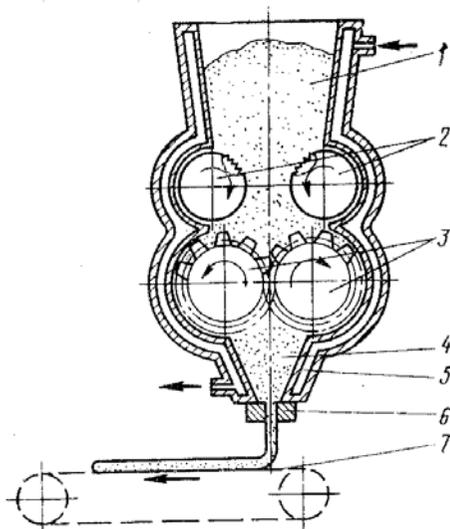


Рис. 3.15. Схема роторно-шестеренного экструдера ШВФ-22:

1—приемной бункер, 2—рифленные валки. 3—шестеренный нагнетатель, 4—предматричная камера, 5—обогревательная рубашка. 6—формирующий канал, 7 - транспортерная лента

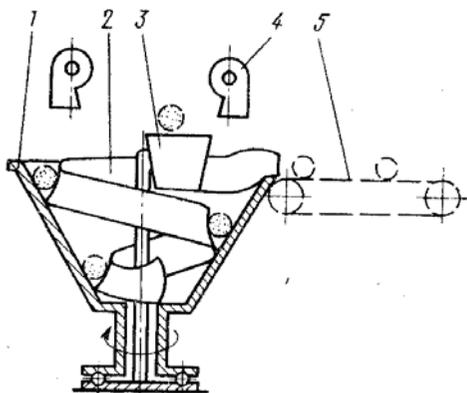


Рис. 3.16. Схема тестоокруглительной машины:

1—чугунная чаша. 2—спиральный желоб, 3—приемная воронка, 4—обдувочное устройство, 5—транспортерная лента

Тестоокруглительная машина ХТО. Для придания отдельным кускам теста, вышедшим из тестоделителя, шаровой формы используют округлительные машины. На рис. 3.16 приведена схема тестоокруглительной машины ХТО, представляющей собой вращающуюся чугунную чашу, внутри которой расположен неподвижный спиральный желоб. Куски теста неправильной формы поступают на дно вращающейся чаши и перемещаются, перекатываясь по спиральному желобу, образованному в месте стыка спирали и чаши. Доходя до верхней части желоба, куски теста приобретают шарообразную форму.

Классификация оборудования. В соответствии с программой курса формующее оборудование предлагается классифицировать так:

1) оборудование для формования путем штампования (прессования) с целью придания полуфабрикату определенной формы, изменения его плотности;

2) оборудование для формования путем экструзии (выдавливания) через формующее отверстие матрицы различными нагнетателями (шнековым, валковым, поршневым, шестеренным и др.);

3) оборудование для формования путем округления, раскатки, вытяжки и др.

В процессе переработки с целью формования в оборудовании первой группы (для штампования) сырье или полуфабрикат находится в замкнутом объеме, в котором создается определенное давление. Во второй группе оборудования—для экструзии— характерно, что на сырье или полуфабрикат оказывается также воздействие давления, но объем, в котором находится перерабатываемый продукт, имеет определенной формы и размеров отверстие, через которое происходит выдавливание. Наконец, в третьей группе оборудования-для округления, раскатки и т. д.-продукт воспринимает давление по плоскостям или даже линиям и точкам, не находясь в замкнутом объеме.

В этой связи можно предложить называть по-новому эти классификационные группы:

- 1) оборудование для формования путем выдавливания (рис. 3.17, а);
- 2) оборудование для формования путем сдавливания (рис. 3.17, б);
- 3) оборудование для формования путем надавливания (рис. 3.17, в).

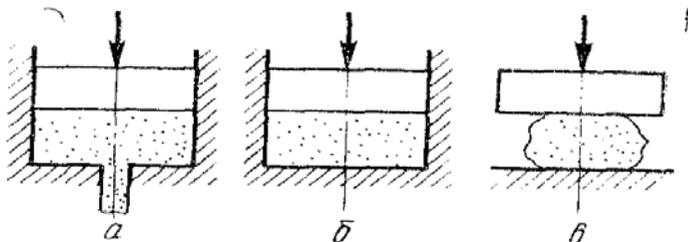


Рис. 3.17. Схема трех классификационных групп формующего оборудования

Наиболее широко представлены среди формующих машин экструдеры-машины, где формование ведется выдавливанием. Методика расчета экструдеров разработана достаточно полно. Эти формующие машины весьма перспективны.

Выдавливающие машины (прессы, экструдеры) представляют собой достаточно большую группу перерабатывающих машин пищевой промышленности, в которых осуществляется процесс выдавливания жгутов перерабатываемой массы через формующие отверстия матрицы. Формование экструзией имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами: возможность осуществлять процесс непрерывно и с высокой скоростью, что упрощает задачи по созданию поточно-механизированного производства и автоматизации процесса и др. В макаронном производстве на них практически формируют все изделия-трубчатые, сплошные, фигурные и др. Экструдеры используют в кондитерской промышленности, например, для формования корпусов конфет из пралиновых масс, а на отсадочных машинах (которые тоже являются

экструдерами) получают корпуса конфет типа сливочной помадки и трюфелей. Экструдеры используются при производстве колбас, дозировании и формовании сливочного масла, мыла, творога. В хлебопекарной промышленности экструдеры являются основной частью многих тестоделителей. Экструдеры используют при производстве пирожков, пончиков, кукурузных палочек, соломки и хрустящих хлебцев.

Используемые в пищевой промышленности экструдеры довольно разнообразны по конструктивному оформлению. Но все они имеют формирующий элемент-матрицу, которая формой и размерами отверстий определяет поперечное сечение экструдированного жгута, и нагнетатель, который должен создать в экструдированной массе необходимое давление для того, чтобы вызвать ее течение через отверстия матрицы с желаемой скоростью.

Простые цилиндрические отверстия используются при формовании сплошных изделий. Форма поперечного сечения таких отверстий бывает круглая, прямоугольная, квадратная или более сложная. Форма отверстия, определяя форму поперечного сечения выпрессовываемого жгута, из которого после отрезки получают отдельные изделия, обуславливает внешний вид полуфабриката.

Сложные отверстия с вкладышами применяются при формовании полых изделий.

При выборе материала для матрицы необходимо выяснить, является ли перерабатываемый продукт агрессивной средой (макаронное, хлебопекарное тесто и др.). Материал должен быть коррозиестойким, обладать антиадгезионными свойствами и высокой прочностью.

Для изготовления матриц экструдеров для пищевой промышленности наиболее часто применяются латунь, бронза (особенно твердая фосфористая), нержавеющая сталь марки 1Х18Н9Т или хромистая марок 2Х13, 3Х13 и др.

Чтобы снизить прилипаемость формируемого продукта, отверстия полируют и хромируют. Широко применяют в настоящее время матрицы, состоящие из металлической обоймы и сменных вставок. Благодаря достаточной

прочности металлические обоймы воспринимают давление материала (продукта) перед входом в матрицу. Вставки представляют собой сменные гильзы с формующими отверстиями; изготавливаются из пластмасс (тефлон, альгофон и др.) с сильно выраженными антиадгезионными свойствами. Выпрессованные через такие отверстия изделия имеют гладкую, лощеную поверхность. Из-за относительно малого сопротивления движению применение этих пластмасс позволяет существенно увеличить скорость выпрессовывания.

Другим преимуществом составных матриц является возможность при одной и той же обойме сменой вставных гильз получать изделия различного сечения.

Форма и размеры предматричной камеры зависят от свойств перерабатываемого продукта, типа и размеров нагнетающего механизма и должны способствовать выходу выпрессовываемой массы через каналы матрицы с возможно более равномерной скоростью, а также препятствовать образованию застойных зон.

Нагнетатель экструдера может быть периодического действия (например, отсадочные машины с периодическим движением нагнетателя) или непрерывного действия (машины, выпрессовывающие бесконечные жгуты или пласты формуемой массы, которые затем разрезают на отдельные куски-заготовки).

Выбор нагнетателя зависит как от свойств перерабатываемой массы, так и от технологических требований к ее обработке. В этом смысле нельзя считать, что какой-то тип нагнетателя лучше других во всех случаях, а также нельзя думать, что используемый в данный момент в промышленности для определенных целей тип нагнетателя всегда выбран правильно и является наилучшим и незаменимым. Тем более, что часто для одной и той же цели используются различные типы нагнетателей. Примером могут служить экструдеры тестоделительных машин, в различных конструкциях которых для нагнетания теста используют шнековый, валковый, поршневой и другие нагнетатели.

И все же некоторые общие рекомендации по выбору типа нагнетателя могут быть сформулированы.

Поршневые и валковые нагнетатели оказывают щадящее воздействие на перерабатываемый продукт, и, следовательно, их целесообразно использовать для формирования масс нежной консистенции. Целесообразно использовать их в тех случаях, когда нет необходимости процесс формирования совмещать с процессами смешивания и гомогенизации, для осуществления которых гораздо лучше использовать шнековые и шестеренные нагнетатели.

Использование поршневого нагнетателя нецелесообразно при включении экструдера в поточную линию, так как это нагнетатель периодического действия. Применение формующей головки с многими цилиндрами и нагнетающими поршнями (револьверная головка) с целью получения непрерывного процесса не оправдано при наличии более простых непрерывнодействующих нагнетателей. Поршневые нагнетатели используются в процессах, близких к отливке.

Валковые нагнетатели лучше всего применять в машинах без матрицы как каландры (каландрование рассматривается как частный случай экструзии) в тех случаях, когда необходимо получить полуфабрикат в виде ленты, например для формирования сухарных плит, тонких листов теста для национальных сортов пирожных или для формирования тестовой ленты в бисквитном производстве, из которой впоследствии штампуют отдельные бисквиты. Толщина слоя (ленты) при безматричном формировании определяется расстоянием между формующими валками.

Недостатком валкового нагнетателя при применении его для формирования через матрицу является «мягкая» расходно-напорная характеристика, т. е. резкое падение производительности при увеличении сопротивления на выходе. В экструдерах с валковым нагнетателем лучше всего использовать прямоугольные матрицы, имеющие ряд (ряды) отверстий, равномерно распределенные по длине, или общий щелевой канал по всей длине матрицы, равной длине валков. Необходимо помнить, что про-

изводительность и устойчивая работа валковых нагнетателей зависят от стабильности их питания.

Шестеренные нагнетатели целесообразно применять для формования однородных и гомогенных материалов. Их недостатком является пульсация создаваемого давления.

Шнековые нагнетатели с зацепляющимися шнеками работают как шестеренные и, следовательно, имеют такие же недостатки— их нельзя использовать для формования масс с твердыми включениями, которые могут разрушаться и измельчаться.

При использовании одношнековых и многошнековых нагнетателей с незацепляющимися шнеками вынужденный характер движения материала выражен в значительно меньшей степени.

Одношнековые нагнетатели хорошо работают в сочетании с круглой матрицей и являются перспективными для формующих машин в пищевых производствах. Нельзя, однако, считать удачным использование шнекового нагнетателя с прямоугольной матрицей, так как в этом случае невозможно обеспечить равномерность скорости выпрессования по ее длине.

Шнековые экструдеры. Нагнетатели шнекового типа наиболее характерны для экструзионной техники. Они получили широкое распространение в пищевых производствах. Этим объясняется то, что накоплен большой практический опыт их конструирования и расчета.

Первыми шнековыми экструдерами считаются экструдеры для резиновых шлангов и для наложения кабельной изоляции, появившиеся в середине XIX в. К тому времени относится и создание первого двухшнекового пресса (1869 г.) в Англии для производства колбас.

Развитие шнековых экструдеров в различных областях техники связано с внедрением непрерывных методов производства.

К достоинствам шнекового нагнетателя относятся также простота загрузки его материалом, возможность создания необходимого для прессования устойчивого, лишенного пульсаций давления, возможность

термостатировать перерабатываемый материал во время перемещения его по каналу шнека, возможность проводить одновременно с выпрессовыванием и некоторые другие технологические операции-смешение, диспергирование, дегазацию.

На рис. 3.18 представлена схема одношнекового экструдера. Перерабатываемый материал подается в загрузочную воронку 5 и при вращении шнека 4 внутри цилиндрического корпуса 3 захватывается им, проталкивается по шнековому каналу вперед и нагнетается в предматричную камеру 2. Она заканчивается матрицей 1, через отверстия которой выдавливаются продукты.

Загрузочная воронка должна обеспечить запас материала и гарантировать непрерывную его подачу на шнек в необходимом количестве. Даже кратковременное прекращение подачи приводит к падению давления в предматричной камере и колебанию сечения выпрессовываемого жгута (пласта). В связи с этим иногда при формовании материалов со значительной вязкостью в воронке устанавливают питающее устройство (конический шнек, вал с лопатками и т. п.), которое создает подпор и проталкивает материал к шнеку для лучшего заполнения винтового канала.

Шнек является важным рабочим органом экструдера, производительность и устойчивость работы которого зависят от конструкции и размеров.

Основной определяющей характеристикой шнека является его диаметр D , т. е. внешний диаметр винтовой нарезки. Диаметр шнека выбирается в зависимости от вида и свойств перерабатываемого продукта, типа получаемого жгута (изделия) и от требуемой производительности экструдера.

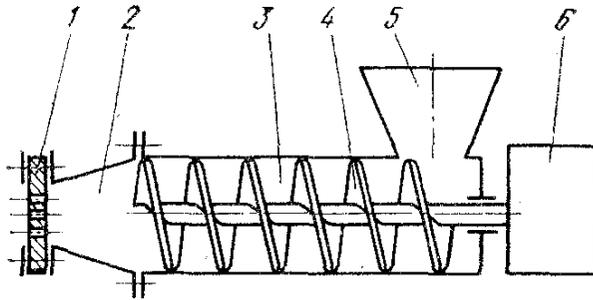


Рис. 3.18. Схема одношнекового экструдера:
 1—матрица, 2 - предматричная камера, 3—цилиндрический корпус, 4—нагревающий шнек, 5—загрузочная воронка, 6—привод

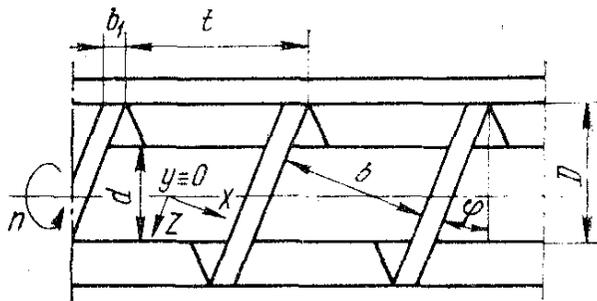


Рис. 3.19. Основные геометрические параметры шнекового нагнетателя

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПУТЕМ СДАВЛИВАНИЯ (ПРЕССОВАНИЯ)

Прессовое оборудование, в котором обрабатываемый продукт находится в замкнутом объеме и подвергается воздействию давления, широко распространено в пищевой промышленности.

Вопрос определения производительности в данном случае не является определяющим, лимитирующим. Как правило, она может быть просто выбрана. Однако и здесь возможны неожиданные осложнения. В свое время были

изучены возможности повышения производительности карамелеформирующих машин, в которых изделие помещали в замкнутом объеме, что придавало ему определенные форму и размеры.

Аналогичную задачу изучали при исследовании машины, штампующей хлебобулочные изделия розанчик. Задача и там, и здесь состояла в том, чтобы, воздействуя на полуфабрикат давлением, придать ему определенную форму. Если бы полуфабрикат обладал упругими свойствами, то, естественно, придать ему форму не удалось бы - после снятия нагрузок он возвращался бы к первоначальным размерам и форме. Другая крайность - материал идеально пластичен, здесь не возникал бы вопрос о сохранении формы. При любом воздействии рабочих органов, сообщающих полуфабрикату требуемую форму (любом по длительности воздействия), изделие сохраняло бы приданную ему форму после снятия нагрузок.

На практике полуфабрикат представляет собой сложное реологическое тело, обладающее комплексом упруговязкопластичных свойств. Здесь можно ожидать явления запаздывающей упругости, т. е. упругого восстановления формы и размеров, происходящего не мгновенно, а в течение некоторого времени. Решать задачу создания хорошей формирующей машины надо в этом случае, начав с определения такой характеристики перерабатываемого продукта, как время релаксации. Конструирование рабочих органов надо вести с учетом того, что, если время воздействия рабочих органов мало по сравнению со временем релаксации, полуфабрикат проявит упругие свойства и его вряд ли удастся сформовать. Если время воздействия равно или больше времени релаксации, формование пройдет успешно. Таким образом, в данном случае производительность машины определяется свойствами перерабатываемого продукта непосредственно.

Имеется прессующее оборудование, в котором существенна плотность продукта в результате сдавливания, например машина для прессования сахара-рафинада или различного рода гранулирующие и таблетлирующие машины.

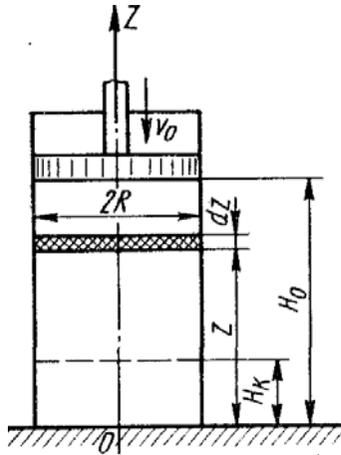


Рис. 3.20. Расчетная схема для случая прессования таблеток прессования кольцевого сечения

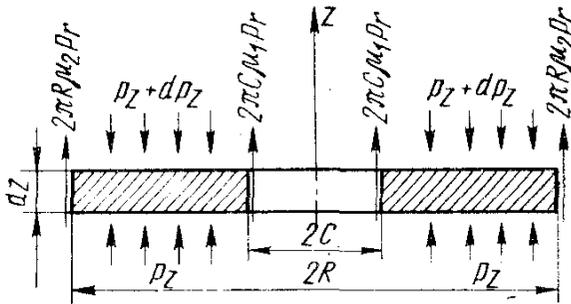


Рис. 3.21. Расчетная схема для случая таблеток круглого сечения

Рассмотрим процесс получения гранул в виде таблеток круглой и кольцевой формы. Выбираем цилиндрическую систему координат r , ϕ , z . Сыпучий материал помещаем в пресс-форму (рис. 14.7), где под действием пуансона,двигающегося вниз со скоростью v_0 , среда уплотняется и спрессовывается. Обозначим через H_0 первоначальную высоту сыпучего материала, через H_k

конечную; $\mathcal{G}_r, \mathcal{G}_\phi$ и \mathcal{G}_z — составляющие скорости по координатам r, ϕ, z .

Из условия неразрывности материала следует

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (\rho r v_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \phi} (\rho v_\phi) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho v_z) = 0. \quad (3-11)$$

Поскольку процесс осесимметричен, окружная скорость $\mathcal{G}_\phi = 0$, а также все производные по углу ϕ равны нулю. Кроме того, считаем, что $\mathcal{G}_r > \mathcal{G}_z$ что соответствует физическому явлению. С учетом принятых допущений из (3-11) имеем

$$\frac{\partial}{\partial z} [\rho v_z] = 0, \quad (3-12)$$

где, ρ -переменная плотность среды.

Примем, что плотность по высоте z меняется по закону

$$\rho(z) = \rho_c \frac{H_0}{z}; \quad \rho_c = \text{const}. \quad (3-13)$$

Из выражения (3-12) имеем $\rho \mathcal{G}_z = \text{const}$. Решая совместно (3-12) и (3-13), получим

$$v_z = C z. \quad (3-14)$$

Постоянную интегрирования C определим из условия: при $z=H_0$ $\mathcal{G}_z = -\mathcal{G}_0$; минус показывает, что движение происходит в сторону, противоположную положительному направлению оси Z . В дальнейшем знак «минус» будем опускать.

Определив постоянную C и подставив в (3-14), получим

$$v_z = \frac{v_0}{H_0} z. \quad (3-15)$$

Выражения (3-11)—(3-15) получены вне зависимости от геометрических размеров таблетки, следовательно, они

являются общими уравнениями при прессовании в кольцевых и круглых пресс-формах.

§ 3.6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ СОЕДИНЕНИЕМ

ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Принципы и классификация оборудования

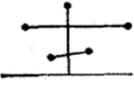
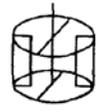
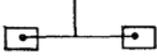
Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов соединением широко применяется во всех пищевых производствах. Оно разнообразно по конструкции, имеет в различных отраслях свою специфику.

К этому виду оборудования относятся месильные и взбивальные машины, гомогенизаторы, перемешивающие и другие устройства. Сюда можно отнести также прессы для таблетирования, машины для упаковки, фасовки и т. п.

При классификации оборудования, рассматриваемого в данной главе, могут быть использованы различные принципы.

Если исходить из того, что основным типом данной группы оборудования являются различные смесители, и придерживаться их деления по конструкции рабочего органа-мешалки, можно предложить классификацию, приведенную в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Классификация мешалок по конструктивным признакам

Схема	Название	Схема	Название
	Якорная		Шнековая
	Рамная		Ленточная
	Лопастная		Клетьевая
	Турбинная		ПроPELLерная
			Z-образная

На практике проблемы перемешивания зачастую решаются не на научной основе, а на основе инженерного опыта.

Из соображений конструктивной однотипности и единой теории ниже будут рассмотрены устройства для переработки продуктов с конечной динамической вязкостью не более 100 Па·с, считая это условной границей по консистенции между жидкими и тестообразными продуктами.

Известно, что степень перемешивания в системе зависит от интенсивности образования вихревых потоков мешалкой. Чем больше соотношение движущих сил и сопротивления, тем выше степень перемешивания.

Характерным параметром процесса перемешивания в системах с жидкой фазой обычно считают окружную скорость мешалки (в м/с)

$$v = \pi D_m \omega, \quad (3-16)$$

где,

D_m — диаметр мешалки, м; ω — угловая скорость мешалки, с⁻¹.

Принято, что диаметр турбины составляет $\frac{1}{3}$ диаметра аппарата. Для турбинных мешалок верхний предел перемешивания достигается при окружной скорости и $\sigma = 5,6$ м/с, что для объема аппарата $V=76$ м³ соответствует $n=1,17$ об/с, а при $V=0,0038$ м³ $n = 31,8$ об/с.

Мощность N , затрачиваемая на перемешивание, зависит от ряда параметров:

$$N = f(n, D_m, S, \mu, g), \quad (3-17)$$

где, S, μ - плотность и вязкость жидкости; g - ускорение свободного падения.

Можно записать

$$N = C n^a D_m^b S^c \mu^d g^e, \quad (3-18)$$

где, C -константа; a, b, c, d, e -экспериментальные величины.

Если выразить размерность каждого члена в единицах массы M , длины L и времени T

$$\frac{ML^2}{T^3} = \left(\frac{1}{T}\right)^a (L)^b \left(\frac{M}{L^3}\right)^c \left(\frac{M}{LT}\right)^d \left(\frac{L}{T^2}\right)^e \quad (3-19)$$

и приравнять показатели степени у M, L и T , можно получить:

$$1 = c + d \quad (\text{для } M); \quad 2 = b - 3c - d + e \quad (\text{для } L); \\ -3 = -a - d - 2e \quad (\text{для } T),$$

$$\text{тогда } c = 1 - d; \quad b = 5 - 2de; \quad a = 3 - d - 2e.$$

Мощность можно выразить через значения степеней:

$$N = c n^{3-d-2e} D_m^{5-2d-e} S^{1-d} \mu^d g^e. \quad (3-20)$$

После преобразования формулы (5)

$$\frac{N}{Sn^3 D_M^5} = C \left(\frac{Sn D_M^2}{\mu} \right)^{-d} \left(\frac{n D_M}{g} \right)^{-e}. \quad (3-21)$$

Обозначив $K_N = \frac{N}{Sn^3 D_M^5}$, можно получить

$$K_N = f(\text{Re}, \text{Fr}), \quad (3-22)$$

где K_N — критерий мощности; Re , Fr — критерии Рейнольдса и Фруда.

При описании систем с отражательными перегородками, предотвращающими образование центральной вихревой воронки, необходимость в использовании критерия Фруда отпадает. Расчеты быстроходных и тихоходных перемешивающих устройств имеют свои особенности.

Для определения сил, действующих на лопасти быстроходных мешалок (рис. 3.27), можно использовать формулы:

$$P_z = K_z S n^2 D^4; \quad (3-23)$$

$$P_t = K_t S n^2 D^4; \quad (3-24)$$

$$K_z / K_t = P_z / P_t = \text{ctg } \alpha; \quad (3-25)$$

$$\text{Re} = S n D^2 / \mu; \quad (3-26)$$

$$K_z = f(\text{Re}), \quad (3-27)$$

где P_z и P_t — осевая и окружная силы; K_z и K_t — коэффициенты; α — угол наклона лопасти.

Вычислив критерий Рейнольдса по графику на рис. 3.28, можно определить коэффициент K_z , затем по формуле (3-25) — коэффициент K_t ; по формулам (3-23) и (3-24) — величины P_z и P_t .

Для аппаратов с отражательными перегородками при $\text{Re} \leq 300$ $K_z = A \text{Re}$, для $\text{Re} > 300$ $K_z = B = \text{const}$. Для винтовых мешалок $A=1,0$, $B=0,2$; для шестилопастных $A=2,0$, $B=0,4$; для трехлопастных ($\alpha = 24^\circ$) $A=8,0$ и $B=0,45$.

Расчет лопасти можно провести, определив критерий мощности K_N по графикам на рис. 3.28.

Мощность определяют по формуле

$$N = K_N S n^3 D^5_m. \quad (3-28)$$

Определив силы P_z и P_t и мощность N , можно рассчитать вал мешалки на виброустойчивость, жесткость, прочность и т. д. по формулам, известным из курсов сопротивления материалов и деталей машин.

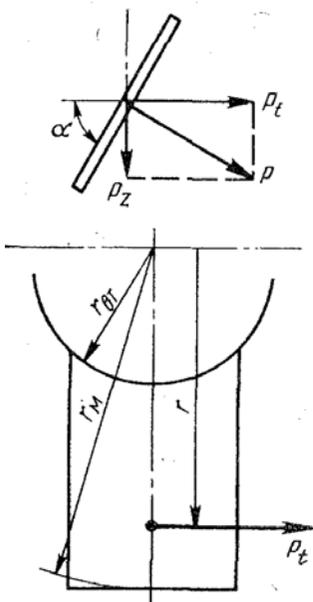


Рис. 3.27. Схема сил, действующих на лопасть мешалки

При расчете мешалки для дисперсных систем необходимо сделать перерасчет плотности и коэффициентов вязкости.

Для дисперсных систем плотность S рассчитывают по формулам:

$$S = \varphi S_\phi + (1 - \varphi) S_c; \quad (3-29)$$

$$P = V_{\phi} / (V_{\phi} + V_c), \quad (3-30)$$

где S_{ϕ} и S_c — плотности дисперсной фазы, дисперсионной среды; V_{ϕ} — объемная доля дисперсной фазы, дискретно распределенной в дисперсионной среде объемом V_c ; φ — объемная доля дисперсной фазы.

Формула (3-29) справедлива также при определении плотности взаиморастворимых и взаимосмешиваемых жидкостей.

Смеси могут быть суспензиями (системы твердое тело-жидкость); эмульсиями (системы жидкостей, нерастворимых одна в другой); взаимосмешивающимися и взаиморастворяющимися (системы жидкость-газ).

Для суспензии при $\varphi \leq 1$ коэффициент динамической вязкости μ вычисляется по формуле:

$$\mu = \mu_c (1 + 2,5\varphi), \quad (3-31)$$

где, μ_c — коэффициент динамической вязкости сплошной вязкой среды.

$$\mu = \mu_c (1 + 4,5\varphi) \quad \text{при } \varphi \geq 1. \quad (3-32)$$

Установлено множество зависимостей, учитывающих влияние различных факторов на вязкость.

Для эмульсий:

$$\mu = \mu_c \quad \text{при } \varphi \leq 0,3;$$

$$\mu_c = \mu_{\phi} \quad \text{при } \varphi > 0,3;$$

$$\mu = \mu_c (1 - \varphi)^{-1} (\mu_c + \mu_{\phi})^{-1} [\mu_c + \mu_{\phi} (1 - 6\varphi)]; \quad (3-33)$$

$$\mu_c \geq \mu_{\phi} \quad \text{при } \varphi > 0,3; \quad (3-$$

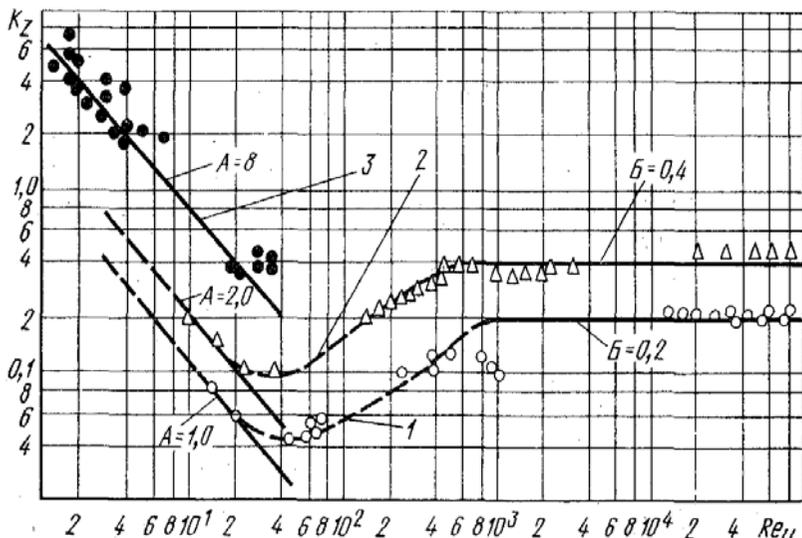
34)

$$\mu = \mu_c(1-\varphi)^{-1}(\mu_c + \mu_\phi)^{-1}[\mu_c + \mu_\phi(1-1,5\varphi)], \quad (3-35)$$

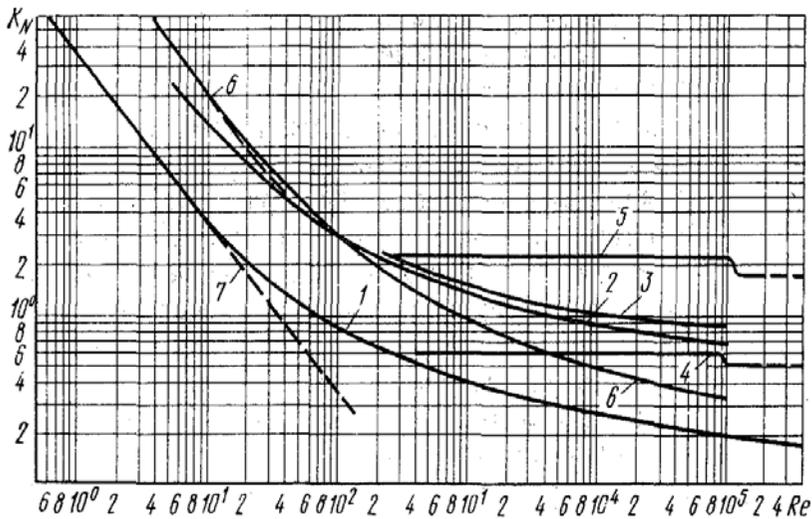
где μ_c и μ_ϕ — коэффициенты динамической вязкости сплошной среды и дисперсной фазы.

Для взаимосмешивающихся и взаиморастворяющихся жидкостей справедливы соотношения вида:

$$\mu = \mu_1 \text{ при } \mu_1 > 2\mu_2; \quad (3-36)$$



Зависимость коэффициента K_z от критерия Re_{11} для мешалок:
 1 — винтовой, 2 — шестилопастной ($\alpha=45^\circ$), 3 — трехлопастной ($\alpha=24^\circ$)



Зависимость критерия мощности K_N от критерия Re (1—7)

$$\mu = \mu_1^{(1-\varphi)} \mu_2^\varphi \text{ при } \mu_1 < 2\mu_2; \quad (3-37)$$

где μ — коэффициент динамической вязкости смеси; μ_1, μ_2 — коэффициенты динамической вязкости компонентов ($\mu_1 > \mu_2$); φ — объемная доля одной жидкости в общем объеме.

$$\varphi = V_1 / (V_1 + V_2), \quad (3-38)$$

где V_1 и V_2 — объемы жидкостей.

Для систем газ-жидкость критерий мощности в турбулентной области должен быть уменьшен на множитель E .

$$K_{Nr} = EK_N; \quad (3-39)$$

$$E = CA^m K_{r1} K_{r2}; \quad (3-40)$$

$$A = (Q_r S_c n / \sigma)^{0,21} n D_M^{0,5} (H/D)^{0,4}, \quad (3-41)$$

$$N = K_{Nr} S n^3 D^5_{\text{м}}, \quad (3-42)$$

42)

где C , m , K_{r1} , K_{r2} — коэффициенты (табл. 6.2); σ — поверхностное межфазное натяжение; D — диаметр аппарата; H — высота жидкости в аппарате.

Таблица 3.2. Значение коэффициентов C , m , K_{r1} , K_{r2} в уравнении (3-40)

A	C	m	K_{r1}	K_{r2}
6	1,23	-0,7	0,023	$0,75 + 27,8 \times 10^{-3} I_D^2$
6—20	0,59	-0,16 \times $\times (\mu/\mu_c) \times$ $\times 0,12$	0,013	$0,91 + 33,3 \times 10^{-3} I_D^2$
20 («сахлебы- ванне»)	0,42	0	0,69 + 3,23 \times $\times (\mu/\mu_c)^{0,01} \times$ $\times \mu/\mu_c$	1,0

Время τ , необходимое для гомогенизации жидкостей в аппаратах с отражательными перегородками, можно рассчитать по формуле

$$\tau = C_{\tau} \Gamma_D^2 n^{-1}, \quad (3-43)$$

где $\Gamma_D = D/D_M$.

Значение C_{τ} приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.3. Значения C_{τ}

Тип мешалки	Аппарат	
	гладкостенный	с отражательными перегородками
Трехлопастная	170	10
Шестилопастная	80	12,9
Винтовая	170	10
Турбинная		
открытая	90	6,2
закрытая	65	5,1
Клетьевая	18	2

Время перемешивания можно определить по критериальному уравнению вида

$$\tau = Cn^{-1} \text{Re}^f (D/D_m)^n H/D, \quad (3-44)$$

где $f = 0 \div (-0,8)$; $n = 2 \div 2,6$.

При $\text{Re} > 100$ и кратности циркуляции 3—4 для шнековой мешалки расчетная формула имеет вид

$$\tau = 33n^{-1} H/D; \quad (3-45)$$

для ленточной мешалки

$$\tau = 45n^{-1} H/D; \quad (3-46)$$

для якорных и рамных мешалок:

$$\begin{aligned} \tau &= 2100 n^{-1} \text{Re}^{-0,7} H/D && \text{при } \text{Re} < 80; \\ \tau &= 90 n^{-1} \text{Re}^{-0,15} H/D && \text{при } \text{Re} > 200. \end{aligned} \quad (3-47)$$

Мощность, расходуемая на перемешивание, зависит от ряда факторов:

$$N = f(n, S, \mu, g, D, D_m). \quad (3-48)$$

При ламинарном режиме можно использовать формулу

$$N = C\mu n^2 D_m^3, \quad (3-49)$$

где, C -коэффициент, зависящий от типа и конструкции аппарата.

Для шнековой мешалки

$$N = 70 (H_1/D_m) \mu n^2 D_m^3, \quad (3-50)$$

где, H_1 -высота мешалки.

Расчет усложняется, если при расчетах смесителей необходимо учесть теплообмен и различные химические и биохимические реакции, а также неньютоновские свойства перемешиваемых жидкостей. Во многих случаях расчеты

можно проводить лишь на основе модельных экспериментов. Рассчитав величины сил и мощностей, можно выполнить прочностные и другие машиностроительные расчеты элементов мешалок.

ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СЫПУЧИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В результате смешивания сыпучих материалов получают однородную смесь. Смешивание сыпучих материалов исследовано меньше, чем перемешивание жидких и газообразных материалов. Схематизируя свойства сыпучих материалов, различают идеальный сыпучий материал, если нет (или ими можно пренебречь) связей между частицами, и связанный сыпучий материал, если эти связи есть.

Схемы смесителей приведены на рисунках предыдущих материалах.

Гранулометрический состав сыпучего материала оценивают количественным распределением частиц по линейным размерам. Если частицы имеют неправильную форму, используют понятие условного диаметра d , который рассчитывается как арифметическое или геометрическое среднее:

$$\begin{aligned}d &= (l + b + h) / 3 \\d &= \sqrt[3]{lbh} .\end{aligned}\quad (3-51), (3-52)$$

где l , b , h —длина, ширина, высота частицы.

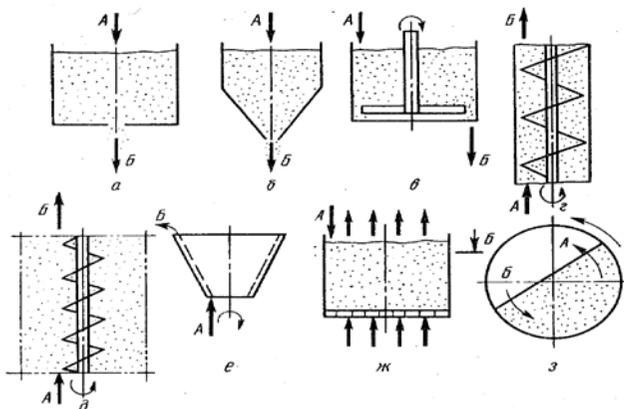


Рис. 3.29. Схемы типовых зон (звеньев) современных смесителей

Если смесь полидисперсна, ее гранулометрический состав характеризуется рядом распределений дискретной случайной величины условного диаметра d_i с соответствующими им вероятностями ρ_i - или частотами n_i . Практически вместо полного ряда d_i используют ряд фракций по средним значениям условного диаметра \bar{d}_i :

$$\bar{d}_i = \frac{d_{vi} + d_{ni}}{2} \quad (i = 1, \dots, k), \quad (3-53)$$

где, d_{vi} и d_{ni} - верхний и нижний пределы условного диаметра частиц; k - число фракций; обычно $k = 5 \div 20$.

Гранулометрический состав можно определить непосредственными измерениями, анализами ситовым, седиментационным, фильтрацией, разделением в поле центробежных сил, кондуктометрией, электроклассификацией, фотоимпульсным и телевизионным методами.

При расчете смесителей для сыпучих материалов нужно смоделировать процесс. Физическое моделирование является основным при создании смесителей для сыпучих материалов, но этот метод осложнен отсутствием масштаба

подобия для процесса смешения. Математическое моделирование осложнено тем, что для описания большинства реальных процессов не удастся составить систему уравнений, достаточно адекватную процессу.

При расчетах непрерывно действующих смесителей необходимо учитывать их сглаживающую способность, т. е. способность снижать на выходе из аппарата максимальные отклонения концентрации ключевого компонента. Как правило, для этого необходимы экспериментальные исследования, позволяющие определить передаточные функции смесителя, и уравнения вида

$$y(t) = W(p)x(t), \quad (3-54)$$

где $y(t)$ — выходная функция; $W(p)$ — передаточная функция, равная отношению изображений Лапласа выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях; $x(t)$ — входная функция изменения концентрации на входе.

Непрерывно действующие смесители, обладая определенной инерционностью, являются своеобразными фильтрами, сглаживающими входные сигналы. Обычно плохо сглаживаются низкочастотные сигналы, что следует учитывать при конструировании питателей ингредиентов.

К тестообразным пищевым массам относятся мучное тесто, мясные и рыбные фарши, кондитерские массы, творожная масса, различные каши и массы из измельченных овощей и фруктов.

Поскольку переход от жидких материалов к тестообразным условен, то и методы расчета смесителей жидких продуктов и смесителей тестообразных продуктов трудно разграничить. В первом приближении, особенно при сравнительно низкой, близкой к 100 Па·с, вязкости ингредиентов, можно использовать для расчета смесителей тестообразных материалов.

Когда сложно выполнить теоретический расчет смесителя, следует провести экспериментальные исследования. Их неэкономично проводить непосредственно на промышленной установке, поэтому используют маломасштабные модели. После достижения

необходимых режимов на модели результаты переносят на проекты установок промышленных масштабов. При этих масштабных переходах, кроме условий геометрического подобия, используют следующие условия постоянства:

$$Re = \text{const}, \quad Re \sim ND_m^2; \quad (3-55)$$

$$Fr = \text{const}, \quad Fr \sim ND_m^2; \quad (3-56)$$

$$We = \text{const}, \quad We \sim N^2 D_m^3; \quad (3-57)$$

$$v = \text{const}, \quad v \sim ND_m; \quad (3-58)$$

$$P/V = \text{const}, \quad P/V \sim N^3 D_m^5 / D_m \sim N^3 D_m^2; \quad (3-59)$$

$$Q_n/H = \text{const}, \quad Q_n/H \sim ND_m^3 | N^2 D_m^2 \sim D_m | N, \quad (3-60)$$

где Re , Fr и We — безразмерные критерии подобия Рейнольдса, Фруда и Вебера; v — окружная скорость мешалки; P — мощность; V — объем; Q_n — объемный поток; H — гидродинамический напор.

Иногда тем или иным критерием можно пренебречь. Например, если в смесителе имеются отражательные перегородки, которые не позволяют образоваться центральной вихревой воронке, нет необходимости использовать критерий Фруда.

При суспендировании твердых частиц в жидкости большое значение имеет отношение Q_n/H (насосный эффект).

В определенных случаях можно попытаться выполнить расчет смесителей для тестообразных материалов или отдельных их зон по методам расчета смесителей для сыпучих сред. В начальной фазе смешивания порошкообразного и жидкого ингредиентов происходит комкование порошка и механизм смешивания соответствует поведению сыпучих сред. Практический пример такого рода — замес макаронного теста.

Специфической особенностью расчета смесителей тестообразных продуктов является необходимость учета их неньютоновских вязкостных свойств.

Метцнер и Отто для мешалок с плоскими лопастями предложили следующую методику.

1. По выбранному значению частоты вращения определяют эффективную скорость сдвига $\gamma_{эф}$ (в мин^{-1}):

$$\gamma_{эф} = 13n. \quad (3-51)$$

Коэффициент 13 найден Метцнером и Отто экспериментально.

2. По вискозиметрической кривой течения материала определяют значение коэффициента эффективной вязкости

$\mu_{эф}$

3. Вычислив параметр $SnD_m^2 / \mu_{эф}$, по специальному графику находят коэффициент мощности и проводят другие расчеты смесителя.

Если возникает необходимость расчета смесителей с мешалками других конструкций, необходимо экспериментально определить коэффициент пропорциональности в формуле (10), для чего:

- измеряют мощность N перемешивания неньютоновской жидкости при определенной скорости вращения и вычисляют коэффициент мощности

$$K_N = \frac{N}{Sn^3 D_m^5}; \quad (3-52)$$

- по известному (или тоже экспериментально найденному) графику $K_p = K_P = (Re)$ для неньютоновской жидкости находят соответствующий коэффициент Re и вычисляют коэффициент $\mu_{эф}$

$$\mu_{эф} = \frac{P}{SnD_m^2}; \quad (3-53)$$

- по вискозиметрической кривой течения неньютоновской жидкости $\mu = \mu(\gamma)$ определяют

эффективную скорость сдвига $\dot{\gamma}_{эф}$ и значение коэффициента в формуле (3.7)

$$K = \dot{\gamma}_{эф} / n. \quad (3-54)$$

Проведя эти операции, для различных скоростей вращения и размеров мешалки находят наиболее подходящие значения коэффициента пропорциональности K .

Следует отметить, что расчет смесителей для псевдопластических неньютоновских жидкостей по формулам для неньютоновских жидкостей приводит к завышению величины мощности и, следовательно, к появлению определенного запаса прочности элементов.

Расчет смесителей для кондитерских масс типа пралине, как показали Ю. А. Мачихин и Л. Н. Лунин, можно производить по кинетике реологических параметров. В процессе перемешивания происходит их стабилизация, что позволяет по измерениям вязкости или предельного напряжения сдвига определять длительность перемешивания. Для смесителей с прямоугольными лопатками при перемешивании пралиновых масс была экспериментально найдена средняя продолжительность приготовления массы, равная 420 с.

Учитывая сложность процессов перемешивания, трудноуправляемые изменения в свойствах поступающих в смеситель пищевых ингредиентов, разработаны предложения по использованию реологических свойств в системах автоматического регулирования процесса перемешивания. Например, варьированием количества дрожжевого раствора при замесе теста можно обеспечить требуемую стабильную консистенцию (вязкость и т. п.) теста при изменениях свойств муки. В поток должен быть встроен вискозиметр, обычно капиллярный, сигнал от которого управляет дозатором дрожжевого раствора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение процесса прессования.
2. Классификационная схема основных типов прессов.
3. Двухшнековый пресс Т1-ВГЮ-20А для виноградной мезги.
4. Производительность прессов периодического действия.
5. Производительности шнековых прессов.
6. Виды оборудования и классификация.
7. Схема шнекового макаронного пресса ЛПЛ-2М. Конструкция и принцип действия.
8. Роторно-шестеренный экструдер ШВФ-22. Конструкция и принцип действия.
9. Тестоокруглительная машина ХТО. Конструкция.
10. Формующие оборудования. Классификация.
11. Экструдеры. Значение. Конструкция и принцип работы экструдеров.
12. Прессовое оборудование для формования продукта.
13. Гранулирующие и таблетирующие машины.
14. Процесс получения гранул в виде таблеток круглой и кольцевой формы.
15. Принципы и классификация оборудования.
16. Классификация мешалок по конструктивным признакам.
17. Характерный параметр процесса перемешивания.
18. Определения сил, действующих на лопасти быстроходных мешалок.
19. Определение время перемешивания по критериальному уравнению.
20. Оборудования для перемешивания компонентов с целью получения жидких продуктов.

ГЛАВА 4.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОТРАСЛИ ПИЩЕВЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ. МАШИННО-АППАРАТУРНЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ

§ 4.1. ОБОРУДОВАНИЕ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ОВОЩНОГО И ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

Из всех видов плодовых консервов наиболее полезными для человека являются соки. Соки имеют высокую пищевую и биологическую ценность: содержат в растворенном и легко усвояемом виде сахара, витамины, минеральные вещества, ферменты и т.д. Биологическая ценность соков заключается еще в том, что они содействуют более полной усвояемости жиров, белков, сахаров, которые поступают в организм человека с другими продуктами. При выработке соков несъедобная и непитательные части плодов и ягод (кожицы, семена, косточки) удаляют, что повышает ценность продукта.

Некоторые виды плодов имеют непродолжительный срок хранения в свежем виде и обладают плохой транспортабельностью. Без переработки их фактически нельзя длительно использовать. Отдельные культуры имеют плоды ценные в пищевом отношении, но непривлекательные по внешнему виду. Все это сырье можно переработать на сок.

Пищевое, диетическое и стимулирующее действие плодовых соков тем больше чем лучше сохранены их натуральные свойства. Поэтому в пищевом отношении наиболее ценные соки натуральные осветленные или с мякотью.

Натуральные соки богаты минеральными веществами, которые входят в состав структурных

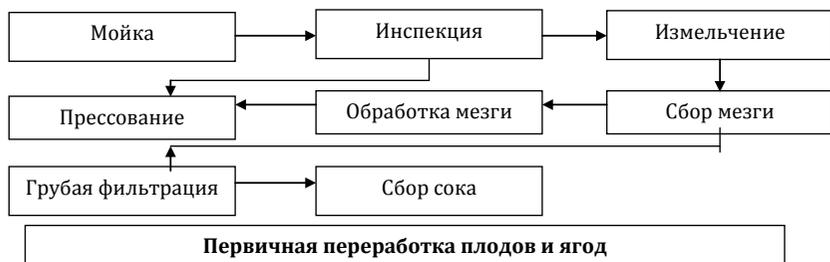
элементов всех живых клеток и тканей. Некоторые из них являются важнейшей составной частью многих ферментов. Общее содержание минеральных веществ которые содержатся, в плодах и соках находится в пределах 0,2-1,5% к сырой массе. В плодах и их соках больше всего содержится соединения фосфора, магния, кальция и серы.

При производстве соков используют плоды и ягоды. Первый этап выработки соков общий, и до операции «сбор сока» включительно его принято называть первичной переработкой плодов и ягод. Завершение этого процесса является условным, так как полученный сок сразу же направляют на дальнейшие операции (схема).

Сырье, используемое для производства плодово-ягодных соков, значительно различается по консистенции мякоти, размерам плодов и отделению сока. Поэтому при переработке различных видов плодов и ягод есть свои особенности в проведении отдельных технологических операций.

Современное оборудование для выработки соков характеризуются высокой производительностью при небольших затратах ручного труда. Поэтому в период уборки можно быстро переработать значительную часть урожая и получить готовые консервы или заготовить полуфабрикаты, в менее напряженный период довести их до готовой продукции. В связи с этим переработка плодов на сок нашла наиболее широкое распространение в кооперативах, межхозяйственных объединениях.

Свежеотжатые плодово-ягодные соки являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, которые в большом количестве попадают в продукцию из окружающей среды. Кроме того, в соке активизируются биохимические процессы, связанные с деятельностью ферментов самого сырья. Поэтому полученный сок быстро портится, появляется посторонний неприятный запах, ухудшается вкус и изменяется окраска.



Осветление сока
Подогревание

Охлаждение

Фильтрация ---- Ф-42М

Деаэрация

Фасовка ----- ДНЗ – 1-125-1

Стерилизация ----- Б6-КАВ-2

Склад



Подготовка тары

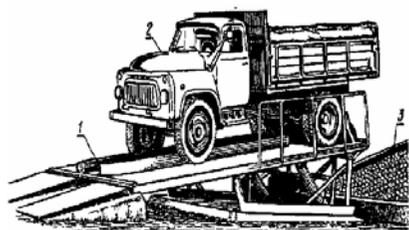
Подготовка крышек

Схема. Технологическая схема производства плодово-ягодных соков

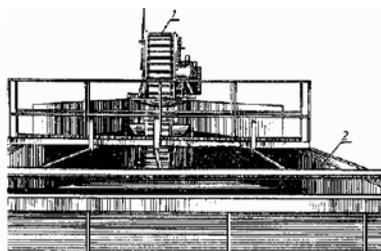
Мойка. Проводят ее для удаления с поверхности сырья загрязнений, механических примесей, ядохимикатов и микроорганизмов. Иногда сырье моют в два приема: в начале технологического процесса, что облегчает инспектирование, и после сортировки и инспектирования (ополаскивание под душем).

Мойку проводят в холодной проточной воде, быстро, чтобы предотвратить переход растворимых веществ в воду. Механические повреждения плодов при мойке нежелательны, так как это способствует потере растворимых веществ.

Яблоки на завод доставляют чаще всего навалом на самосвалах или бортовых автомашинах, которые разгружают с помощью авторазгрузчиков ГУАР (рис. 4.1), ППА или других в приемный бункер с водой (рис. 4.2). В бункере удаляются тяжелые примеси (камни, комки земли и т. п.), и плоды предварительно моются. Из бункера гидротранспортером плоды подаются к ковшовому транспортеру, а затем в моечную машину.



*Рис. 4.1. Разгрузка плодов авторазгрузчиками:
1-авторазгрузчик;
2-автомашина; 3-приемный*



*Рис. 4.2. Приемный бункер:
1-ковшовый транспортер;
бункер, 2-бункер.*

Яблоки и другие, устойчивые к механическим повреждениям плоды моют на барабанной моечной машине КМ-1. Сырье поступает из приемного лотка в барабан. При вращении барабана плоды перебрасываются лопастями из первого во второй, а затем в третий, и при выходе из него их ополаскивают водой из душа. Производительность машины 2,5-3 т в 1 ч.

Более совершенными мойками являются унифицированные вентиляторные моечные машины КУМ-1 и КУВ-1 производительностью 3 и 10 т в 1 ч (рис. 4.3). Сырье скребковым или винтовым транспортером непрерывно загружают в ванну, где воздухом, продуваемым вентилятором, создается бурление воды. Затем сырье из ванны транспортером подается к разгрузочному лотку, где оно ополаскивается водой из душевого устройства.

Нередко для более тщательного удаления грязи с плодов сырье из первой мойки поступает во вторую, а затем уже на последующую операцию. Сильно загрязненные яблоки хорошо отмываются на моечной машине Т1-КУМ-III которая оснащена щеточным устройством и предназначена для мойки плодов с твердой структурой. Из моечной машины яблоки поступают на инспекцию.

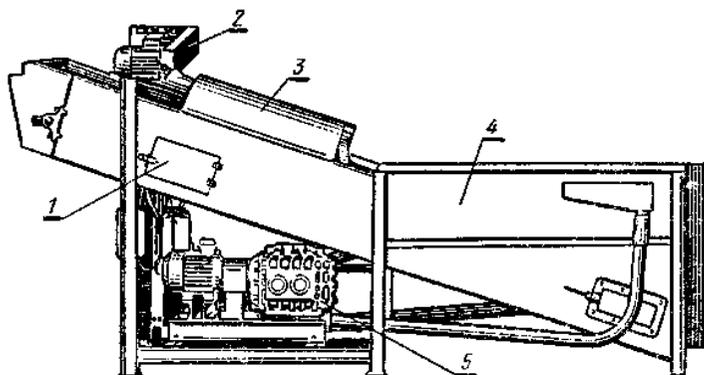


Рис. 4. 3. Моечная машина КУМ-1:
1 - люк; 2 - редуктор; 3 - душевая установка;
4 - ванна; 5 - воздушный компрессор.

Плоды косточковых и ягоды привозят на заводы в небольшой таре: ящиках, корзинах, решетках, бочках и т.п. Их разгружают вручную или с помощью соответствующих машин и направляют на мойку.

Нежные ягоды малины, ежевики, земляники и т. п. направляют на переработку без мойки. В отдельных случаях (при сильном загрязнении ягод) их моют холодной водой под душем.

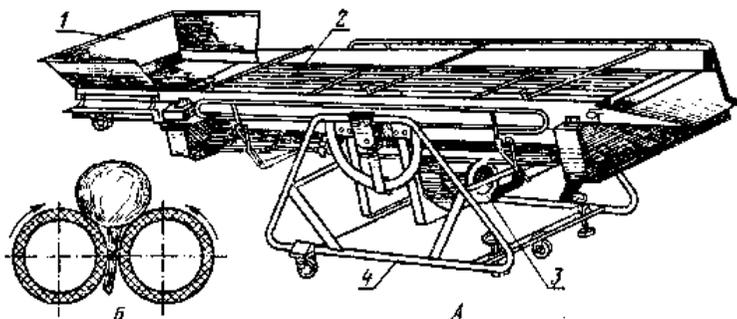
После мойки плоды и ягоды немедленно направляют на дальнейшую переработку: с них смывают восковой налет, и поэтому сырье может быстро загнить.

Очистка. Некоторые ягоды перед измельчением проходят очистку. У земляники и малины удаляют чашелистики, а у вишни- плодоножки, так как они придают

неприятный вкус вино. Плодоножки удаляют на специальной машине М8-КЗП (рис. 4.4).

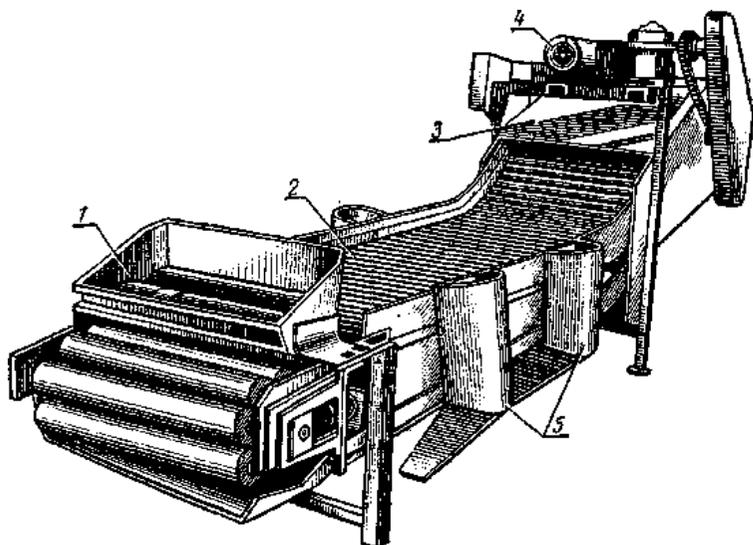
Инспекция - технологическая операция, при которой визуально устанавливают пригодность сырья для данного вида переработки и одновременно удаляют плоды, непригодные для виноделия.

Инспекцию проводят, как правило, после мойки на ленточных транспортерах КИТ или ТСИ. Для яблок и айвы более широко применяют роликовые транспортеры типа КТО и КТВ (рис. 4.5), на которых плоды при движении по транспортеру постоянно переворачиваются и хорошо просматриваются со всех сторон. На транспортерах удаляют высохшие, гнилые и заплесневелые плоды и т.п.



*Рис 4.4. Машина для отделения плодоножек
А-общий вид; Б-принцип действия.*

*1-разгрузочный бункер; 2-валики; 3-привод;
4-тележка*



*Рис. 4.5. Роликовый транспортер КТО:
1-загрузочный бункер; 2-транспортирующие ролики;
3-душевое устройство; 4-привод; 5-сборник отходов.*

Отсортированные, не пригодные для переработки плоды и весь сор взвешивают для учета при установлении количества сырья, поступившего на измельчение.

Инспекция сырья играет большую роль в получении продукции высокого качества. Небольшое количество гнилых плодов и ягод сильно ухудшает вкусовые качества сока и вина. Поэтому нельзя пренебрегать этой технологической операцией.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЛОДОВ И ЯГОД ПЕРЕД ИЗВЛЕЧЕНИЕМ СОКА

Калибровка. Проводят для разделения сырья по размеру. Вишню, черешню, сливу и абрикосы калибруют на машине КТП, яблоки и персики-на машинах КУ, шнековой калибровочной или валико-ленточной калибровочной.

Калиброватель универсальный А9-ККБ (рис. 4.6) предназначен для калибровки абрикосов, сливы, яблок.

Сырье поступает в бункер элеватора, затем на калибровочное полотно из роликов. Вначале через небольшие щели между роликами проваливаются мелкие отходы. Далее, по мере движения транспортера, расстояние между роликами увеличивается, и плоды проваливаются в эти зазоры на фракционный транспортер. Производительность машины до 3 т в 1 ч , калибрует плоды до шести фракций. Шнековая калибровочная машина состоит из четырех пар алюминиевых однозаходных шнеков, которые имеют разный диаметр спирали и образуют промежутки круглой формы различных диаметров. При вращении шнеков плоды передвигаются по ним и проваливаются по размерам на поперечные ленточные транспортеры. Производительность машины $0,6\text{--}1\text{ т}$ в 1 ч .

Сортировка и калибровка сырья дают возможность получить плоды и ягоды более качественные и однородные по цвету, степени зрелости и размеру. В результате консервы обладают более высоким качеством и имеют привлекательный внешний вид.

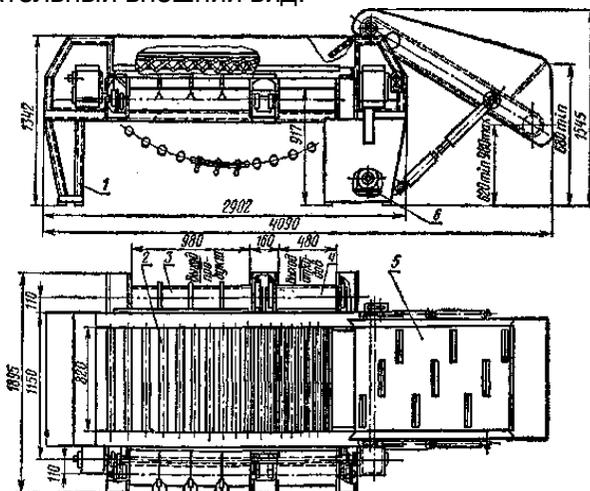


Рис. 4.6. Калиброватель универсальный типа А9–ККБ:
1-станина; 2-ролики; 3-фракционный транспортер; 4-
транспортер отходов; 5-элеватор; 6-электродаигатель.
Измельчение.

Измельчение. Заключается в резке сырья на кусочки и в дроблении для нарушения структуры плодов и ягод. Дробление плодов значительно увеличивает выход сока, а резка придает сырью определенную форму и размеры.

Дробление плодов и ягод проводят на дробилках КДВ-3, КДП-4М (рис.4.7) и др. Для снятия кожицы, удаления семенного гнезда и резки яблок на дольки или кружки применяют яблорежку КЯ-1.

Кроме механической, иногда применяют химическую очистку. Например, плоды персиков в специальных машинах обливают горячим 2—3%-ным раствором каустической соды. В результате этого в течение 1,5мин протопектин, находящийся под кожицей, разрушается, и она легко смывается водой.

Плодоножки и чашелистики у малины, черной смородины, крыжовника, клюквы, вишни, черешни, сливы удаляют при помощи машины М8-КЗП. Рабочими органами этой машины являются валики в резиновой оболочке. Ряды сдвоенных, вращающихся навстречу друг другу валиков захватывают плодоножки и обрывают их.

Кроме рассмотренных операций предварительной подготовки применяют и другие, но только к отдельным видам сырья. Например, накалывание слив, вальцевание ягод черной смородины и клюквы, выбивание косточек у вишни и т. п.

Термическая обработка сырья. Отдельные виды плодово-ягодного сырья вначале подвергают тепловой обработке, а затем фасуют в тару. Видами предварительной тепловой обработки являются: бланширование, уваривание и обжаривание.

При производстве консервов из плодов и ягод применяют бланширование и уваривание, а обжаривание в основном используют для отдельных видов овощей.

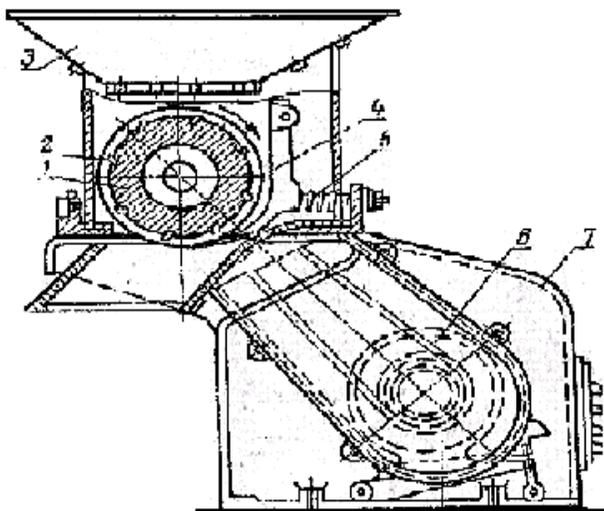


Рис. 2.2. Дробилка плодоовощная КДП-4М:
 1-барaban; 2-ножи гребенки; 3-загрузочный бункер;
 4-прижимные колодки; 5-пружина; 6-привод; 7-рама.

Термическая обработка сырья.

Бланширование—кратковременная тепловая обработка сырья при определенном температурном режиме паром, в воде или водных растворах солей, сахара, органических кислот или щелочей. Термин «бланширование» происходит от французского глагола «бланшир» (белить) и может переводиться как отбеливание. При бланшировании плодово-ягодного сырья достигают следующего:

- в результате разрушения ферментов в сырье прекращаются биохимические процессы, и тем самым продукция предохраняется от потемнения и ухудшения качества;

- свертываются белки, в результате чего повышается проницаемость протоплазмы клеток плодов и ягод. Это облегчает извлечение сока или ускоряет пропитывание плодов сахарным сиропом;

- повышается эластичность сырья, что облегчает укладку плодов в банки при фасовке сырья;

- из межклетников удаляется воздух, поэтому уменьшается окисление продукции.

- в отдельных случаях улучшается вкус плодов.

Бланширование проводят для каждого вида сырья строго определенное время: в воде или растворах сахара, кислот, щелочей в течение нескольких минут; паром—нескольких секунд. Более длительное прогревание может вызвать нежелательные изменения качества сырья. Поэтому сразу же после бланширования сырье охлаждают, как правило, холодной водой.

Обработку в воде или растворах кислот, щелочей, сахара и солей проводят в двухтельных котлах или скребковых и барабанных бланширователях. При этом теряется значительная часть сахаров, кислот минеральных солей, витаминов. Обработку паром осуществляют в ленточных шпарителях или шпарочных котлах. В этом случае потери растворимых веществ сырья намного меньше, а само бланширование проходит в несколько раз быстрее, чем в воде. Поэтому более целесообразна паровая обработка сырья.

Для бланширования целых или нарезанных фруктов в воде или насыщенном паре применяют ковшовый бланширователь БК (рис. 4.8). Сырье загружают в ковши транспортера, которые по мере движения в туннеле попадают в горячую воду или насыщенный пар. При выходе из туннеля бланшированное сырье в ковшах охлаждают холодной водой.

Производительность аппарата 0,5—8,0 т в 1 ч.

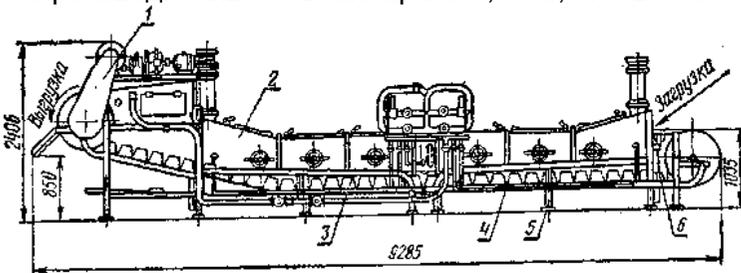


Рис. 4.8. Бланширователь БК:

1-привод; 2-туннель; 3-водопровод; 4-паропровод; 5-каркас;

б-ковшовый транспортер.

Уваривание.

Проводят для удаления значительной части воды из продукта и повышения концентрации сухих веществ (например, производство экстрактов).

Сырье уваривают как при атмосферном давлении, так и под вакуумом. Первый способ применяют широко, но он имеет недостатки.

Перерабатываемые продукты в зависимости от концентрации в них сухих веществ закипают при 100-104⁰С, с повышением концентрации веществ повышается и температура кипения. При такой высокой температуре и длительном нагревании происходят нежелательные изменения сахаров, витаминов, красящих и других веществ.

Под вакуумом в результате разрежения продукт закипает при 40—55⁰С и при отсутствии воздуха. В этом случае витамины и другие вещества не разрушаются, и продукция получается более высокого качества.

Для варки варенья, джема, повидла, уваривания плодового сока или других видов сырья широко применяют двутельный вакуумный аппарат из нержавеющей стали МЗС-320 (ВНИИКОП-2). Рабочий объем аппарата 1000л. Сырье подают через загрузочные штуцера в верхней части аппарата. В нижней части аппарата имеется двустенная паровая камера (рис. 4.9) для нагрева продукта и патрубков для выпуска уваренной массы.

Перемешивается продукт мешалкой, закрепленной на вертикальном вале, который вращается электродвигателем через редуктор. В аппарате имеется ловушка для улавливания наиболее крупных частиц продукта, уносимых выделяющимся из продукта паром. Контроль за работой аппарата осуществляют по мановакуумметру и термометру варочной камеры, манометру и предохранительному клапану паровой камеры. Уваривание при атмосферном давлении проводят в двутельных варочных котлах или выпарных чанах.

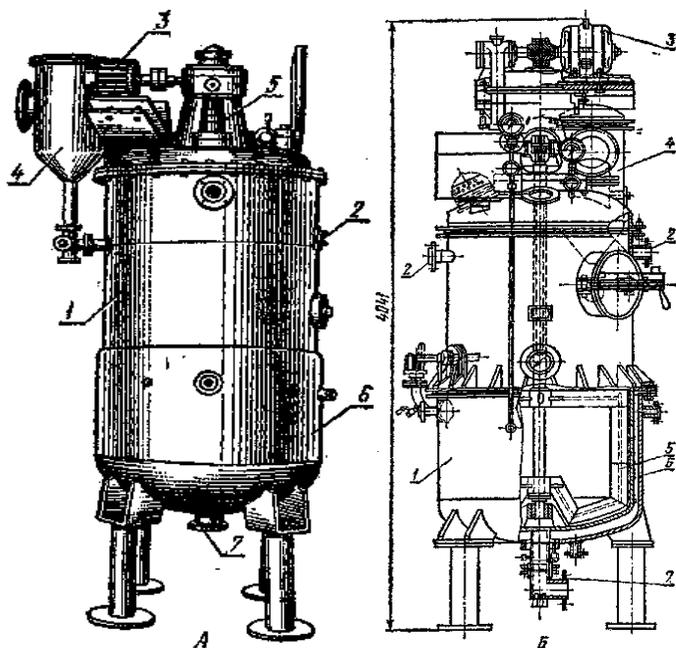
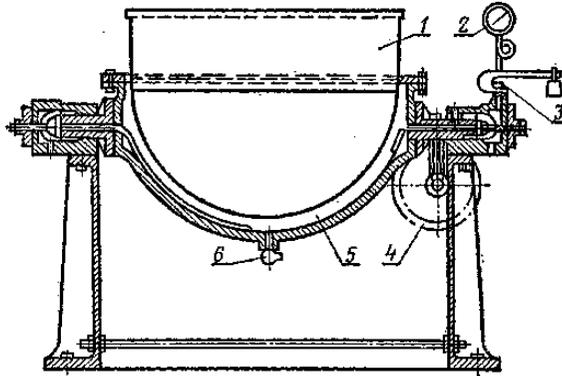


Рис. 4.9. Двухельный варочный аппарат:
 А-внешний вид; Б-схема устройства.

1-корпус; 2-загрузочные штуцера; 3-электродвигатель;
 4-ловушка; 5-мешалка; 6-паровая камера;
 7-загрузочный патрубок

Варочные котлы КВ-12 (на 12л) используют для варки варенья, КВ-60 и КВО-150 (на 60 и 150 л) - для приготовления сиропов, разогревания и уваривания различных полуфабрикатов. Имеются варочные котлы с мешалками на 300л (МЗС-374).

Двухельные варочные котлы (рис. 4.10) обогреваются паром, который подают в полость между чашей и паровой рубашкой. Такой подогрев предотвращает подгорание продукта. Конденсат и воздух из парового пространства удаляют через кран в паровой рубашке. Котлы имеют манометры и предохранительные клапаны.



*Рис. 4.10. Двухкотельный варочный котел:
1 - чаша; 2 - манометр; 3 - предохранительный клапан; 4 -
штурвал; 5 - паровая камера; 6 - краник.*

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОКА

Для извлечения сока применяют прессование, центрифугирование, диффузионный метод.

Диффузионный метод заключается в извлечении водой растворимых веществ из мезги плодов, ягод и другого сырья. Мезгу загружают в аппараты (8—12шт.) диффузионной батареи, соединенные между собой. Чистую воду подают в первый аппарат, где происходит экстрагирование (извлечение) растворимых соединений. Вода после обогащения ее сухими веществами, теперь уже раствор сока, поступает во второй аппарат, затем в третий и т. д. После экстрагирования растворимых веществ мезгу из первого аппарата удаляют и заполняют его свежей мезгой. Первый аппарат становится последним, а второй— первым и т. д.

Диффузионный метод для извлечения сока из плодов и ягод применяют редко, так как здесь необходимо добавление воды, что приводит к разбавлению сока. Этот метод широко используют в сахарной промышленности.

Центрифугирование. Метод основан на разделении твердой и жидкой фракций мезги под воздействием

центробежной силы в аппаратах, называемых центрифугами. Применяют его главным образом при выработке сока с мякотью.

Прессование-основной метод извлечения сока из плодов и ягод или из мезги в виноделии. При этом используют прессы периодического (корзиночные и пакетные) или непрерывного действия (шнековые). Прессы периодического действия по устройству привода разделяют на гидравлические и с механическим приводом.

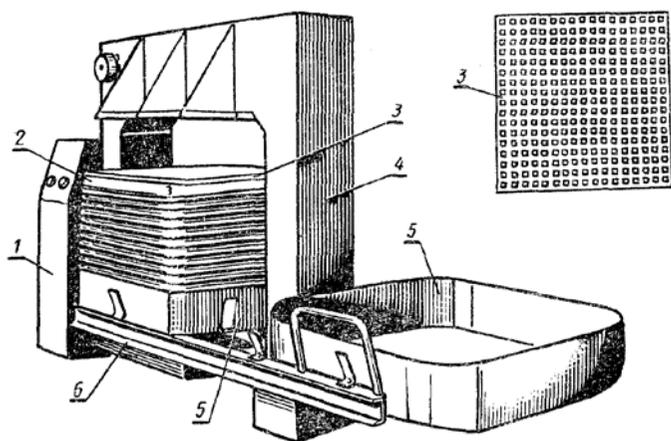


Рис. 4.11. Гидравлический пакпресс 2П-41:
1- пульт управления; 2- салфетка с мезгой; 3-дренажная
решетка; 4—станина; 5—поддон; 6—рама.

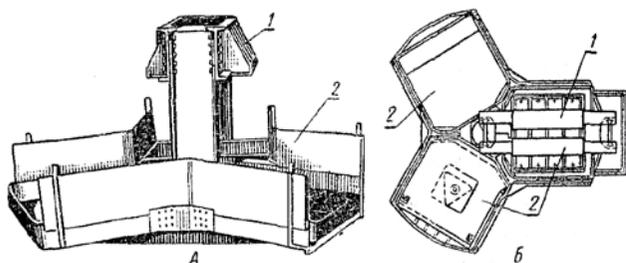


Рис. 4.12. Гидравлический пакпресс РОК-200с:

А—общий вид; Б—вид сверху: 1- станина (рама); 2—платформа.

Гидравлический пакпресс 2П-41 имеет две платформы (рис. 4.11). Одна платформа с пакетами находится под давлением для отжатия сока, а вторая—на разгрузке выжимки и загрузке мезги. Производительность прессы при получении сока из яблок $1,35\text{ т/ч}$.

На многих плодоперерабатывающих заводах успешно используют польский гидравлический пакпресс РОК-200с с тремя платформами, производительностью $3,3\text{ т/ч}$. (рис. 4.12). Платформы вращаются вокруг станины прессы. Одна платформа находится под давлением, вторая-на разгрузке выжимки, а третья-на загрузке мезги.

После отжатия сока платформы меняют местами: платформа с мезгой поступает на отжатие сока, а бывшая под давлением—на разгрузку и т. д. Преимущество пакпрессов по сравнению с корзиночными заключается в их большей производительности.

Сущность отжатия сока на пакпрессах состоит в следующем. На дно поддона прессы кладут дренажную решетку, затем рамку высотой 8 см . Рамку накрывают салфетками из прочной льняной, паковочной или лавсановой ткани. Если сок отжимают на винтовом прессе, салфетки делают с отверстием для винта или из двух половинок.

Из накопительного бункера, который находится над прессом, на салфетку загружают мезгу, выравнивают ее и закрывают свисающими концами салфетки. Рамку с получившегося пакета снимают и кладут на него следующую дренажную решетку, а *ни* нее рамку, салфетку и т. д. Высота слоя мезги в одном пакете составляет $3—5\text{ см}$ и зависит от вида и степени зрелости сырья. Мезгу яблок обычно загружают более толстым слоем, чем ягоды.

Количество пакетов с учетом толщины слоя мезги бывает $15—25\text{ шт}$. Общая высота штабеля из пакетов на поддоне $100—120\text{ см}$. На верхний пакет кладут прессующую доску и бруски. При укладке пакетов следят за тем, чтобы они лежали строго горизонтально. В противном случае ухудшается прессование и возможна поломка прессы.

Загруженную платформу подводят под отжимное устройство и включают гидравлический поршень давления.

Давление повышают постепенно, иначе может мякоть попасть в сок или разорваться салфетка. Максимальное удельное давление на мезгу 2,5 МПа. Когда выделение сока прекращается, платформу откатывают на разгрузку. Общая продолжительность прессования одной платформы 15—20 мин.

Выжимку вытряхивают из салфеток на транспортер, который подает ее к ковшовому элеватору, а элеватор-в накопительный бункер (рис. 4.13). Из него выжимку вывозят с территории завода для сушки и дальнейшего получения из нее пектина, на корм скоту или другие цели.

При переработке плодов и ягод на сок и семена для питомников сок отжимают так, чтобы не вызвать деформацию семян. Удельное давление на мезгу при отжиме сока из груш должно быть не выше 0,8 МПа, из яблок—1,0—1,2 МПа. В каждом конкретном случае проводят пробное прессование.

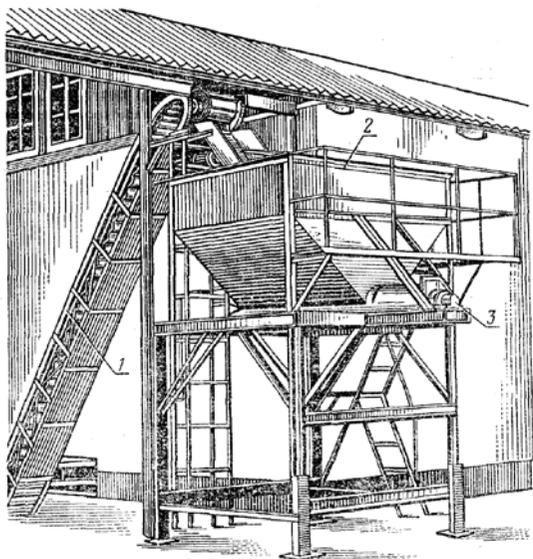


Рис. 4.13. Накопительный бункер:

1—элеватор «Гусиная шея» А-9; 2—бункер; 3—шнек.

Выжимку вытряхивают из салфеток на транспортер, который подает ее к ковшовому элеватору, а элеватор-в накопительный бункер (рис. 4.13). Из него выжимку вывозят с территории завода для сушки и дальнейшего получения из нее пектина, на корм скоту или другие цели.

При переработке плодов и ягод на сок и семена для питомников сок отжимают гак, чтобы не вызвать деформацию семян. Удельное давление на мезгу при отжиме сока из груш должно быть не выше 0,8МПа, из яблок—1,0—1,2МПа. В каждом конкретном случае проводят пробное прессование.

При извлечении сока на корзиночных прессах дно накрывают салфеткой, концы которой выводят на край корзины. Затем нагружают мезгу до половины корзины, кладут дренажный круг и мезгу доверху. Мезгу закрывают концами салфетки, накладывают прессующую доску и несколько рядов дубовых брусьев и приступают к прессованию.

Давление, как и в пакпрессах, увеличивают постепенно до прекращения выделения сока. В корзины можно закладывать 2—4 пакета, переслаивая их дренажными решетками.

Толщина слоя мезги в корзиночных прессах большая, поэтому и выход сока здесь меньше, чем в пакпрессах. Салфетки, которые используют для отжатия сока в пакпрессах или на винтовых корзиночных прессах, промывают и пропаривают не реже одного раза в смену.

Сок, отжатый на пакпрессах, значительно чище сока, отжимаемого на других прессах. Однако пакпрессы отличаются высокой трудоемкостью: ручная загрузка и выгрузка пакетов, мойка использованных салфеток.

В настоящее время для отжатия сока применяют шнековые прессы непрерывного действия, специально сконструированные для яблок. Наиболее широко применяют прессы ПНДЯ-4, ВПО-5, ВПО-10 и ВПШ-5, производительность которых соответственно 4; 5; 10 и 5 т в 1ч (при переработке яблок).

Для получения сока из рябины и дикорастущих яблок и груш, кроме указанных плодовых прессов, можно использовать и виноградные шнековые прессы. Для других видов сырья виноградные шнековые прессы не применяют, так как они сильно перетирают мезгу, ухудшая ее прессование.

Перед включением прессы ПНДЯ-4 в работу необходимо заполнить мезгой весь бункер (рис. 4.14). Толщина слоя мезги в бункере над транспортирующим шнеком не менее 200мм.

Для устойчивости работы шнековых прессов в самом начале необходимо в цилиндре с камерой сформировать пробку из яблочной выжимки.

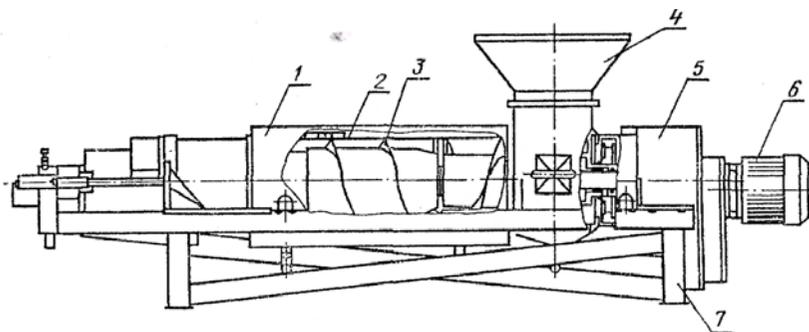


Рис. 4.14. Шнековый пресс ПНДЯ-4:

1—капот; 2—цилиндр; 3—шнеки; 4—бункер; 5—редуктор;
6—электродвигатель; 7—рама

Для этого включают пресс, закрывают выход из цилиндра регулировочным конусом и при давлении в гидросистеме 2,5—3МПа заполняют бункер ранее полученной выжимкой, затем поднимают давление до 3,5—4МПа. После этого отводят конус от барабана на 25—35мм и подают мезгу. Если выжимки нет, пробку делают из свежей мезги в процессе отжатия и получения выжимки.

При работе бункер загружают мезгой непрерывно, не допуская его разгрузки. При неравномерной подаче мезги

уменьшается производительность пресса и снижается выход сока.

Ежедневно после работы пресс тщательно моют, но пробку из выжимки в предконусной части оставляют.

Для обеспечения максимального выхода сока и оптимального режима работы пресса опытным путем определяют необходимое давление для каждой партии сырья с учетом зрелости яблок, помологического сорта, степени измельчения и других факторов. При прессовании твердых яблок технической зрелости на прессах ВПШ-5 или ПНДЯ-4 зазор между конусом и барабаном должен быть 35—40 мм, а давление в гидросистеме 6—10 МПа.

Если перерабатывают летние сорта яблок с мягкой мякотью или плоды в биологической спелости, давление снижают до 3—6 МПа, а расстояние между конусом и барабаном уменьшают до 25—35 мм. Отжать сок из перезревших плодов с рыхлой мякотью, особенно летних сортов яблок, а также из груш на шнековых прессах практически невозможно.

Отдельные плоды и ягоды сразу же после измельчения и почти все виды плодово-ягодного сырья после предварительной обработки мезги (например, подбразивания) легко отделяют сок. В таких случаях для увеличения общего выхода сока и повышения производительности прессов рекомендуется перед прессованием отделять сок от мезги на стекателях периодического действия (рис. 4.15) или непрерывного действия ВССШ-10 (рис. 4.16), ВССШ-20, ВСП-5 производительностью 10, 20 и 5 т/ч. При этом получают сок-самотек, который объединяют с соком из-под пресса.

Плодово-ягодное сырье в большинстве случаев отличается повышенной кислотностью, и для доведения сока до кондиций сусла (суслом называют сок, поставленный на брожение) часто приходится добавлять воду. В таких случаях целесообразнее использовать сок второго или даже третьего отжима.

Выжимку, полученную после отжатия сока, перегружают в емкости, заливают водой (до 30% массы выжимки),

перемешивают и настаивают 6—12ч для экстрагирования растворимых и красящих веществ. При настаивании возможно закисание массы. Поэтому вместе с водой вводят сернистый ангидрид 150—200мг на 1л воды.

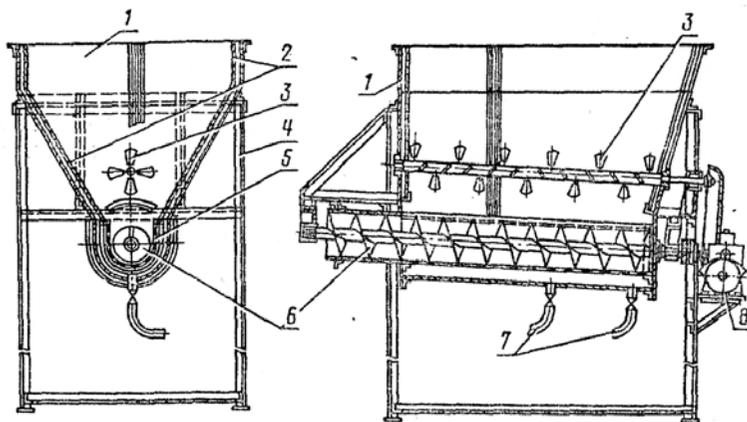


Рис. 4.15. Стекатель системы с механической разгрузкой мезги:

- 1—бункер; 2—дренирующие легкоъемные щиты;
 3—ворошитель мезги; 4—каркас; 5—желоб;
 6—разгрузочный шнек; 7- штуцера для отвода сока;
 8—электродвигатель.

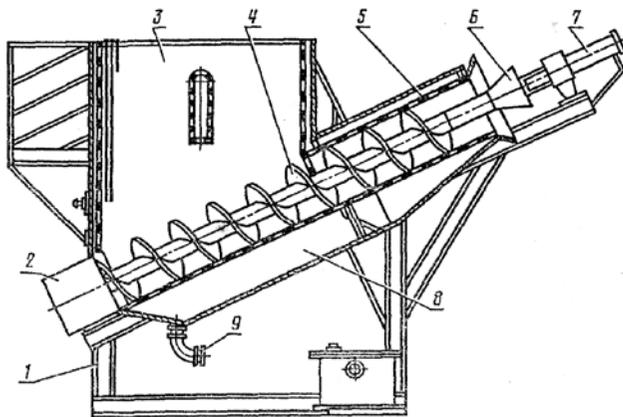


Рис. 4.16. Стекатель Т1-ВССШ-10:

1 -рама; 2 -электропривод; 3 -секцион-ный барабан; 4- два шнека; 5—перфори-рованный барабан; 6—сдвоенный запорный конус; 7—силовой гидроцилиндр; 8—приемный поддон; 9—патрубок для отвода сока.

После настаивания мезгу вновь прессуют и получают сок второго отжима. Можно получить сок и третьего отжима. Настаивание идет более быстро при использовании горячей воды. Мезгу из вишни, черной смородины, черники и другой ягоды заливают водой с температурой 70—80°С.

Для обогащения сока второго отжима экстрактивными и ароматическими веществами его используют вторично (заливают новую партию выжимки плодов тех же наименований).

Наиболее качественными являются сок-самотек и сок первого отжима (прессовая фракция), полученный прессованием свежей неэкстрагированной мезги. Сок-самотек и сок первого отжима объединяют и получают сок первой фракции.

Соки второго и третьего отжимов (водные фракции) содержат небольшое количество экстрактивных веществ. Их объединяют вместе и получают сок второй фракции, который используют для снижения кислотности и доведения экстракта до требуемых норм при выработке сброженно-спиртованных или спиртованных соков. В отдельных случаях возможно объединение сока первой и второй фракций.

Выжимка, полученная после водной экстракции, почти не содержит питательных веществ. Ее используют только для компостирования (на удобрение).

Свежеотжатый сок быстро портится, поэтому сок всех фракций сульфитируют. Сульфитацией называется добавление в сок сернистого ангидрида или раствора сернистой кислоты. Общее количество сернистого ангидрида должно быть в пределах 50—100 мг на 1 л сока, в зависимости от микробиологического его состояния и температуры окружающей среды. Чем больше микробов и выше температура,

тем больше должна быть концентрация сернистого ангидрида.

ФАСОВКА ПРОДУКЦИИ, ЭКСГАУСТИРОВАНИЕ. УКУПОРКА И МОЙКА УКУПОРЕННЫХ БАНОК. ПРОЦЕСС СТЕРИЛИЗАЦИИ И ПАСТЕРИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ

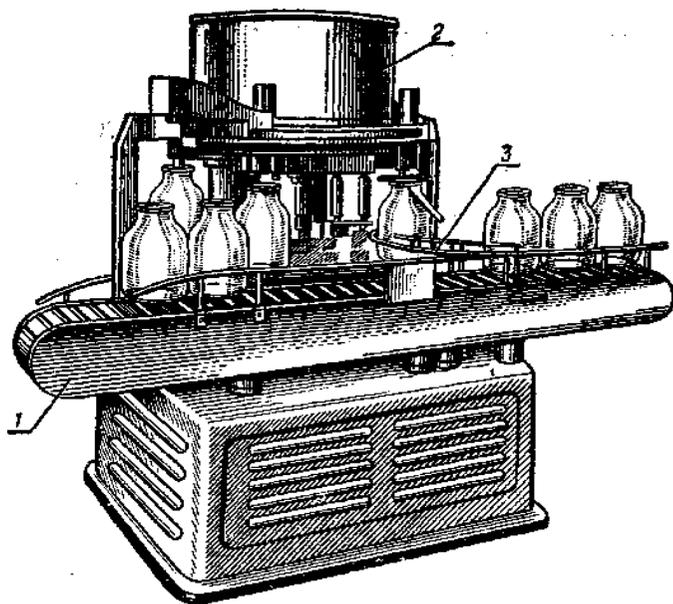
Фасовка продукции

Продукцию фасуют в тщательно вымытую тару. При этом каждую банку наполняют строго определенным количеством продукции (отклонения от установленной нормы допускаются в пределах 1—2%). Если в состав консервов входят несколько компонентов (например, в компотах плоды и сироп), необходимо выдержать требуемое по ГОСТ или ТУ соотношение их. При изготовлении отдельных видов компотов необходима фигурная укладка плодов. Фасовка многих видов продуктов механизирована. Фруктовые пюре, пасту и другие густые и вязкие продукты фасуют на автоматах-наполнителях ротационного типа с поршневыми дозаторами и перепускными клапанами. Наполнитель КНА-1м используют для наполнения стеклянных банок 1—82-500, 1—82-1000 и жестяных №11, 12 и 13. Производительность наполнителя 60 банок в 1 мин. Наполнитель КН-02м предназначен для стеклянных банок 1—58-200, 1—82-350, жестяных №8, 9 и др. Бутыли трехлитровые наполняют на машине КН-3м, производительность которой 40 банок в 1 мин (рис. 4.17).

Жидкие продукты (соки, сиропы и др.) в жестяные и стеклянные банки фасуют наполнителями СН, НУ-1, НЖ-1, производительность которых 40—120 банок в 1 мин, в зависимости от их вместимости.

Для наполнения стеклянных банок целыми плодами вишни, черешни, сливы при производстве компотов и маринадов применяют автоматические наполнители НП-1, а для фасовки варенья из целых или нарезанных плодов-НВ. Имеются соответствующие наполнители и для разлива соков и вина в бутылки различной вместимости.

При фасовке консервов из нежных ягод (малина, земляника) банки наполняют вручную. Ручную фасовку продуктов иногда применяют в колхозах и совхозах при небольшом объеме производства.



*Рис. 4. 17. Автоматический наполнитель КН-3м
1- транспортер; 2- бак; 3- стол.*

В процессе фасовки продуктов в тару перед укупориванием банок проводят контрольное взвешивание банок для определения соответствия массы нетто данному виду консервов и вместимости тары.

При фасовке консервов в банки попадает воздух. Подсос воздуха в жидкие и пюреобразные продукты происходит и при перекачивании их насосом на разлив. Кроме этого, воздух содержится в межклетниках плодов и ягод. Чем ниже температура продукта во время фасовки, тем больше содержится в нем воздуха.

Воздух в банке нежелателен, так как кислород способствует окислению различных веществ продукта, уве-

личивает коррозию жести в открытых от лака или олова местах, дает возможность развиваться не убитым при стерилизации аэробным микроорганизмам.

При стерилизации консервов к давлению водяного пара, образующегося в банке при нагреве, прибавляется давление за счет расширения продукта и оставшегося в банке воздуха. В результате этого в банке создается избыточное давление 196-294 кПа (2-3 ат), которое может привести к деформации металлической тары или срыву крышек со стеклянных банок. Увеличение давления внутри банок зависит от вида консервов, размеров и материала банок. Поэтому удаление воздуха из банок с продуктами перед укупориванием имеет большое практическое значение. Этот процесс называется *эксгаустирование* (от английского слова «эксгауст»-вытягивать). Применяют тепловое, механическое, а иногда и совместное эксгаустирование.

При тепловом эксгаустировании неукупоренные банки с продуктом пропускают через аппарат эксгаустер, где их в течение 8-10 мин прогревают паром. Тепловое эксгаустирование происходит и в процессе наполнения банок предварительно подогретым до определенной температуры продуктом или во время заливки плодов и ягод горячим сиропом.

Механическое эксгаустирование проводят в вакуум-закаточных аппаратах отсасыванием воздуха из заполненных продуктом банок при разрежении 68-42кПа (250-450мм.рт.ст.). Механическое эксгаустирование часто совмещают с тепловым: вначале продукт разогревают, а затем укупоривают на вакуум-закаточных машинах.

Металлические банки укупоривают на автоматических или полуавтоматических закаточных машинах с производительностью 22-220 банок в 1 мин. Укупорка проходит в два приема: один ролик подкатывает шов, а второй - плотно прикатывает его к банке. Для этого применяют закаточные машины Б4-КЗТ-11, вакуум-закаточные машины Б4-КЗВ-7 и др.

Стеклянные обкатные банки укупоривают на автоматах или полуавтоматах различных систем. Принцип их работы со-

стоит в том, что вращающийся ролик машины прижимает край крышки к горлу банки. Паровакуумную закаточную машину АЗМ-ЗП (рис. 4.18) с производительностью 70 банок в 1 мин используют для укупорки банок вместимостью от 0,2 до 1 л. Стеклянные банки и бутылки вместимостью 0,2-3,0 л укупоривают на полуавтомате АБ-П (Л-20Х16) с производительностью 20-25 банок в 1 мин; бутылки 82-3000 и банки 1-82-1000, 1-82-2000 - на машине Б4-К.ЗС-13, производительность которой 40 бутылей в 1 мин. Имеются закаточные машины и других систем, в том числе и для укупорки бутылок.

Перед началом работы проверяют правильность регулировки головки закаточной машины. Внешними признаками хорошей укупорки является равномерная подкатка нижней половины крючка крышки к венчику банки, крышка не должна проворачиваться вручную. Недопустимы подрезы крышек роликами. Шов у металлических банок должен быть ровным и герметичным. На вакуум-закаточных машинах в момент закатки манометр должен показывать необходимый вакуум.

Герметичность металлической тары проверяют помещением холодных банок на 1-1,5 мин в воду, нагретую до 80-85°C. Содержимое банок расширяется, и при неплотной укупорке из них выходят пузырьки воздуха.

Герметичность стеклотары проверяют, помещая банку горловиной вниз в патрон специального прибора, в котором создается давление. Если банка закатана негерметично, пузырьки воздуха проникают внутрь банки.

После укупорки тару моют для удаления с их поверхности возможных остатков продуктов. Банки с плодово-ягодной продукцией сначала моют в горячей воде, а затем ополаскивают под душем.

Качество консервов и продолжительность их хранения без порчи зависят от того, насколько тщательно и правильно проведена их стерилизация или пастеризация, при которой погибают микроорганизмы и создаются условия, прекращающие развитие спор микроорганизмов.

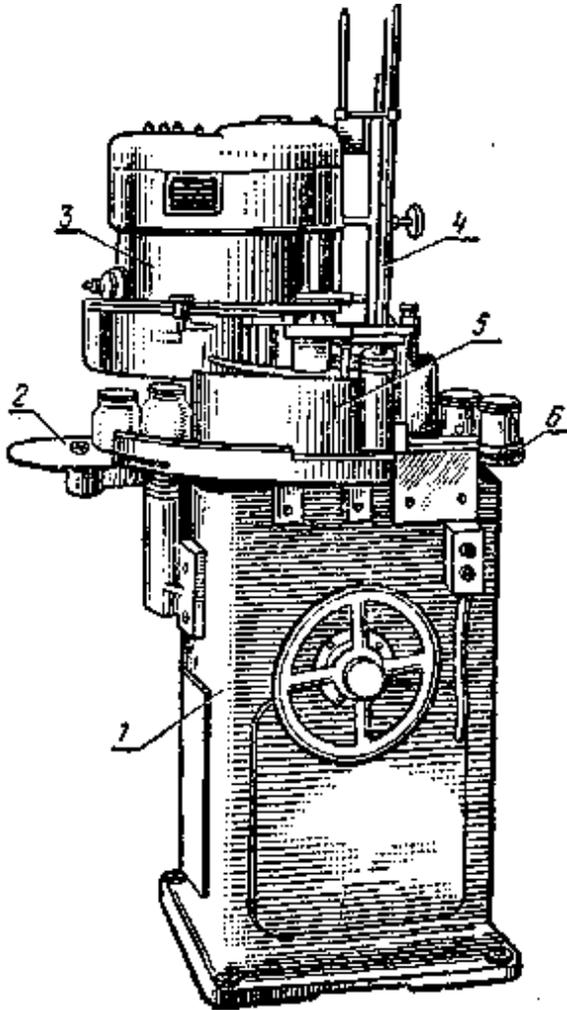


Рис. 4. 18. Автоматическая паровакуумная закаточная машина АЗМ-3П:

1-станина; 2-механизм отвода банок; 3-закаточная головка; 4-магазин крышек; 5-паровая камера; 6-механизм подачи

Режим стерилизации зависит от вида продукции, размера и вида тары (жестяная, стеклянная). В кислой среде микроорганизмы погибают быстрее, чем в нейтральной;

консервы с твердой продукцией прогреваются дольше, чем с жидкой; жестяная тара прогревается быстрее стеклянной. В связи с этим для каждого вида консервов разработан свой режим стерилизации.

При стерилизации в банках создается некоторое давление даже и в том случае, если перед укупориванием банок было проведено эксгаустирование. Поэтому при установлении режима стерилизации дают определенное давление для уравнивания образовавшегося давления внутри банок. В противном случае возможен срыв крышек или деформация жестяной тары.

Все данные режима стерилизации для удобства пользования выражают в виде

$$\text{формулы: } \frac{A-B-C}{t} \text{ или } \frac{A-B-C}{t} p$$

где, *A*-время, в течение которого температура в стерилизаторе достигает заданной величины, *мин*;

B-время собственно стерилизации, в течение которого в автоклаве поддерживается постоянная температура, *мин*;

C-время снижения давления пара в автоклаве или охлаждения банок, *мин*;

t-температура стерилизации, °С;

p-давление, создаваемое в автоклаве для компенсации внутреннего давления, возникающего в банках при стерилизации, *кПа*.

Например, формула стерилизации банки I-82-500 компота вишневого следующая:

$$\frac{20-15-20}{100} 117,7(1,2).$$

Стерилизацию проводят в специальных аппаратах - автоклавах или стерилизаторах непрерывного или периодического действия под давлением; пастеризацию - в открытых ваннах или автоклавах. Пастеризация в открытых ваннах - простейший способ, применяется редко и в основном для кислых консервов в жестяных банках.

На плодоперерабатывающих предприятиях чаще всего используют вертикальный автоклав на две корзины АВ-2. В каждой корзине можно разместить 456 банок 1-82-500, 224 банки 1-82-1000 или 56 бутылей 1-82-3000.

Вертикальный автоклав А-2 (рис. 4.19) состоит из сварного цилиндрического корпуса, к нижней торцевой части которого приварено сферическое днище, а к верхней прикреплена (на петлях) крышка. Между крышкой и корпусом имеется кольцевая резиновая прокладка. К корпусу крышка прижимается откидными барашковыми болтами. В открытом автоклаве крышка находится в вертикальном положении, подъем ее облегчается противовесами.

Укупоренные банки укладывают в корзины ровными рядами. Наполненные корзины при помощи электро-тельфера (лебедка с электромотором) устанавливают друг на друга в автоклав, заполненный водой с температурой на 10-20 °С выше температуры продукции в банках.

Автоклав закрывают крышкой, завинчивают барашками и постепенно (при резком увеличении температуры банки могут лопнуть) в течение времени А разогревают до температуры стерилизации (t). Температуру увеличивают, пропуская пар через нижний барботер (трубка с отверстиями для выхода пара или воздуха).

Одновременно постепенно поднимают давление водой или воздухом. При малом давлении возможен срыв крышек, а при резком подъеме его крышки могут вдавиться в банки.

В течение времени В проводят стерилизацию, поддерживая необходимую температуру и давление подачей пара и спуском воды. Затем постепенно за время С охлаждают банки. Для этого холодную воду подают через барботер под крышкой автоклава вдоль стен корпуса и выпускают горячую воду. Если холодная вода попадет на стеклянные банки, они могут лопнуть. Одновременно с охлаждением также постепенно снижают давление до атмосферного. После этого автоклав разгружают.

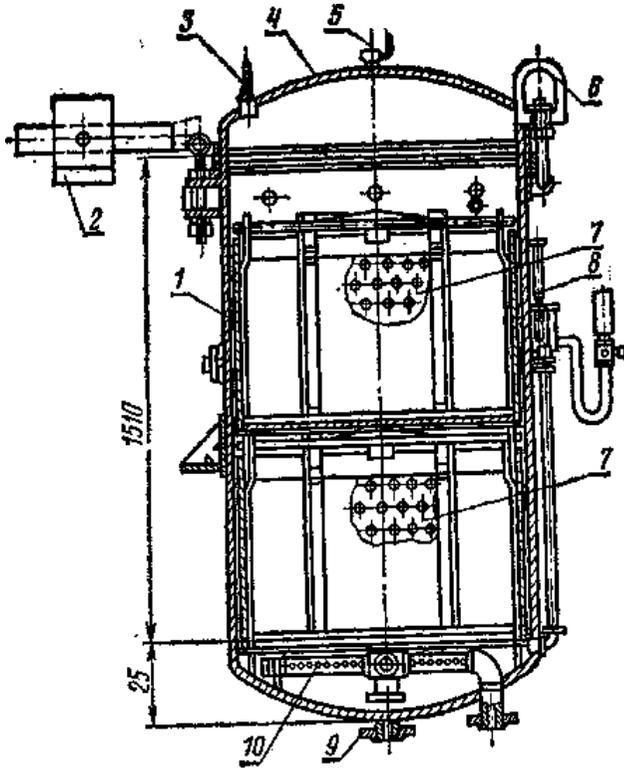


Рис. 4. 19. Вертикальный автоклав А-2: 1-корпус; 2-противовес; 3-предохранительный клапан; 4-крышка; 5-продувной кран; 6-барашковая гайка; 7-корзины; 8-термометр; 9-слив воды; 10-барботер.

Металлические банки можно стерилизовать в автоклавах одним паром, для чего вначале в течение 10 мин продувают автоклав паром, выпуская воздух через продувочный вентиль. После этого проводят разогрев, собственно стерилизацию и охлаждение банок. При охлаждении подкачивают воздух для постепенного снижения давления, так как с подачей воды для охлаждения пар конденсируется, и давление резко падает, что приводит к разрыву швов банок.

Автоклав оборудован контрольно-измерительными приборами-манометром и термометром, который устанавливают в патрон, заполненный минеральным маслом. На автоклаве установлен пружинный предохранительный клапан. За работой автоклава следит аппаратчик-стерилизатор (рабочий, который проводит стерилизацию). Он обязан записывать в специальный журнал все необходимые данные о стерилизации.

В последнее время на консервных заводах нашей страны стали применять высокопроизводительный венгерский непрерывно действующий стерилизатор под названием «Хунистер».

После стерилизации банки помещают в моечно-сушильный агрегат, где их ополаскивают теплой (35-45°С) водой и высушивают подогретым воздухом. На высушенные банки этикетировочными машинами или вручную наклеивают этикетки с указанием необходимых данных. Если жестяные банки предназначены для длительного хранения, их не оклеивают этикетками, а покрывают быстросохнущим лаком, смазывают вазелином или другими жировыми смазками. Смазка защищает банки от влаги и ржавчины.

Готовую продукцию в металлической или стеклянной таре упаковывают в ящики из гофрированного картона или дощатые ящики и отправляют на склад для хранения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Производство плодово-ягодных соков. Общие положения.
2. Технологическая схема производства плодово-ягодных соков
3. Приемные бункеры. Моечные машины. Конструкция.
4. Машины для очистки и инспекции. Конструкция.
5. Калибровка. Измельчение. Дробилка плодовоовощная КДП-4М. Конструкция и принцип действия.
6. Термическая обработка сырья. Бланширователь БК. Конструкция и принцип работы.
7. Уваривание. Двутельный варочный аппарат. Двутельный варочный котел. Конструкция и принцип работы.
8. Методы извлечения сока.
9. Гидравлические пакпрессы. Конструкция и принцип работы.
10. Шнековый пресс ПНДЯ-4. Конструкция и принцип работы.
11. Стекатели. Конструктивное оформление стекателей.
12. Автоматический наполнитель КН-3м. Конструкция и принцип работы.
13. Автоматическая паровакуумная закаточная машина АЗМ-3П. Конструкция и принцип работы.
14. Эксгаустирование. Технологическое значение процесса.
15. Основы процесса стерилизации и пастеризации.
16. Вертикальный автоклав А-2. Конструкция и принцип работы.

§ 4.2. ОБОРУДОВАНИЕ МАКАРОННЫХ, ХЛЕБОПЕКАРНЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

ОБОРУДОВАНИЕ МАКАРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

К основным технологическим операциям при производстве макаронных изделий могут быть отнесены замес или, точнее, приготовление теста, формование сырого полуфабриката и сушка.

Тесто влажностью 30—32% замешивается из специальной муки крупитчатого помола. При замесе в тесто могут быть добавлены обогатители, как белковые, так и витаминные. Тесто представляет собой крошкообразную массу. Практически все изделия на макаронных предприятиях формуют методом экструзии. Сырые макаронные изделия подвергают сушке.

Кроме этих технологических операций, можно назвать и ряд других. При этом некоторые, из них, являясь подготовительными (например, транспортирование и дозирование муки) или финишными (дозирование готового продукта, его упаковка), характерны не только для макаронного производства, а практически для всех пищевых производств.

Некоторые технологические операции не являются определяющими в макаронном производстве (например, резка непрерывно выпрессовываемого жгута) и могут иметь место во многих других пищевых производствах.

Оборудование для замеса теста. Замес макаронного теста производится в месилках непрерывного действия, простейший вариант которых — вытянутое корыто с валом, несущим месильные органы. Последние выполнены в виде лопаток, плоскости которых развернуты так, что как бы являются звеньями единой винтообразной поверхности. Благодаря этому компоненты теста не только перемешиваются, но и перемещаются вдоль оси

месильного корыта. Изменение расположения плоскостей лопаток, направления и скорости вращения вала позволяют менять длительность замеса и направление движения тестовой массы.

На рис. 4.20 показаны схема месилки и варианты конструктивного решения месильных рабочих органов. Для улучшения замеса удлиняют его, для чего в современных машинах используют 2—4 месильных корыта и более.

На рис. 4.21 приведены схемы взаимного расположения месильных корыт, применяемые в конструкциях современных прессов макаронного производства.

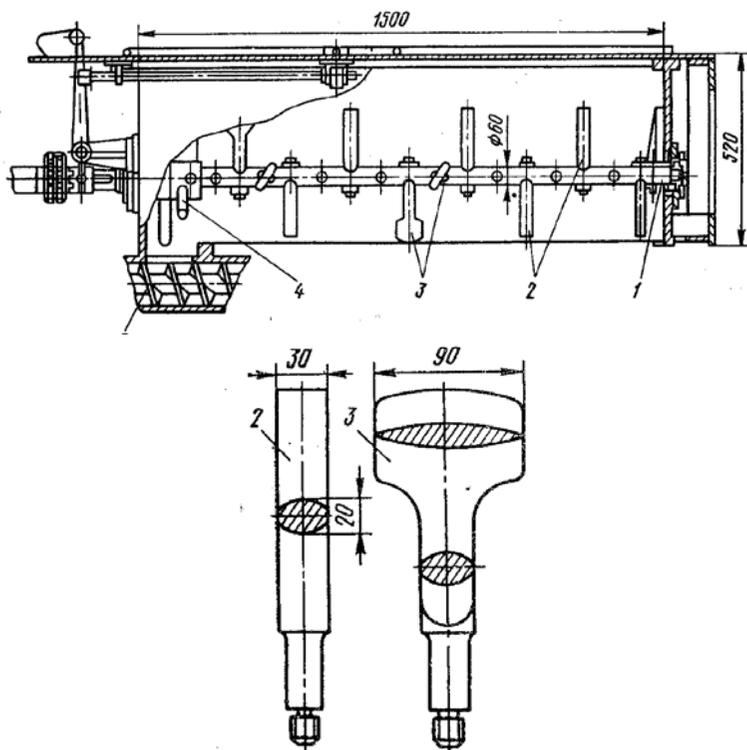


Рис. 4.20. Тестосмеситель макаронного пресса:
1-месильный вал; 2-пальцы; 3-лопатки; 4-толкатель; 5-шнек.

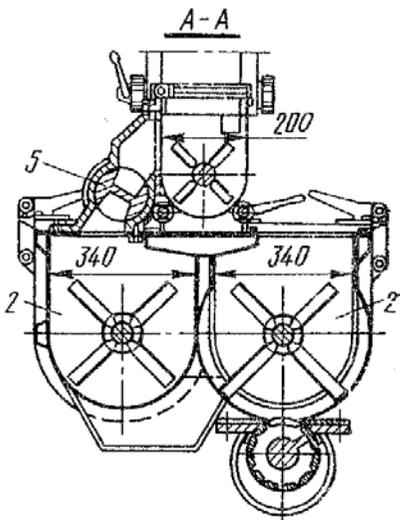
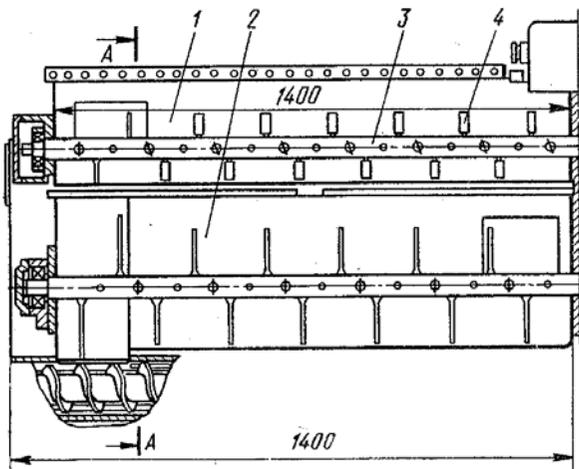


Рис. 4.21. Тестосмеситель современного макаронного прессы:
 1-верхняя месильная камера; 2-нижние месильные камеры; 3-месильный вал; 4-лопатка; 5-питатель роторного типа.

На отдельных мелких предприятиях до сих пор еще можно встретить месилки периодического действия, устройство которых понятно из схемы, приведенной на рис. 4.22.

Формующее оборудование. Для формования макаронных изделий используют экструдеры (называемые в

инженерной практике прессами) с поршневым, валковым и шнековым нагнетанием теста в предматричную камеру, на выходе из которой установлена матрица. Сейчас практически все макаронные прессы представляют собой экструдеры со шнековым нагнетанием.

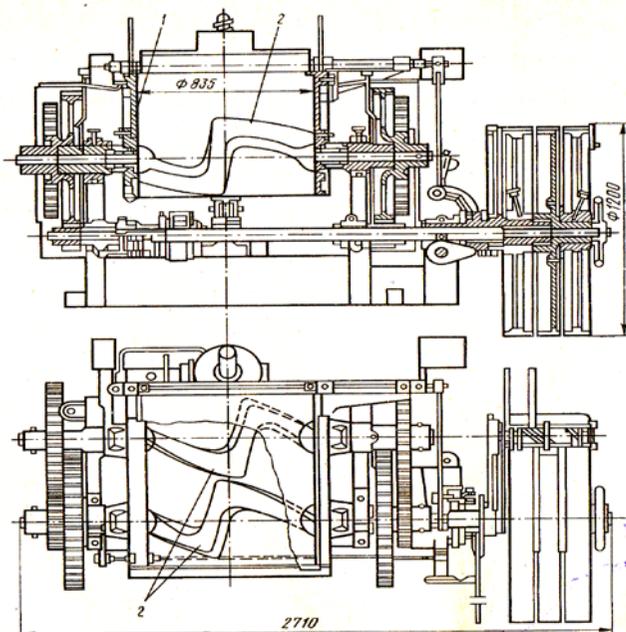


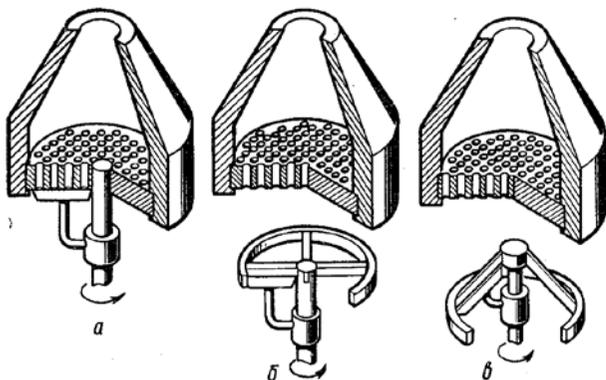
Рис. 4.22. Смешивающая машина периодического действия: 1- корытообразная емкость; 2- Z-образные лопасти.

Это можно объяснить как чрезвычайно хорошей отработанностью такой машины, так и тем, что в процессе движения в шнековом канале происходят дополнительное перемешивание теста и ряд других операций, связанных с уплотнением и обминкой, для осуществления которых в случае использования поршневых экструдеров требуется дополнительное оборудование в виде использовавшихся в свое время тестокатов, вальцовок и т. п.

Матрицы макаронных экструдеров сейчас выполняются круглыми или прямоугольными. Круглая

форма матрицы обусловлена осесимметричным потоком теста, подающегося на формование как поршневым, так и шнековым нагнетателями. Прямоугольная, так называемая тубусная, матрица появилась относительно недавно. Это было вызвано необходимостью иметь выпрессовываемые жгуты сырых макарон в виде плоского, небольшой толщины потока, что связано с особенностями широко распространенного бастунного способа сушки, когда жгуты плотно развешиваются для сушки на стержне в один ряд.

Матрица круглой формы и по сей день используется в самых совершенных прессах, особенно для формования короткорезанных изделий. Это объясняется простотой-отрезного устройства (рис. 4.23), которое представляет собой нож-скребок, вращающийся вокруг оси, совпадающей с осью матрицы. Частота его вращения и число одновременно режущих ножей определяют длину отрезанных изделий.



*Рис. 4.23. Схема механизма для резки изделий:
а - по диску матрицы, б и в – в подвешеном состоянии.*

На рис. 4.24. приведена схема современного шнекового пресса с несколькими месильными корытами и тубусной матрицей.

СУШИЛКИ

Короткорезанные макаронные изделия сушатся на-сыпным способом, попадая после отреза на движущуюся транспортерную ленту, которая, в свою очередь, находится в специальных сушильных шкафах, где поддерживаются требуемые параметры температуры, влажности и заданные направления движения сушильного агента.

Из приведенной на рис. 4.25 схемы современной автоматизированной линии для производства короткорезанных макаронных изделий видно, какой путь проходят высушиваемые изделия. Они перемещаются с одного транспортера на другой. Транспортерные ленты расположены на разных уровнях.

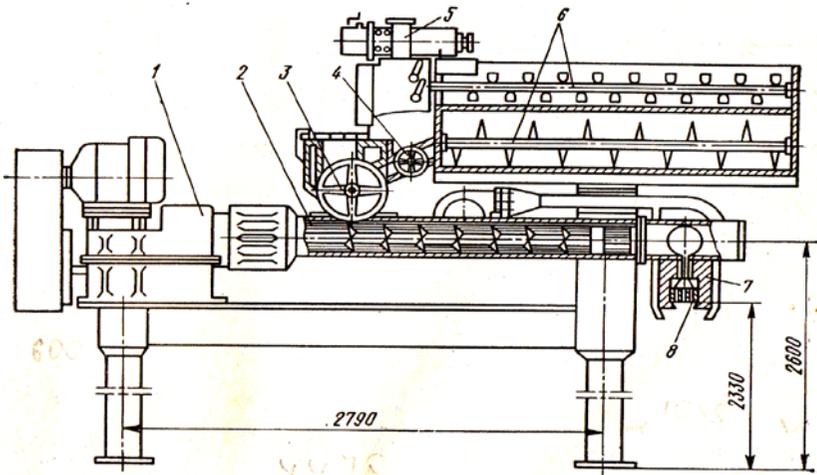


Рис. 4.24. Пресс производительностью 100 кг/ч:
1-привод; 2-два прессующих корпуса; 3-вакуумный тесто-
смеситель; 4-вакуумный затвор; 5-дозировочное
устройство;

6-тесто-смесители; 7-тубус; 8-прямоугольные матрицы.
Наиболее распространенный способ сушки длинных мака-
ронных изделий-бастунный (рис. 4.26). Благодаря особому
взаимному расположению отверстий на поверхности

тубусной матрицы (рис. 4.27) изделия выпрессовываются в виде сплошного плоского потока (толщиной в одно изделие) жгутов макаронных изделий.

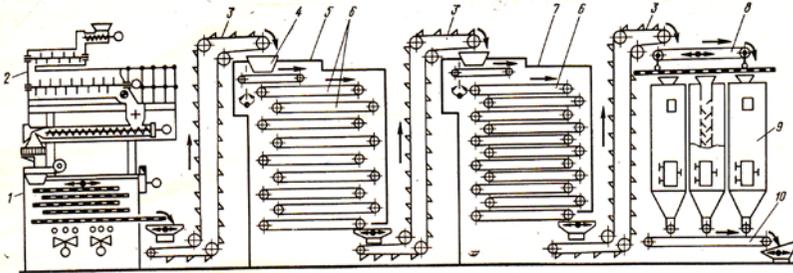


Рис. 4.25. Линия с конвейерными сушилками для производства коротких изделий:

1-виброподсушиватель; 2-шнековый пресс; 3-элеваторы; 4-раструсчик; 5-предварительная сушилка; 6-ленточные транспортеры; 7-окончательная сушилка; 8-транспортер загрузки; 9-накопитель-стабилизатор; 10-транспортер выгрузки.

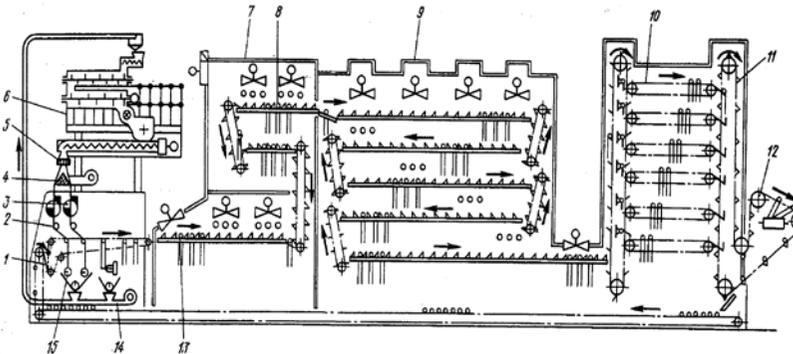


Рис. 4.26. Линия для производства длинных изделий с сушкой на бастунах:

1-транспортер бастунов; 2-саморазвес; 3-обрезные ножи; 4-обдувка; 5-прямоугольная матрица; 6-шнековый пресс; 7-

предварительная сушилка; 8-ярус сушилки; 9-окончательная сушилка; 10-ярус накопителя-стабилизатора; 11-транспортёр съема бастунов; 12-машина для съема и резки; 13-бастун; 14-пневмотранспортёр обрезков; 15-подрезной нож.

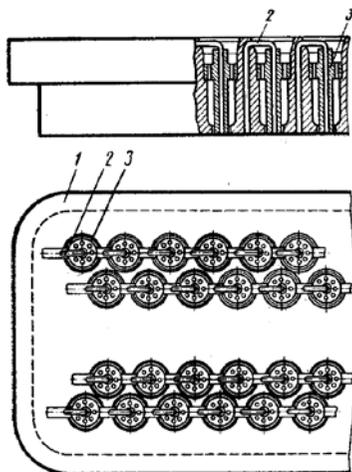


Рис. 4.27. Расположение формирующих отверстий в тубусной матрице:
1-тело матрицы; 2-трубка для воздуха; 3-вкладыш.

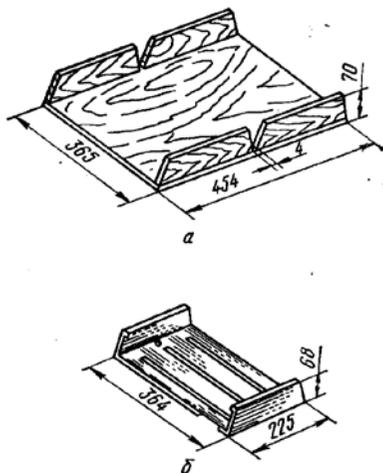


Рис. 4.28. Кассеты для сушки макарон:
а-деревянная;
б-металлическая.

После отреза бастун с висящими на нем жгутами направляется в сушилку, а следующий по цепному транспортеру свободный бастун начинает вновь загружаться непрерывно выпрессовываемыми макаронными жгутами.

При формовании макарон на прессах с круглыми матрицами иногда применяют старый способ сушки — в кассетах, когда с помощью простых укладочных устройств непрерывно выпрессовываемые жгуты размещают в специальных кассетах (рис. 4.28). После разрезания жгутов на части нужной длины кассеты направляются в сушильные шкафы (рис. 4.29).

Есть и другие способы сушки (точнее, транспортировки в процессе сушки) макаронных изделий. Так, в одном из них предварительно подсушенные обрезанные макароны помещают в цилиндрические кассеты, стенки которых благодаря имеющимся в них отверстиям не препятствуют свободному обдуву изделий. В процессе движения в сушильных камерах кассеты непрерывно покачиваются, что заставляет макароны в процессе сушки перекачиваться. Это предотвращает деформацию изделий.

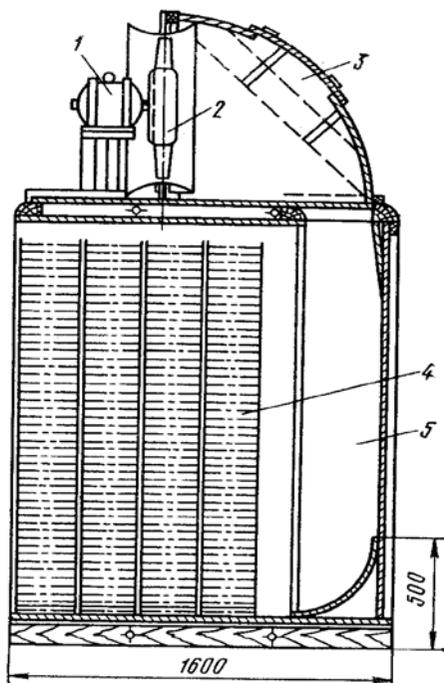


Рис. 4.29. Шкафная сушилка:

1-электродвигатель; 2-вентилятор; 3-шкаф; 4-кассеты;
5-канал.

Приведенный краткий обзор основного технологического оборудования для производства

макаронных изделий позволяет наметить несколько групп оборудования, решающего с помощью проводимых технологических операций те или иные задачи по переработке сырья и полуфабрикатов на пищевых предприятиях.

Месилки макаронных прессов могут быть отнесены к группе оборудования для механической переработки сырья (муки, воды) путем соединения (более узко-перемешивания) с целью получения макаронного теста-полуфабриката, идущего на изготовление макаронных изделий.

В другую группу входит оборудование для механической переработки полуфабриката (теста) с целью формования из него следующего (по технологической цепочке) полуфабриката-сырых макаронных трубок и нитей. Пример такого оборудования-шнековый экструдер с макаронной матрицей. Третья группа оборудования-сушилки.

Остальные виды оборудования, используемого при производстве макаронных изделий, как уже говорилось, будут отнесены либо к одной из двух вспомогательных групп (первая-оборудование для подготовки сырья, полуфабрикатов и технологического оборудования к основным технологическим операциям, вторая— оборудование для механизации финишных операций), либо к группам оборудования, которое будет основным технологическим в других пищевых производствах.

ОБОРУДОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Технология приготовления хлеба, как известно, включает несколько стадий-замес теста, его брожение, деление, формование и выпечка тестовых заготовок.

Различают два способа приготовления теста: опарный и безопарный.

Оборудование для замеса теста. Может быть отнесено к двум группам: тестомесильные машины периодического действия и тестомесильные машины непрерывного действия. Среди последних можно выделить машины, в

которых, кроме замеса, производится еще и дополнительная обработка теста.

На рис. 4.30 показана весьма распространенная и давно известная тестомесильная машина «Стандарт» периодического действия, которая и по сей день успешно работает на хлебопекарных предприятиях. Машина «Стандарт» состоит из месильного органа и крышки, закрывающей подкатную дежу, в которой ведется замес. В процессе замеса вращаются вокруг наклонной оси месильный орган и вокруг вертикальной оси сама дежа. На таком принципе действия основаны многие современные машины, которые лишь конструктивными деталями отличаются от этой машины.

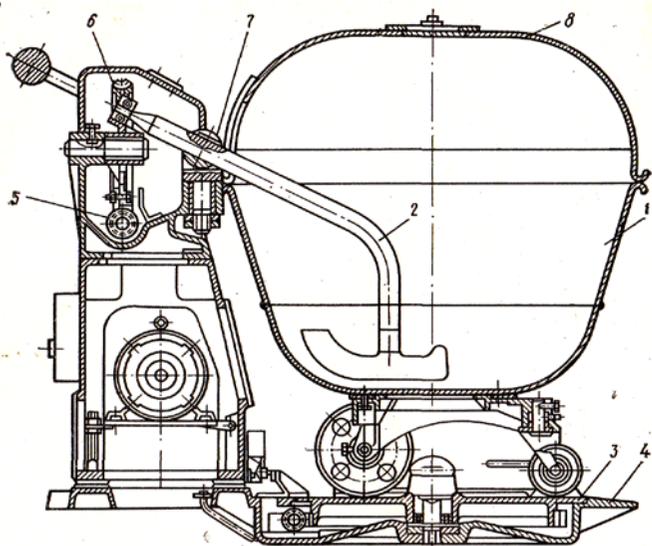


Рис. 4.30. Тестомесильная машина «Стандарт»:

- 1—подкатная дежа, 2—месильный орган,
- 3—вращающаяся платформа для привода дежи, 4—
- фундаментная плита, 5—червяк привода меч-ильного органа,
- 6—червячное колесо, 7—шарнирная вилка, 8—крышка-колпак

На рис. 4.31 показан общий вид тестомесильной машины также периодического действия. В отличие от

машины «Стандарт» она имеет свою месильную емкость, которая конструктивно изготовлена так, чтобы можно было выгружать тесто после замеса. Месильные органы таких машин весьма разнообразны. На приведенной на рис. 4.31 машине они, в частности, представляют собой две Г-образные лопасти, соединенные вилкообразными рычагами и штангой.

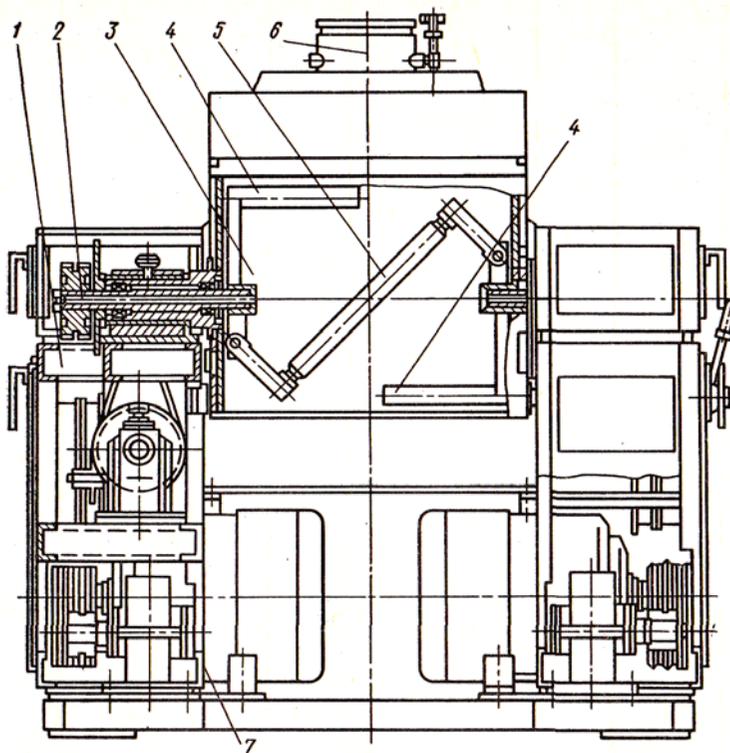


Рис. 4.31. Тестомесильная машина РЗ-ХТИ-3:
 1—станина, 2—приводной вал, 3—рабочая емкость, 4—Г-образные лопасти, 5—вилкообразный рычаг и штанга, 6—патрубок загрузочный, 7—привод

Тестомесильные машины непрерывного действия представляют собой одно- или двухвальные машины, Т-образные месильные органы которых закрепляются на вращающихся валах так, что одновременно замешивают тесто и перемещают его вдоль месильного корыта к выходу. На рис. 4.32 показана двухвальная машина с Т-образными лопастями, расположенными на валах в смежных полуцилиндрических камерах.

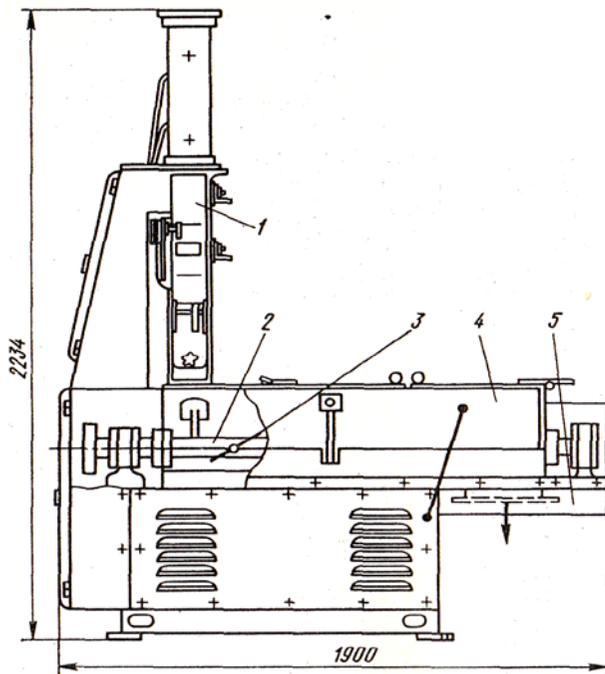


Рис. 4.32. Тестомесильная машина И8-ХТА:
1—дозатор, 2—вал, 3—месильная лопатка, 4—месильное корыто, 5—станина

В последнее время все большее распространение получают месильные машины, в которых, кроме замеса, производится более сложная дополнительная обработка теста, называемая пластикацией. Примеры конструктивных схем машин такого рода показаны на рис. 4.33.

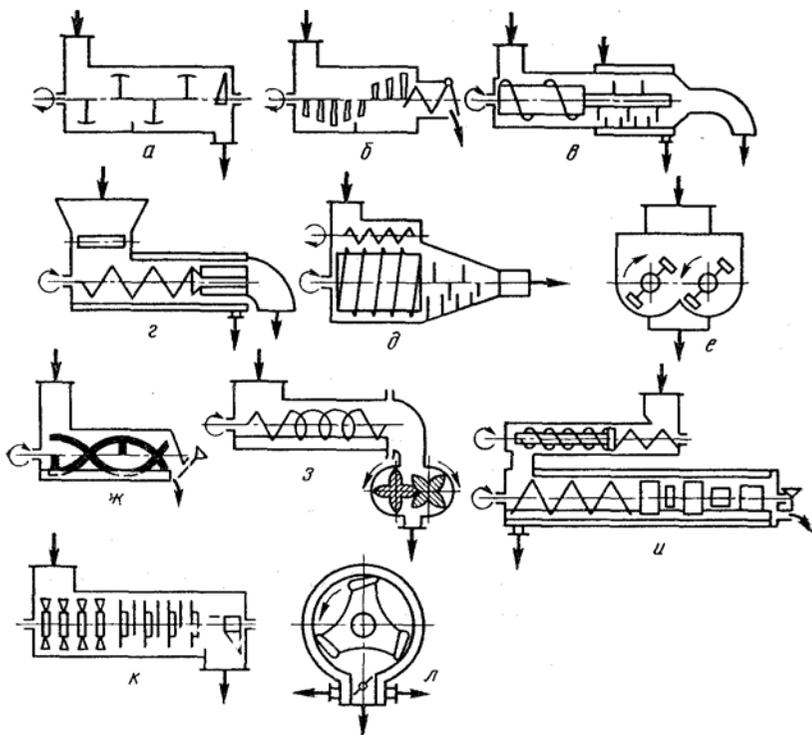


Рис. 4.33. Принципиальные схемы тестомесильных машин непрерывного действия (по А. Т. Лисовенко):

а—однокамерная с горизонтальным валом; б, в—одно-вальные с горизонтальным валом; г—одновальная со шнеком и пластикатором; д—одновальная с цилиндрическим шнеком; е, ж—днухвальные; з—с двумя винтообразными месильными лопастями и отдельной камерой пластикации; и—двухкамерная со спаренными смешивающими и пластицирующими участками; к—дисковая; л—суперинтенсивная машина с трехлопастным ротором

Оборудование для брожения

На небольших предприятиях замес и брожение теста, как правило, происходят в дежах. Интересное решение превращения такого рода периодического месильного и бродильного оборудования в оборудование, об-

служивающее непрерывный поток, представляют собой кольцевые хлебозаводы системы инж. Г. П. Марсакова, работающие с 30-х годов и по сей день. Дежи расположены на кольцевом вращающемся конвейере. В определенном месте конвейера стоит месильная машина периодического действия, замешивающая в последовательно поступающих к ней дежах опару. После замеса дежа движется вместе с конвейером, проходя специальные камеры, где поддерживаются заданные температура и влажность, способствующие хорошему брожению. Скорость конвейера такова, что, когда дежа подходит к следующей на кольце месильной машине, брожение опары закончено. В этот момент начинается замес теста. Совершив движение по кругу, дежа освобождается от выброженного теста и поступает на замес порции опары.

На рис. 4.34 приведена схема бункерных агрегатов для брожения системы Н. Ф. Гатилина (БАГ), которые на протяжении многих лет успешно эксплуатируются на многих хлебопекарных предприятиях. Агрегат заменил подкатные дежи. Принцип его работы заключается в следующем. Замешенная опара поступает в одну из секций бункера для брожения. Бункер поворачивается, и замешенная новая порция подается в следующую свободную секцию. То же самое происходит в комплексе второго бункера, в котором выбраживается уже тесто.

Известны агрегаты, где благодаря интенсивной проработке теста после замеса отпадает надобность во втором бункере для брожения теста, которое успевает выбродить, находясь уже в приемном бункере тестоделителя-следующей машины технологической цепочки.

Делительное оборудование

Известно множество конструкций делителей, но, к сожалению, подавляющее большинство из них работает по объемному принципу действия. Поскольку тесто содержит включения газа, не всегда в одном объеме заключается одна и та же масса. Это заставляет в процессе запуска

делительной машины вести ее тарировку; за точностью деления надо постоянно следить и в процессе работы.

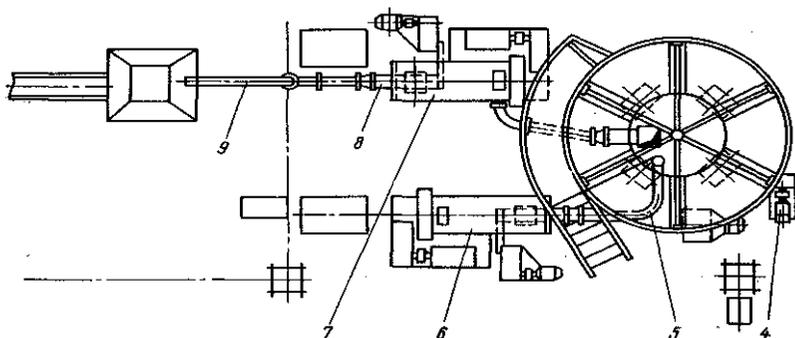


Рис. 4.34. Схема тестоприготовительного бункерного агрегата ИВ-ХАГ-6:

1—тестоделительная машина, 2—бункер для опары, 3—шнековый дозатор опары, 4—привод бункера, 5—труба для подачи опары в бункер, 6—тестомесильная машина для опары, 7—тестомесильная машина для теста, 8—шнековый насос для подачи теста, 9— труба для подачи теста

Можно наметить различные группы тестоделителей. В первой из них различного рода нагнетатели (от поршня до валков, лопастей и шнеков) выдавливают постоянного сечения жгут теста, от которого отрезаются порции определенной длины, а значит, и объема. Ко второй группе относятся делители, в которых тесто нагнетается в мерный карман; из него специальным устройством извлекается определенная порция теста. В третьей группе главной частью машин является своего рода штамп, который делит пласт определенной массы теста на равные по объему порции.

На рис. 4.35. приведена схема распространенного тестоделителя лопастного типа. Он выгодно отличается от других, во-первых, достаточно мягким воздействием на тестовую массу в процессе деления, чего нельзя наблюдать, например, в делителях со шнековым нагнетателем. Во-

вторых, в нем предусмотрена возможность регулирования давления на тесто в процессе деления, что гарантирует более точную массу заготовок.

Машины для формования теста

Все тестовые заготовки после деления проходят одну из двух формовочных машин-округлительную или закаточную-в зависимости от того, какая форма должна быть придана заготовке. Округлительные и закаточные машины также выпускаются в разных вариантах (рис. 4.36). На рис. 4.37 приведена в известном смысле классическая округлительная машина Т1-ХТН, которая, как и тестомесильная машина «Стандарт», вот уже многие десятилетия не имеет лучших аналогов-настолько проста и надежна ее конструкция. Кусок теста из тестоделителя через загрузочную воронку падает в нижнюю часть машины, которая состоит из вращающейся конической части и неподвижного винтообразного желоба. Увлекаемый трением кусок теста поднимается, перекатываясь по желобу, и выходит из машины в виде шарообразной заготовки.

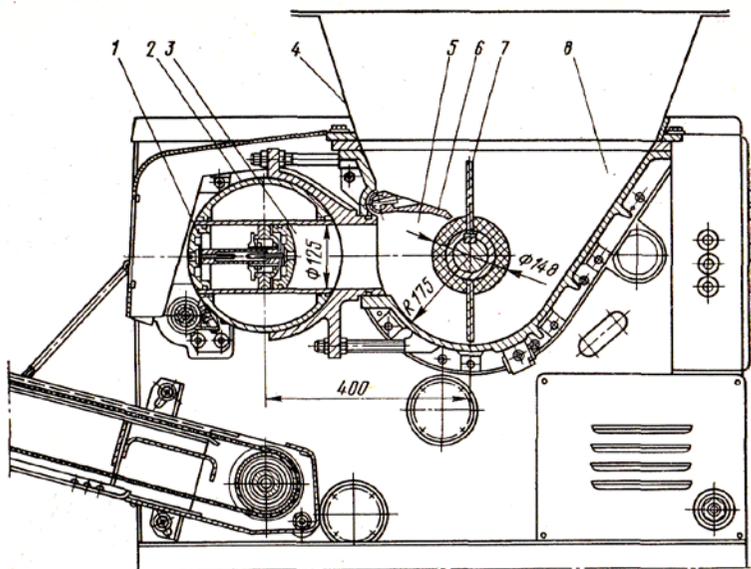


Рис. 4.35. Тестоделительная машина А2-ХТН:

1—плавающий поршень, 2—делительная головка, 3—мерная камера, 4—приемная воронка, 5—рабочая камера, 6—приемная заслонка, 7—лопасть, 8—тестовая камера

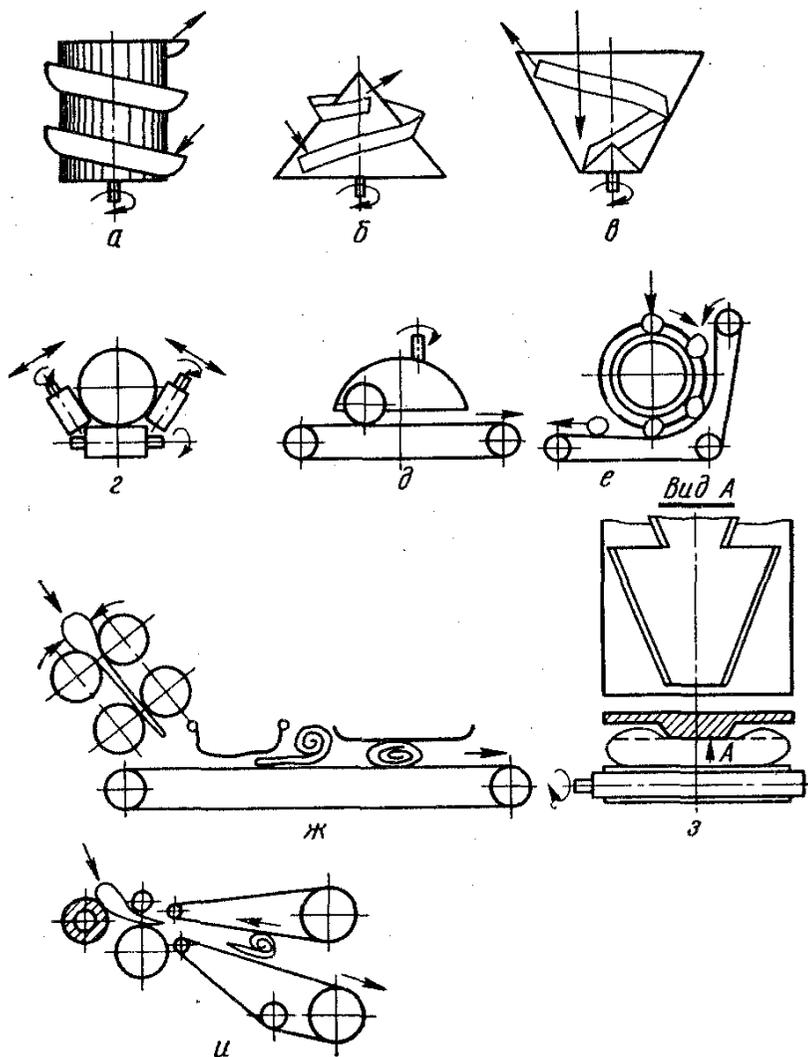


Рис. 4.36. Тестоокруглительные (а, б, в, г, д, е) закаточные (ж, з, и) машины (по А. Т. Лисовенко)

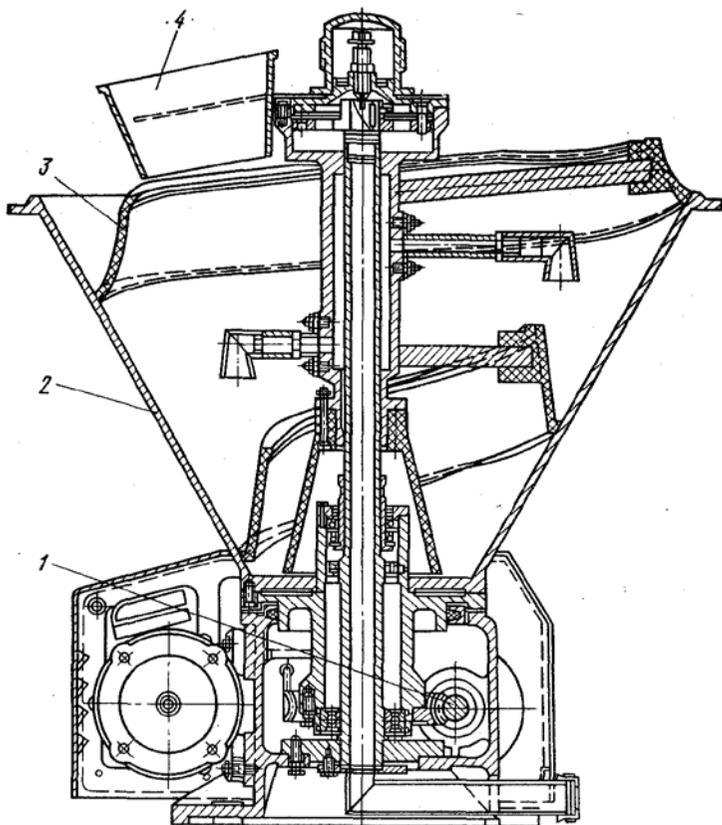


Рис. 4.37. Тестоокруглитель Т1-ХТН с конической несущей поверхностью 1—привод, 2—вращающаяся чаша, 3—формирующая спираль. 4—приемная воронка

На рис. 4.38 представлена тестозакаточная машина для формования изделий типа «рогалик». Заготовка из приемной воронки попадает на рифленый валок, после которого валками втягивается в расширяющийся зазор между плоскими лентами, движущимися в разных направлениях, благодаря чему закатывается в сигарообразную заготовку.

Известны и более сложные формующие машины, например машина для формования изделий типа «розанчик», рабочий орган которой имеет пуансон сложной формы.

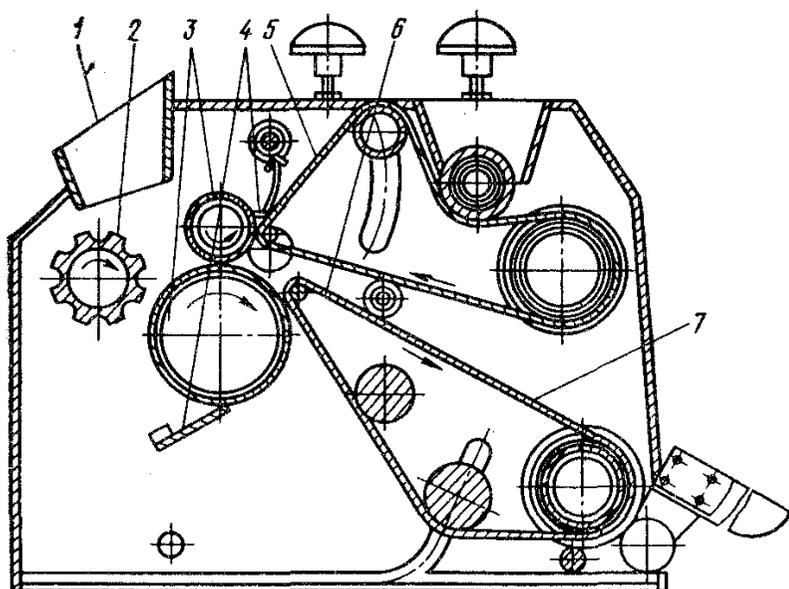


Рис. 4.38. Тестомялка (формующая головка) С-500М: 1—приемная воронка, 2—рифленый валок, 3—раскатывающие валки, 4—ножи для очистки, 5 и 6—ленточные транспортеры, 7—приемный столик

Расстойные шкафы. Печи.

Имеют конвейеры с люльками, в которых размещаются заготовки. Шкаф для окончательной расстойки сделан так, что заготовки находятся в нем в течение 30—60 мин при относительной влажности воздуха 75—80% и температуре 35—40 °С.

Различают тупиковые и тоннельные печи. На рис. 4.39 показаны схемы вариантов тупиковых и тоннельных печей.

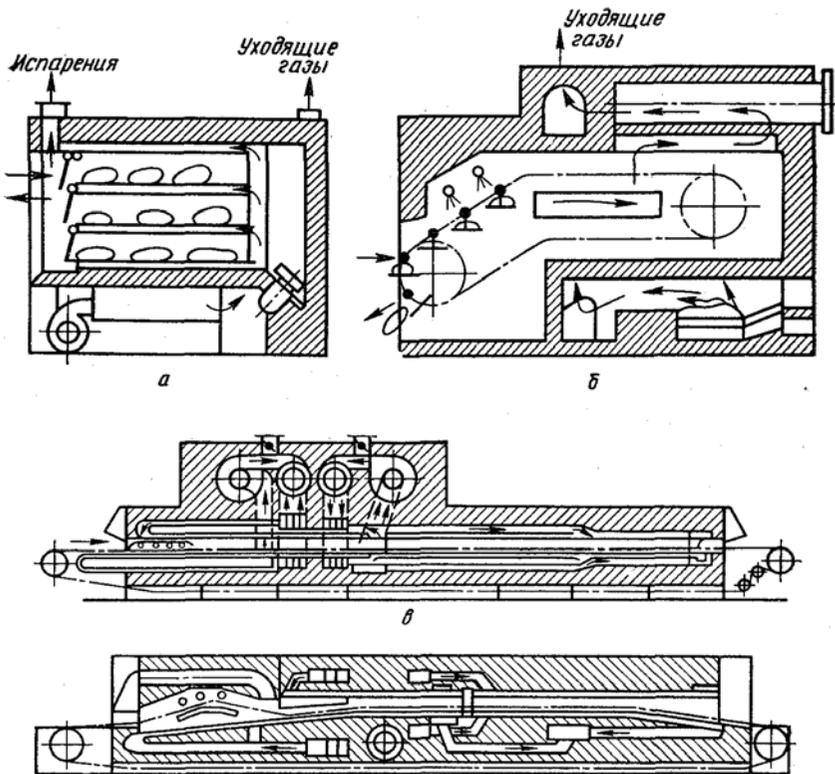


Рис. 4.39. Схемы тупиковых и тоннельных печей:
а—многоярусная этажерочная печь с канальным рециркуляционным обогревом; *б*—тупиковая печь с обычным канальным обогревом и люочно-подиковым цепным конвейером; *в*—печь с плоскими нагревательными распределительными каналами и двумя отдельными топками, размещаемыми над пекарной камерой; *г*—печи с плоскими нагревательными и круглыми распределительными каналами, куполообразной неветилируемой зоной увлажнения и топкой, размещенной над пекарной камерой

На рис. 4.40 приведена схема универсальной тупиковой печи ФТЛ-2-66. Она может работать на жидком или газообразном топливе. Изготовлена печь из кирпича, скрепленного металлическим каркасом. В печи имеется

люлечно-подиковый конвейер. Пекарная камера может увлажняться с помощью специальных гребенок. Готовые изделия выгружаются на ленточный транспортер механическим путем с помощью копира.

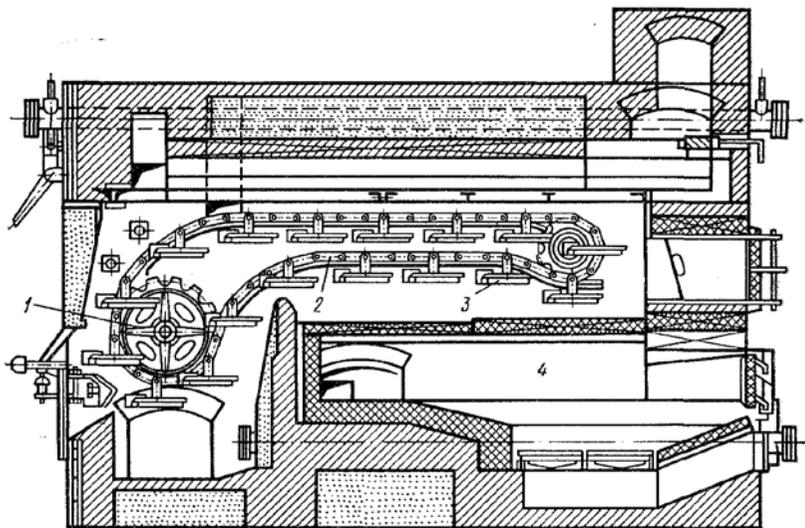


Рис. 4.40. Универсальная тупиковая печь:
1—приводной (он же натяжной) вал, 2—конвейер, 3—рамочная люлька, 4—тонка.

На основании изложенного можно констатировать, что на хлебозаводах применяется технологическое оборудование для механической переработки соединением (месильные машины), разделением (тестоделители) и формованием (округлительные, закаточные, формовочные машины), для проведения тепломассообменных процессов (печи). На хлебозаводах имеется специфическое оборудование для проведения микробиологических процессов (агрегаты для брожения, расстойные шкафы), которое в макаронной промышленности не применяется.

ОБОРУДОВАНИЕ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кондитерское производство-своего рода индустрия в пищевой индустрии. Можно выделить несколько основных кондитерских производств: конфетное, карамельное, шоколадное, пастило-мармеладное, выработка драже, восточных сладостей, мучных кондитерских изделий и др. Рассмотрим оборудование некоторых из перечисленных производств, показывая примеры оборудования, уже встречавшегося в других производствах.

Конфетное производство

Эта группа, как, впрочем, и другие, очень большая: выработка конфет из помадных, фруктовых, молочных, сбивных, марципановых, пралиновых и других конфетных масс. Рассмотрим в качестве примера оборудование для формования жгутов и корпусов конфет выпрессовыванием, отсадкой и резкой.

Многие конфетные массы, такие, как пралиновые, марципановые, кремовые и др., имеют высокую вязкость, что позволяет формировать изделия из них методом отсадки либо выдавливания непрерывных жгутов и резания их на отдельные корпуса конфет. В кондитерском производстве широко распространены экструдеры с валковым, шнековым, шестеренным и другими видами нагнетателей.

На рис. 4.41 показана схема экстру-дера со шнековым нагнетателем. Готовая масса, например прали-новая, подается в загрузочную воронку 4 и с помощью спирали 5 и под действием силы тяжести поступает в каналы шнекового нагнетателя 2, который выдавливает непре-рывные жгуты через формующие отверстия матрицы.

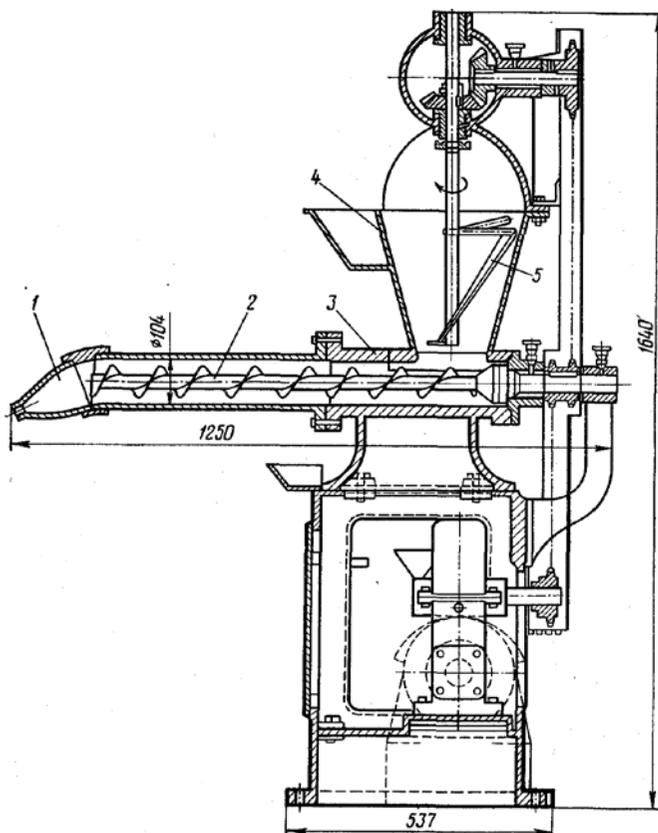


Рис. 4.41. Машина со шнековым нагнетателем для формования жгутов кондитерских масс: 1—формующая головка, 2—шнек, 3—корпус, 4—загрузочная воронка, 5—спираль

На рис. 4.42 приведена аналогичная машина-экструдер, нагнетателем в которой служит пара шестеренных роторов. Из приемной воронки 3 масса шнеком 2 подается к нагнетателю 4, который выдавливает из отверстий матрицы 5 непрерывные жгуты кондитерской массы, укладываемые на непрерывно движущийся, транспортер 7. Охлажденные в шкафах жгуты нарезаются ножами на отдельные корпуса конфет.

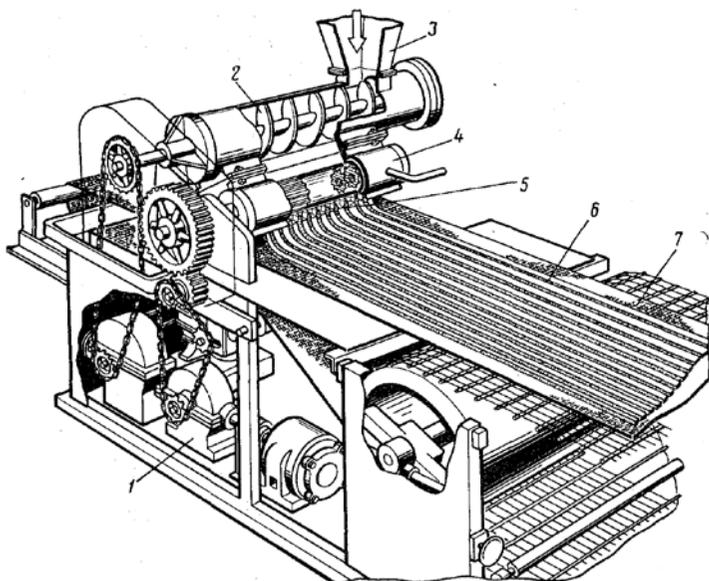


Рис. 4.42. Машина с шестеренным нагнетателем для формирования жгутов кондитерских масс:

1—привод, 2—подающий шнек, 3—приемная воронка, 4—шестеренный нагнетатель, 5—матрица, 6—жгут, 7—сетчатый транспортер

Большое распространение имеют отсадочные машины, которые представляют собой экструдеры, выдавливающие определенные порции массы, соответствующие тому или иному виду изделия.

Охлажденные корпуса конфет поступают в глазировочную машину, после чего транспортером подаются в охлаждающие камеры.

На рис. 4.43. показана схема охлаждающей камеры с радиационно-конвективным теплообменом, тоннельного типа.

В современных охлаждающих камерах тепло от конфет, покрытых глазурью, отводится конвективным, радиационным или контактным способом (или применяются комбинации этих способов). На рис. 4.43 показаны разрезы

охлаждающей камеры по вентиляционной и холодильной секциям, последовательно чередующимся в шкафу. В вентиляционной секции холодный воздух по каналам направляется в пространство 1, циркулируя в поперечном по отношению к движению транспортера направлении. Нагретый от конфет воздух направляется в холодильную секцию, проходит через ребристую батарею, охлаждается и вновь поступает в вентиляционную секцию.

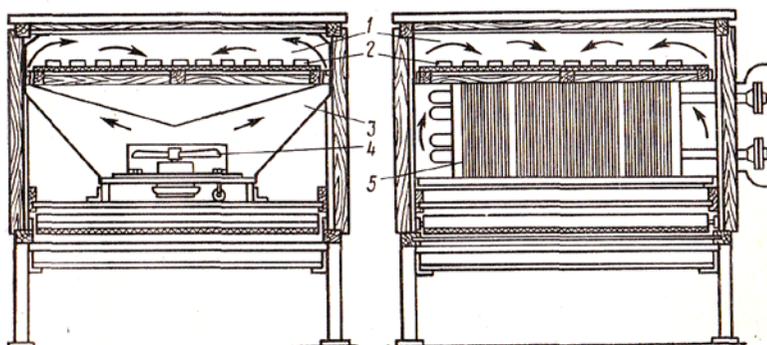


Рис. 4.43. Охлаждающая камера с радиационно-конвективным теплообменом: 1—пространство с холодным воздухом, 2—охлаждаемые изделия, 3—канал, 4—вентилятор, 5—ребристая батарея

Рассмотренное оборудование для формования и резки корпусов конфет, их охлаждения и глазирование может быть распределено по функциональным группам, включающим оборудование для механической переработки сырья формованием и разделением и переработки путем проведения тепломассообменных процессов.

Технологическое оборудование для производства печенья.

Основные технологические операции при изготовлении печенья следующие: приготовление теста, формование полуфабриката, выпечка. Рассмотрим примеры оборудования, применяемого при изготовлении сахарного

печенья. Тесто для сахарного печенья должно быть рыхлым, пластичным, хорошо сохраняющим приданную ему форму. Оно имеет низкую влажность (16-17%). Вода при замесе вводится лишь для растворения компонентов (сахар, соль, разрыхлители), поэтому набухание клейковины идет при дефиците влаги. Чтобы тесто не утратило свои свойства, его надо сразу после замеса формировать-в противном случае происходит дальнейшая гидратация клейковины и тесто из пластичного становится упругопластичным. При замесе используют эмульсию, получаемую в эмульсаторе из воды и всех компонентов, кроме муки и крахмала. Для сбивания эмульсии используется центробежный эмульсатор, схема которого приведена на рис. 4.44. При вращении дисков 2, 5 смесь разбивается на мельчайшие частицы, образуется эмульсия.

Замес теста происходит при подаче эмульсии и муки в смесительную машину непрерывного действия, на валу которой расположены лопасти (подобно тому, как это было в рассмотренных ранее машинах, используемых для замеса теста для макарон, хлеба).

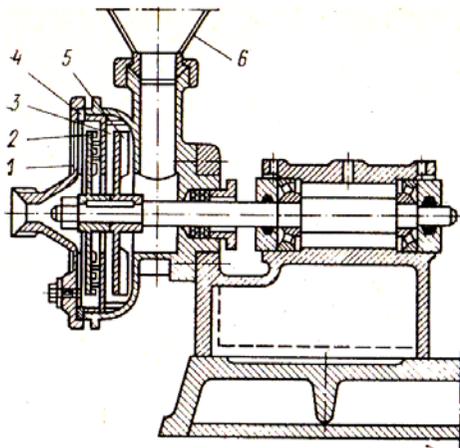


Рис. 4.44. Центробежный эмульсатор:
1-крышка; 2, 5—вращающиеся диски; 3—кольцо; 4—неподвижный диск; 6—загрузочная воронка.

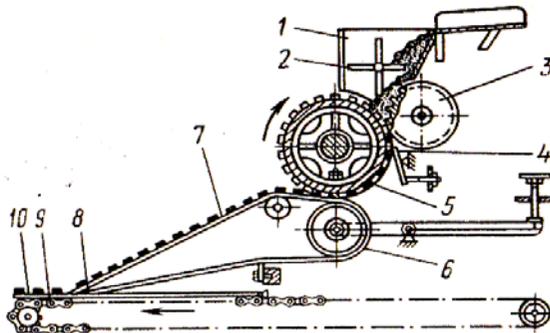


Рис. 4.45. Схема ротационной формующей машины:
 1—бункер, 2—защитная крыльчатка, 3- питающий барабан, 4-
 нож, 5- формующий барабан, 6- натяжной ролик,
 7-движущийся тканевый транспортер, 8- ножевидная
 планка, 9—цепной транспортер, 10—металлический трафарет

Формование заготовок печенья происходит на ротационной формующей машине, принцип работы которой ясен из схемы, приведенной на рис. 4.45. Отформованные заготовки попадают на цепной транспортер, который доставляет их в печь. Выпечка осуществляется в печах различной конструкции. Наиболее распространены газовые одноленточные печи, выпечка в которых осуществляется на металлических трафаретах, устанавливаемых на цепной транспортер.

Оборудование, используемое для производства печенья, может быть отнесено к группам оборудования для механической переработки сырья соединением (эмульсаторы, тестомесильные машины) или формованием (формующие машины) и к группе оборудования для проведения тешюмассообменных процессов (печи).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Оборудование для замеса теста. Тестосмеситель макаронного пресса. Конструкция и принцип действия.

2. Формующее оборудование. Смешивающая машина периодического действия.
3. Матрицы макаронных экструдеров. Прессы.
4. Линия с конвейерными сушилками для производства коротких изделий. Конструкция.
5. Линия для производства длинных изделий с сушкой на бастунах. Конструкция.
6. Кассетные и шкафные сушилки. Конструкция.
7. Оборудование для замеса теста. Конструкция и принцип работы.
8. Оборудование для брожения. Конструкция и принцип работы.
9. Делительное оборудование. Конструкция и принцип работы.
10. Машины для формования теста. Конструкция и принцип работы.
11. Расстойные шкафы. Печи. Конструкция и принцип работы.
12. Конфетное производство. Машина со шнековым нагнетателем для формования жгутов конфетных масс.
13. Машина с шестеренным нагнетателем для формования жгутов конфетных масс.
14. Охлаждающая камера с радиационно-конвективным тепло-обменом.
15. Технологическое оборудование для производства печенья.
16. Эмульсаторы. Формующие машины. Печи.

§ 4.3. ОБОРУДОВАНИЕ САХАРНЫХ И САХАРОРАФИНАДНЫХ ЗАВОДОВ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОЙКИ И ОЧИСТКИ

Чтобы успешно переработать (с минимальными потерями сахара) выращенную сахарную свеклу, все операции на сахарных заводах выполняются непрерывным

поточным способом круглосуточно, без остановок на выходные дни. Отсюда одним из основных требований, предъявляемых к машинам и аппаратам сахарного производства, является эксплуатационная надежность.

Сырье доставляется на заводы при помощи гидротранспортеров (желобов). На них установлены соломоловушки и камнеловушки (рис. 4.46 и 4.47). Для полной очистки свеклы от земли используют специальные свекломойки (рис. 4.48). Имеется ряд систем моек. Обычно они представляют собой корытообразный аппарат, через который противотоком прогоняются свекла и свежая вода. В корыте расположен кулачковый вал.

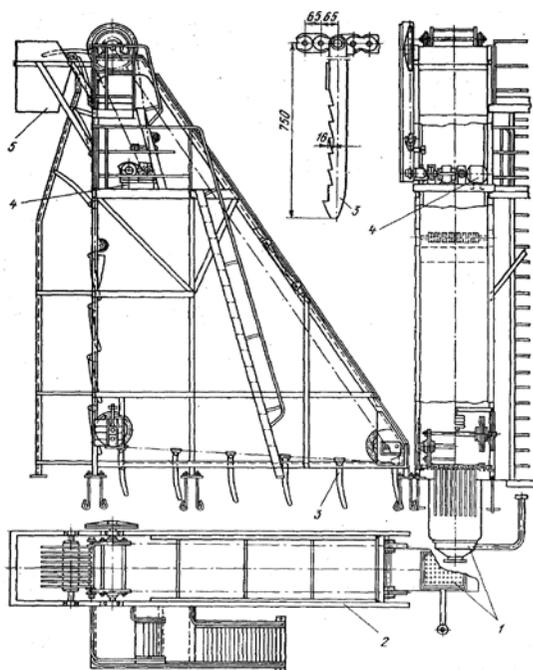


Рис. 4.46. Схема соломолушки:
1—ботвоподъемник, 2—станина, 3—грабли, 4—электропривод,
5—приемник

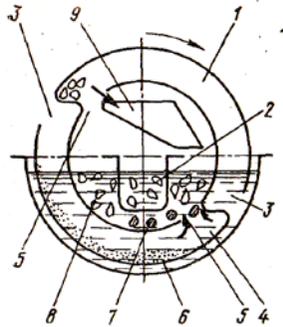


Рис 4.47. Схема камнеловушки:

1, 4 — карманы; 2—гидротранспортер;
3, 5—отверстия; 6—песок; 7—тяжелые примеси; 8—стекла;
9—лоток

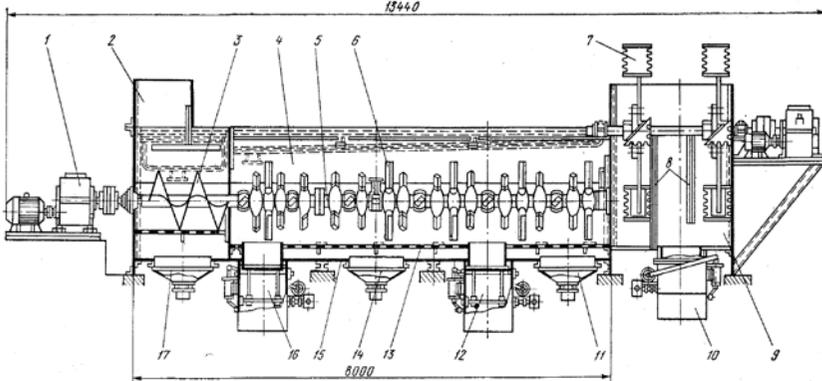


Рис. 4.48. Свекломойка KM3-57M:

1—привод; 2—подающий лоток; 3—разрыхляющий шнек;
4—мощная часть свекломойки; 5—вал; 6—кулак; 7—ковш;
8—перегородка; 9—выбрасывающая часть свекломойки;
10, 12, 16—камнеловушки; 11, 14, 17—песко-ловушки;
13—перфорированное дно; 15—сплошное дно.

Транспортировку свеклы с водой, прогонку через мойку, а также подъем осуществляют с помощью специальных центробежных насосов. Свеклу поднимают на высоту, с тем, чтобы дальнейшие операции осуществлялись при транспортировании самотеком.

В начале XIX в. для извлечения сока из свеклы пользовались терками и прессами. В 1834 г. в России был впервые осуществлен диффузионный метод извлечения сахара из свеклы. В современных диффузионных аппаратах непрерывного действия свекла, изрезанная в стружку, движется навстречу горячей воде, в которую постепенно диффундирует сахар. Получаемый диффузионный сок содержит почти весь сахар свеклы. С обессахаренной стружкой, называемой жомом, теряется около 0,3% сахара.

Производительность диффузионной установки и содержание сахара в жоме в большой степени обусловлены качеством стружки. Свекловичная стружка обычно имеет поперечное сечение желобчатой или пластинчатой формы (рис. 4.49). Стружка должна иметь небольшую определенную толщину.

Известно несколько видов свеклорезок - центробежные (рис. 4.50), дисковые, барабанные. Рабочий орган свеклорезки-ножи-может быть различной формы. На наших заводах наибольшее распространение получили ножи Чижека (рис. 4.51).

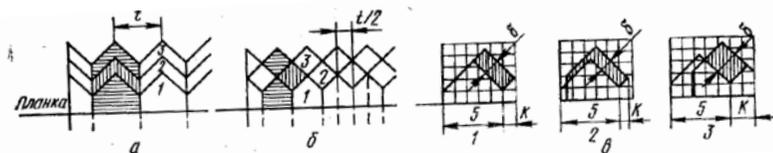


Рис. 4.49. Форма поперечного сечения стружки:
а—желобчатая, получаемая ребристыми фрезерованными ножами Чижека; *б* и *в*—квадратная и пластинчатая, получаемая ребристыми ножами Чижека.

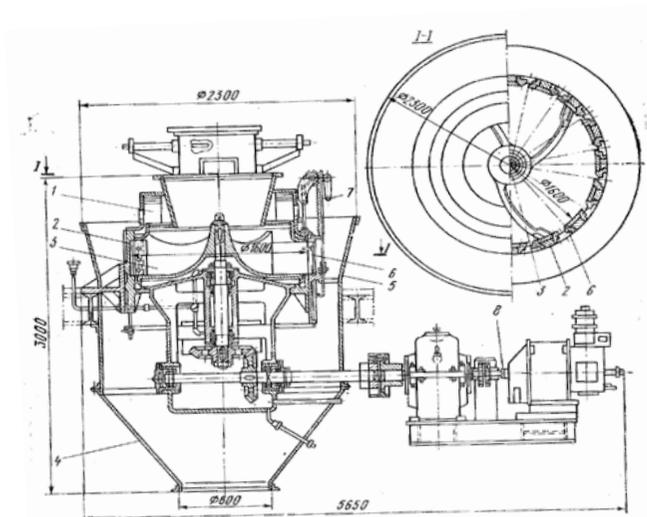


Рис. 4.50. Центробежная свеклорезка СЦБ-16М:
 1—загрузочный бункер, 2—цилиндрический корпус, 3—трехло-
 пастная улитка. 4—нижний кожух, 5—верхний кожух, 6—ножевая
 рама, 7—лебедка. 8—привод

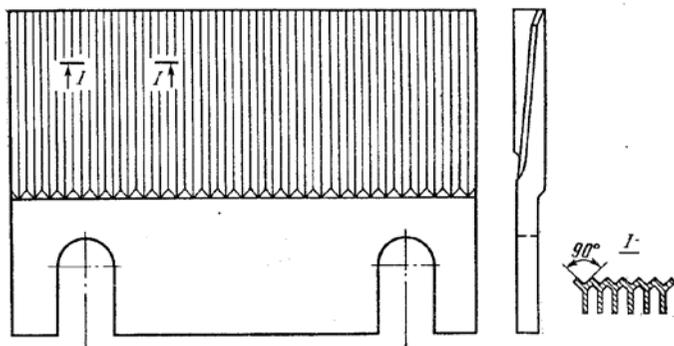


Рис. 4.51. Ножи Чижека

На рис. 4.52 и 4.53 показаны конструкции свеклорезок
 двух других типов.

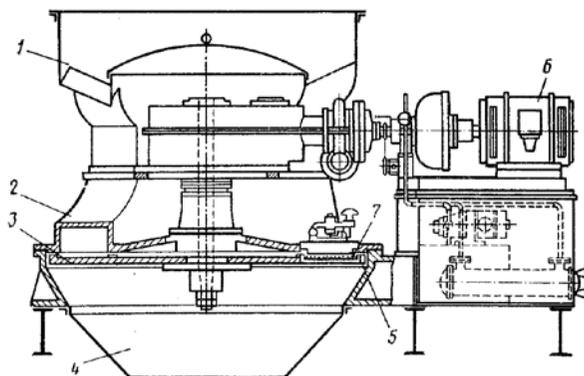


Рис. 4.52. Дисковая свеклорезка:
 1—приемный бункер, 2—прижим свеклы, 3—горизонтальный диск, 4—выходная воронка для стружки, 5—рама, 6—привод, 7—нож

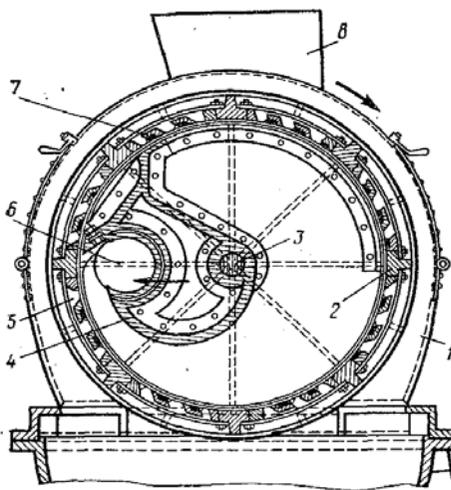
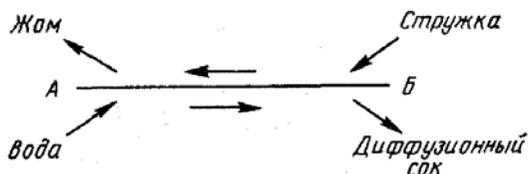


Рис. 4.53. Барабанная свеклорезка:
 1—неподвижный кожух, 2—горизонтальный барабан, 3—вал, 4—улитка-прижим, 5—ножевая рама, 6—карман-ловушка, 7—нож, 8—загрузочное отверстие.

Со временем ножи тупятся, а часто и повреждаются, поэтому их приходится менять. В центробежных

свеклорезках, наиболее распространенных, ножи можно заменять без остановки машины, но свекла в них не так хорошо прижимается к ножам. В процессе диффузирования сахара из стружки имеет место следующая противоточно непрерывная схема диффузионного процесса:



ДИФфуЗИОННЫЕ АППАРАТЫ. ДЕФФЕКТОРЫ. САТУРАТОРЫ. ВАКУУМ - АППАРАТЫ. КРИСТАЛЛИЗАТОРЫ. СУШИЛКИ. ПРЕССЫ.

Существует несколько типов диффузионных аппаратов, схема одного из них-аппарата наклонного типа-приведена на рис. 4.54. Снизу вверх в аппарате движется стружка, а сверху вниз-вода.

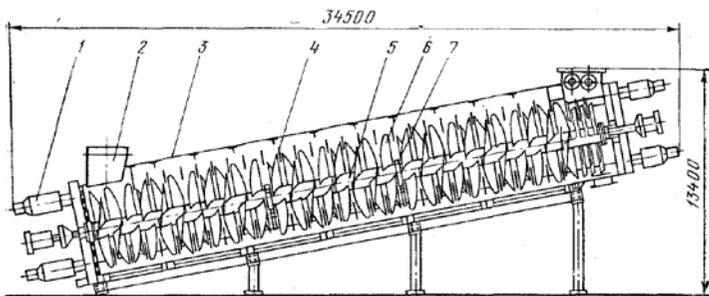


Рис. 4.54. Наклонный двухшнековый диффузионный аппарат А1-ПДС-60: 1—электродвигатель, 2—приемный бункер, 3—крышка, 4—перегородка, 5—лопастной вал, 6—лопасть, 7—опора

Диффузионный сок, полученный на диффузионных аппаратах, мутный, черного цвета. Для очистки его нагревают паром в особых подогревателях до 90°С и добавляют известковое молоко. Эта операция называется дефекацией.

При нагревании сока и действии на него извести коагулируют белки и черные красящие вещества свеклы.

На рис. 4.55. показана схема дефектора. Дефектованный сок насыщают диоксидом углерода, проводя так называемую первую сатурацию. При этом часть извести превращается в нерастворимый мелкий кристаллический осадок CaCO_3 , на поверхности частиц которого адсорбируются некоторые сахара. На рис. 4.56 приведена схема сатуратора. Сок, прошедший сатурацию, для улучшения фильтрации нагревают до 90°C и фильтруют на вакуум-фильтрах, которые отделяют осадок ($\text{CaCO}_3 + \text{сахара}$ на нем).

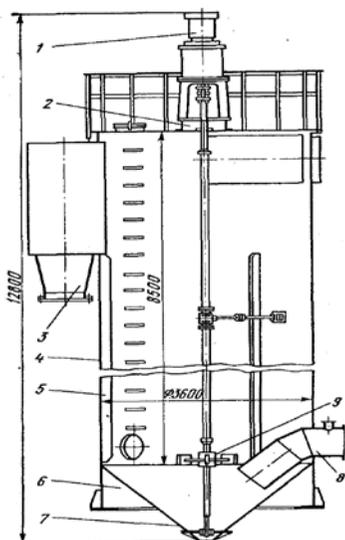


Рис. 4.55. Дефектор ОД-6: 1—привод, 2—рама, 3—короб, 4—корпус, 5—контрлопасть, 6—опора, 7—коническое для подвода сока, 8—патрубок для подвода сока и известкового молока, 9— мешалка лопастная

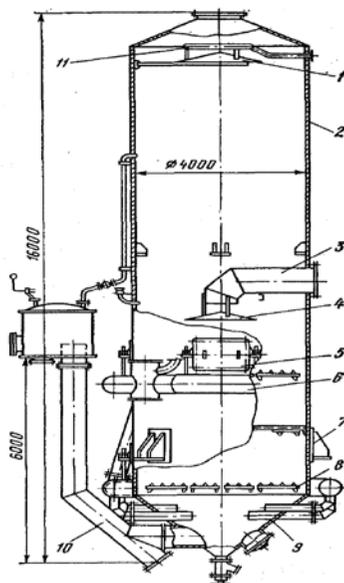


Рис. 4.56. Сатуратор типа 1С-6: 1—отражательный зонт, 2—корпус, 3—труба для подвода сока, 4—зонт распределитель днище, 5—люк, 6—труба для подвода газа, 7—опора, 8—решетка, 9—днище коническое, 10—труба отводящая, 11—барботер

Профильтрованный сок светло-желтого цвета. В нем содержится небольшое количество избыточной извести, поэтому сок подвергают второй сатурации диоксидом углерода и снова фильтруют. На рис. 4.57. показана схема одного из вариантов фильтров.

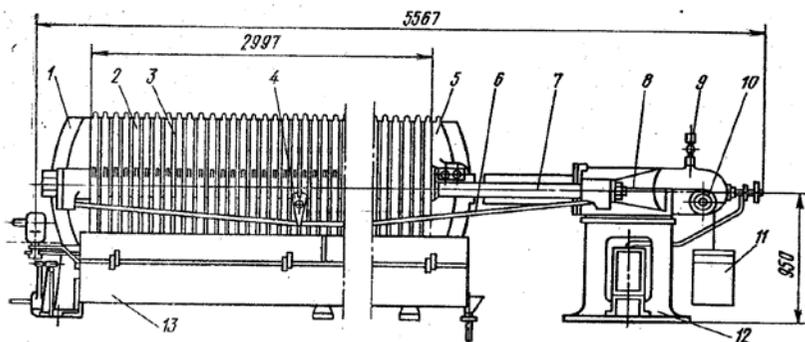


Рис. 4.57. Фильтр-пресс:

1, 4—стойки; 2—плита; 3—рама; 5—передвижная плита-лобовина; 6—шпренгель-раскос; 7—балка; 8—гидрозажим; 9—кран, 10—шквив; 11—груз; 12—задняя стойка, 13—сборник для фильтрованного сока

Далее сок обрабатывают диоксидом серы на сульфитаторе (рис. 4.58) для дополнительного обесцвечивания и снова фильтруют. Очищенный сок выпаривают в выпарном аппарате (рис. 4.59) до концентрации 65% сухих веществ, из которых около 60% сахара. Полученный сироп еще раз сульфитируют для дополнительного обесцвечивания и фильтруют.

Очищенный сироп уваривают в вакуум-аппаратах до высокой концентрации сухих веществ, (примерно 93%). Полученный в результате продукт называют утфелем. Небольшое количество воды не в состоянии удержать в растворе весь сахар, поэтому в процессе уваривания большая часть сахара выкристаллизовывается, и утфель содержит, таким образом, более 50% кристаллов сахара.

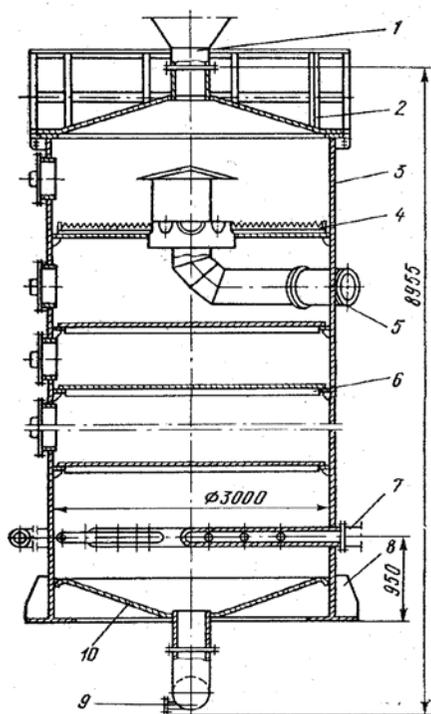


Рис. 4.58. Сульфитатор РЗ-ПСС-6:

1—вытяжная труба, 2—ограждение, 3—корпус, 4—распределитель, 5—труба для подвода сока, 6—решетка, 7—труба для газа, 8—опора, 9—труба, 10—днище.

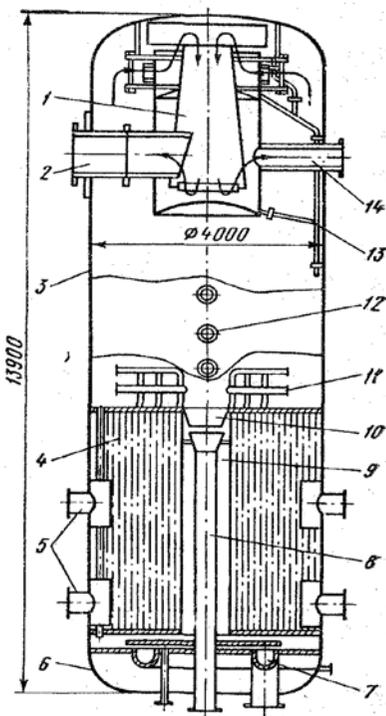


Рис. 4.59. Выпарной аппарат типа ВАГ:

1—сепаратор; 2, 14—патрубки для удаления пара, 3—корпус, 4—греющая камера, 5—штуцера для подвода пара; 6—днище; 7—распределитель; 8, 10—труба и воронка для отвода сгущенного сока; 9—циркуляционная труба; 11—газоотводящая труба; 12—смотровое стекло; 13—труба отвода отделенных капель.

Кристаллы отделяют на центрифугах-быстровращающихся барабанах с сетчатой боковой поверхностью. Схема одного из них приведена на рис. 4.60.

Маточный раствор содержит еще много сахара, поэтому его уваривают в вакуум-аппарате и получают утфель второй кристаллизации. Затем вновь на центрифугах отделяют кристаллы сахара-получают сахар несколько худшего качества (желтый), который возвращают в производство (растворяют в сатурационном соке и прибавляют к сиропу).

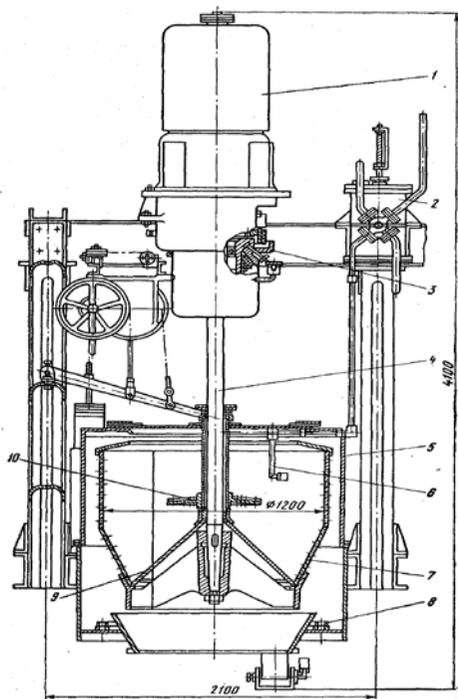


Рис. 4.60. Саморазгружающаяся центрифуга ПС-1200:
 1—электродвигатель, 2—сосуд мерный, 3—головка
 подвесная,
 4—вал, 5—кожух, 6—устройство промывное,
 7—ротор, 8—барботер кольцевой, 9—конус,
 10—распределительная тарелка.

В маточном растворе, отделенном от утфеля второй кристаллизации, содержится много сахара, но получить его

методом дальнейшего уваривания и кристаллизации уже не всегда удается. Этот раствор является отходом производства, называемым мелассой (или кормовой патокой). При работе со свеклой высокого качества получают утфель третьей кристаллизации.

Основная продукция свеклосахарного производства – белый сахар-песок. В качестве отходов получают жом, дефекосатурационный осадок, получаемый при очистке сока, и мелассу.

На заводах имеется также оборудование для сушки сахара» песка и жома и прессы для жома и сахара-рафинада.

На свеклосахарных предприятиях используется оборудование для проведения финишных операций – колочно-упаковочные и другие машины.

Среди чрезвычайно разнообразия оборудования свеклосахарного производства можно выделить функциональные группы, включающие основные машины и аппараты.

Машины, ведущие одну из первых основных технологических операций – изрезывание свеклы в стружку, могут быть отнесены к группе оборудования для механической переработки сырья и полуфабрикатов разделением. Сюда же можно включить и фильтры, и центрифуги.

В свеклосахарном производстве имеется также большая группа оборудования, например выпарные аппараты, которое может быть отнесено к функциональной группе, включающей технологическое оборудование для проведения тепломассообменных процессов.

Используемые на сахарорафинадных заводах сахарные прессы могут быть отнесены к группе, включающей технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Соломолушки и камнелушки. Конструкция и принцип действия.
2. Свекломойка КМЗ-57М. Конструкция и принцип действия.
3. Свеклорезки. Ножи Чижека.
4. Центробежная свеклорезка СЦБ-16М. Конструкция и принцип действия.
5. Дисковая свеклорезка. Конструкция и принцип действия.
6. Барабанная свеклорезка. Конструкция и принцип действия.
7. Наклонный двухшнековый диффузионный аппарат А1-ПДС-60.
8. Дефектатор ОД-6. Конструкция и принцип работы.
9. Сатуратор типа 1С-6. Конструкция и принцип работы.
10. Фильтр-пресс. Назначение. Конструкция.
11. Сульфитатор РЗ-ПСС-6. Назначение. Конструкция.
12. Выпарной аппарат типа ВАГ. Конструкция и принцип работы.
13. Саморазгружающаяся центрифуга ПС-1200.

§ 4.4. ОБОРУДОВАНИЕ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В этом разделе лекции будут рассмотрены машинно-аппаратурные схемы винодельческого и пиво-безалкогольного производств.

В производстве вина, пива, кваса, как известно, одной из главных технологических операций является брожение.

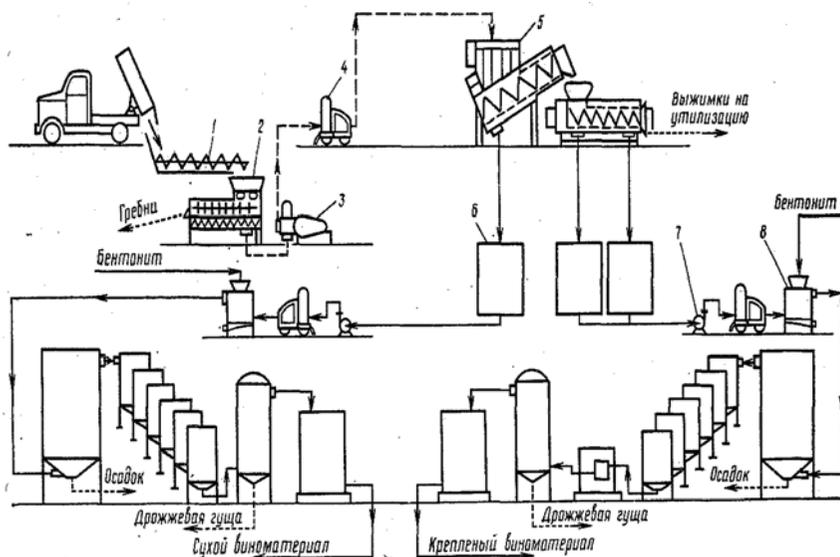


Рис. 4.61. Машинно-аппаратурная схема получения вина или винома́териалов: 1-шнековый пита́тель, 2-дробилка-гребнеотделитель, 3-мезгонасос, 4-сульфитатор, 5-стекатель, 6-сборник сусла, 7-насос, 8-аппарат для обработки бентонитом.

Технологическое оборудование винодельческого производства (рис. 4.61). Приготовление сухих виноградных

вин или виноматериалов сводится к следующим операциям: дробление ягод и отделение их от гребней, получение сока (сусла), брожение очищенного, осветленного сусла. По окончании брожения получают сухое вино, которое может служить виноматериалом для дальнейшего производства, например коньячного.

Описанная выше технология присуща первичному виноделению. Винодельческие заводы делятся на заводы первичного и вторичного виноделия. Заводы вторичного виноделия заняты улучшением вина, в частности купажированием, т. е. получением отдельных сортов вин из нескольких виноматериалов. Здесь же идет операция розлива вина и оформление продукции.

Рассмотрим машины и аппараты, используемые в винодельческом производстве.

После дробилки-гребнеотделителя появляется первое сусло, которое пока движется на дальнейшую переработку вместе с раздавленными ягодами. На рис. 4.62 приведена схема дробилки-гребнеотделителя валкового типа, в которой ягоды в основном раздавливаются в момент прохождения между валками. На рис. 4.63 показана дробилка-гребнеотделитель ударно-центробежного типа, в которой ягоды дробятся от ударов о вращающиеся бичи. Раздробленные ягоды поступают в стекатель, где из них самотеком и под действием небольшого подпора отбирается лучшая, первая, фракция сусла. На рис. 4.64 приведена схема стекателя. Выходящие из этой машины выжимки отжимают на прессе. Для этой цели часто используют двухшнековый пресс (рис. 4.65), шнеки которого вращаются в разных направлениях, что способствует лучшему отделению сусла за счет дополнительного ворошения мезги. Применяются прессы и других конструкций-пневматические (рис. 4.66), ленточные, эксцентрикковые и т. п.

Брожение полученного в рассматриваемых машинах сусла ведется в специальных термостатируемых емкостях. Современные бродильные установки поточного типа состоят из большого числа емкостей, соединенных одна с другой (рис. 4.67). По мере брожения сусло перемещается из одной

емкости в другую. Выбродивший виноматериал осветляется и направляется на хранение.

Дальнейшая работа с готовым сухим вином или с виноматериалом ведется в рамках завода вторичного виноделия, машинно-аппаратурная схема которого приведена на рис. 4.68.

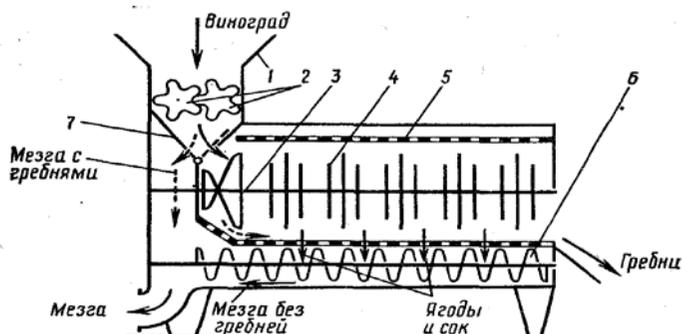


Рис. 4.62. Схема дробилки-гребнеотделителя валкового типа: 1—бункер, 2—валки, 3—вал гребнеотделителя, 4—бич, 5—цилиндр гребнеотделителя, 6—шнек, 7—заслонка

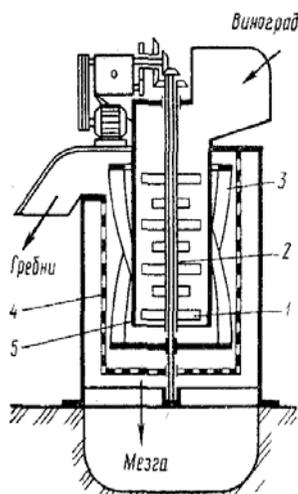


Рис. 10.3. Схема дробилок-гребнеотделителей ударно-центробежного типа:

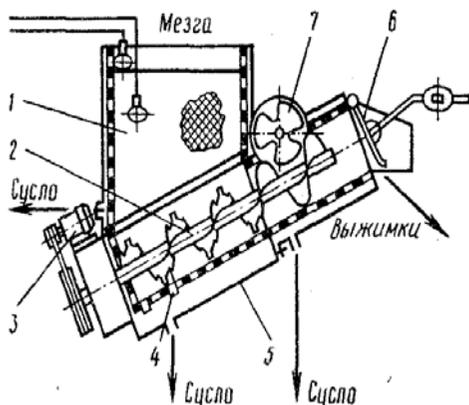


Рис. 10.4. Схема стекателя: 1-бункер с перфорированными стенками, 2-шнек, 3—привод,

- 1—бич, 2—вертикальный вал, 4—перфорированный корпус,
 3—вертикальная лопасть, 5—кожух-суслоприемник,
 4—перфорированный цилиндр, 6—заслонка, 7—лопастной диск
 3—вертикальная лопасть,
 5—сплошной цилиндр

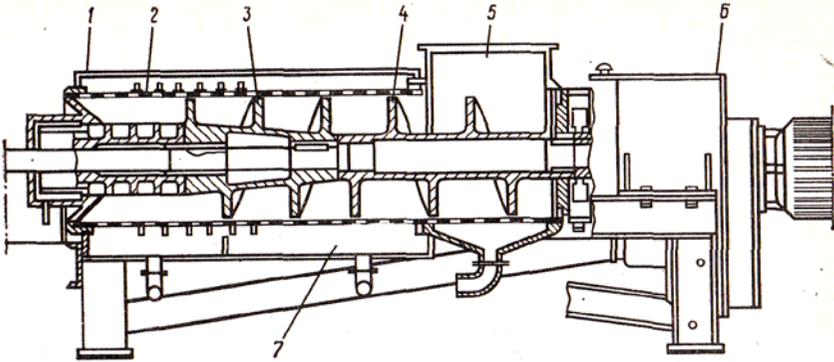


Рис. 4.65. Схема двухшнекового пресса:

- 1—капот; 2—цилиндр; 3, 4—шнеки; 5—бункер; 6—привод; 7—
 сборник сусла

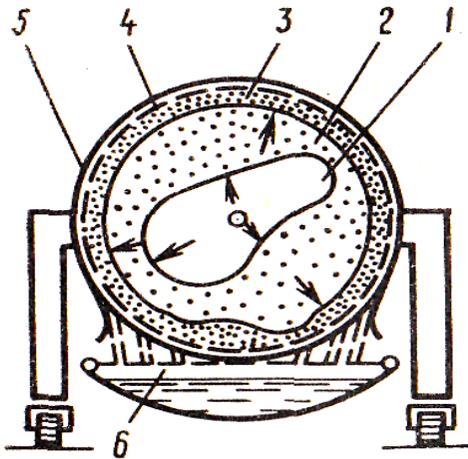


Рис. 4.66. Схема горизонтального пневматического пресса:

- 1—резиновый баллон в начале прессования, 2—мезга, 3 -
 резиновый баллон в конце прессования, 4—корзина, 5—барабан,
 6—поддон для стекающего сусла

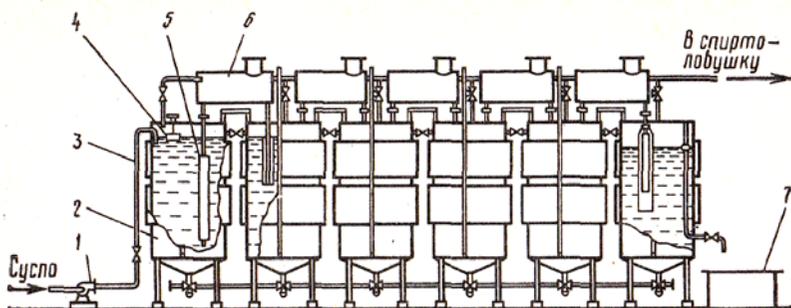


Рис. 4.67. Батарея бродильных емкостей для брожения в потоке; 1—насос, 2—вертикальный металлический резервуар, 3—трубопровод подачи сусла, 4—поплавковое реле, 5—труба подъема сусла, 6—переточный бак, 7—приемник сусла.

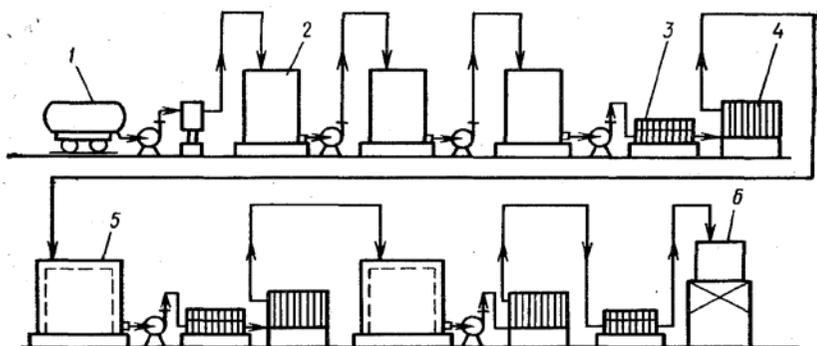


Рис. 4.68. Машино-аппаратурная схема завода вторичного виноделия: 1—транспортный резервуар; 2—емкость для отдыха, купажа, оклейки; 3—фильтр; 4—пластинчатый теплообменник; 5—термоцистерна; 6—напорный резервуар для подачи на линию розлива

На заводе вторичного виноделия осуществляется ряд технологических операций, таких, как отдых, купаж, оклейка, обеспечивающих определенный сорт и качество вина. Здесь же вино фильтруется, проводится его термообработка, осуществляется выдержка в термоизолированных емкостях.

После завершения всех этих операций готовое вино подается по линии розлива. Она включает оборудование для мойки, стерилизации бутылок, розлива вина в бутылки, закупоривания, наклеивания этикеток и прочих операций вплоть до санитарной обработки ящиков. На рис. 4.69 приведен вариант разливочного автомата с дозатором, на рис. 4.70 - закупорочный автомат.

В винодельческом производстве есть примеры технологического оборудования для механической переработки путем разделения или соединения (раздавливание в дробилках-гребне-отделителях, разделение в прессах, купажирование), имеется оборудование для ведения тепловых и микробиологических процессов (брожение в батареях, нагрев или охлаждение в теплообменниках и т.п.)

Следует особо отметить разнообразие вариантов оборудования на заводах вторичного виноделия для проведения подготовительных операций. Причем многие из них в рассматриваемом производстве настолько важны, что их можно в рамках данного производства отнести уже к основным операциям. Это относится, например, к операциям мойки бутылок, которая на заводах вторичного виноделия по сложности оборудования, по решаемым ею задачам - не просто подготовительная. Большое внимание в производстве вина уделяется и финишным операциям (розлив вина, наклеивание этикеток и др.), которые также выполняются на чрезвычайно сложном оборудовании.

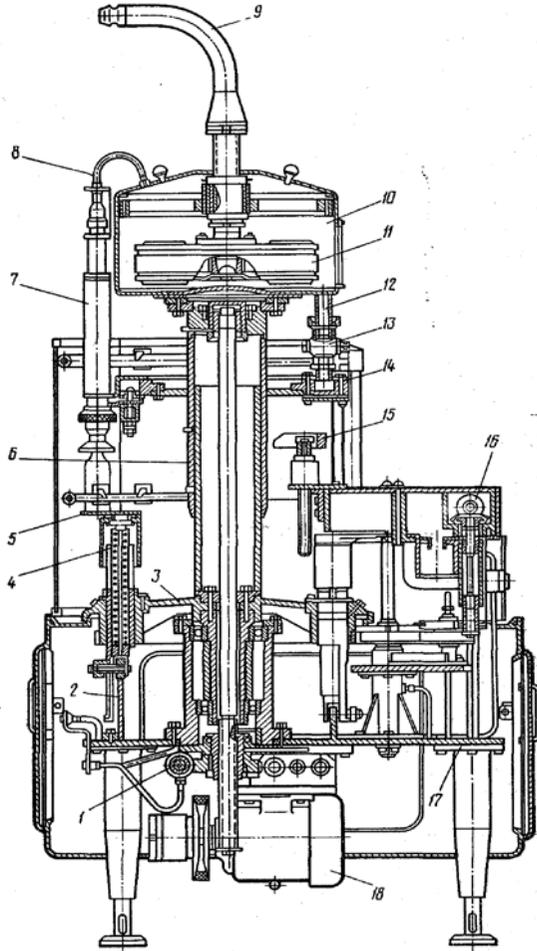


Рис. 4.69. Разливочный автомат:

- 1—редуктор; 2, 15—копир; 3—вращающийся стол; 4, 5—
 подъемный столик; 6—стойка; 7—разливочное устройство; 8,
 9—трубки;
 10—расходный бак; 11—поплавок; 12—патрубок; 13—кран;
 14—коллектор; 16—шnek; 17—станина; 18—электродвигатель

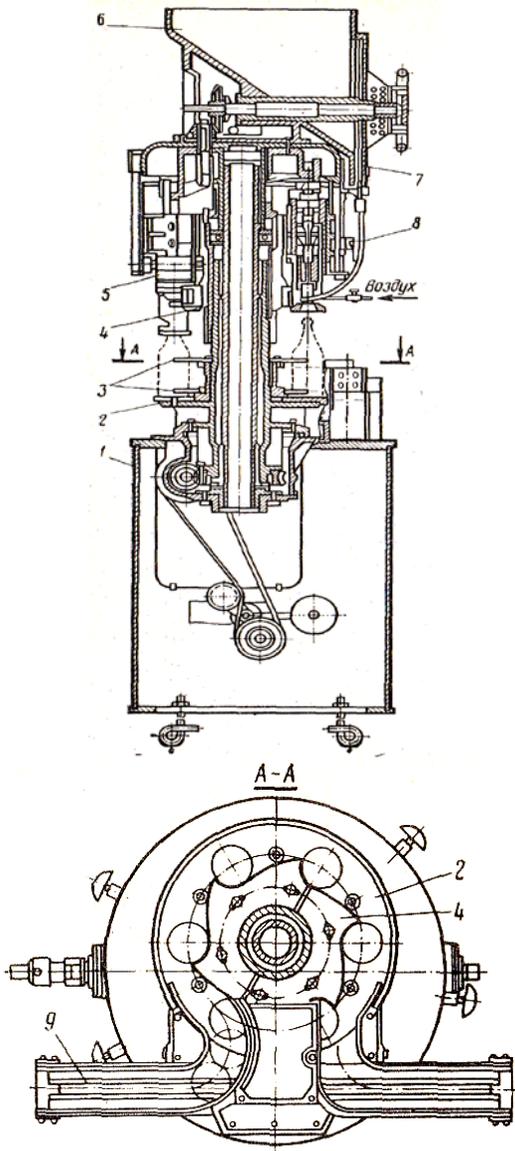


Рис. 4.70. Укупорочный автомат:
 1—станина, 2—стол, 3—центральные звездочки.
 4—ротор, 5—укупорочный патрон, 6—бункер для колпачков,
 7—укладчик, 8—питающее устройство, 9—транспортер

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДОВ

Современный пивоваренный завод можно условно разделить на два участка: один-для получения из зерна сухого ячменного солода, другой-для приготовления из солода пива. Это разделение весьма полезно в нашем случае, когда конечная цель-классификация оборудования по назначению и функциональному принципу. Дело в том, что в процессе получения из зерна солода главной технологической задачей оборудования является обеспечение условий солодоращения.

Задача солодоращения состоит в том, чтобы накопить ферменты, которые расщепляют сложную молекулу крахмала до простых Сахаров, усваиваемых дрожжами. На рис. 4.71 схематически показаны основные машины и аппараты участка. В стальных цилиндроконических аппаратах для замачивания зерно достигает нужной влажности (42—47 %). Здесь же начинается проращивание ячменя, которое продолжается в солодовнях. Часто они представляют собой открытые прямоугольные ящики с кирпичными или железобетонными стенками. В солодовнях путем периодического ворошения и аэрирования зерна поддерживается определенная температура (не выше 18—24 °С). После завершения проращивания, когда проросток достигнет $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ длины зерна, начинается следующая технологическая операция—сушка, в результате которой влажность солода снижается до 2—4%. Для сушки применяют горизонтальные и вертикальные сушилки. Есть примеры комплексных установок, аналогичных приведенной на рис. 4.72, в которых замачивание, ращение и сушка солода осуществляются в солодорастильном ящике.

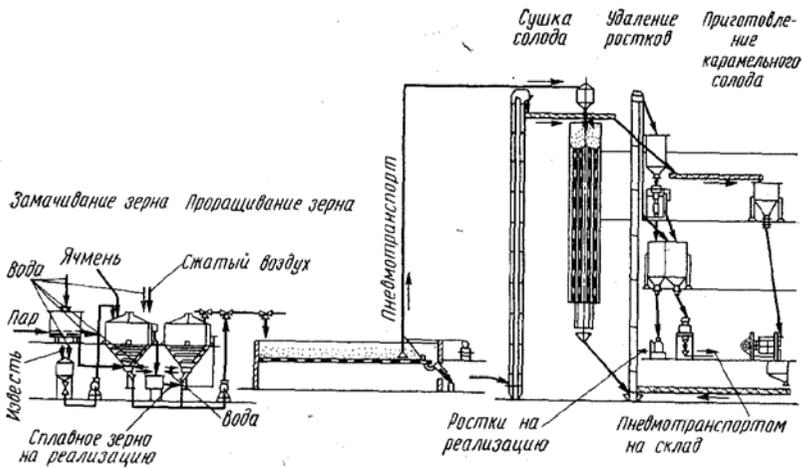


Рис. 4.71. Машинно-аппаратурная схема производства солода.
 Рис. 4.72. Установка для замачивания, ращения и сушки солода по способу «все в ящике»:

- 1—центробежный вентилятор, 2—паровой калорифер,
- 3—кондиционер с оросительным устройством, 4—шнековый ворошитель, 5—солодорастильный ящик

Перед началом операций по варке пива от солода отделяются ростки на специальных машинах (рис. 4.73) и проводятся очистка и дробление зерна. Для дробления используют четырех- или шестивальцовые дробилки, схема одной из которых приведена на рис. 4.74. В дробилке солод подвергается предварительному дроблению на первой паре вальцов 8, после чего попадает на сита 9, 10, где разделяется на три фракции: мука, крупа и шелуха. Шелуха размалывается на второй паре вальцов 11 и, попадая на сита 12, опять разделяется на фракции. Окончательное дробление проходит на третьей паре вальцов 2, которые имеют рифли и предназначены для раскалывания крупы.

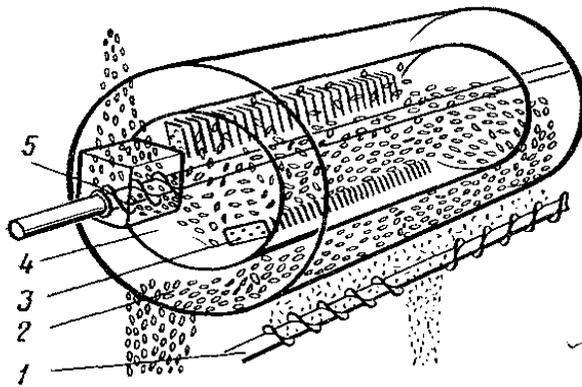


Рис. 4.73. Схема росткоотбивальной машины:
 1—шнек, выносящий ростки; 2—неподвижный ситчатый цилиндр; 3—лопасть вращающегося цилиндра, 4—вращающийся цилиндр; 5—шнек, подающий солод с ростками.

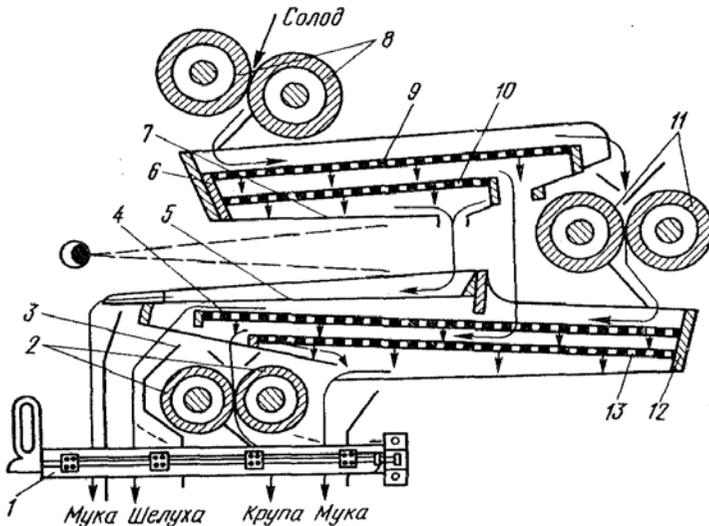


Рис. 4.74. Схема шестивальцовой дробилки:
 1—желоб; 2, 8, 11—вальцы; 3—разделительная перегородка; 4, 12—сита; 5, 7—плоскости; 6—колеблющиеся сита (9—верхнее, 10—нижнее); 13—сито для мелкой крупы

После подготовки сырья проводятся следующие технологические операции: варка, осветление и охлаждение сусла, главное брожение сусла, дображивание и выдержка пива, его осветление и розлив (рис. 4.75).

Заторные аппараты, фильтр-аппарат или фильтр-прессы, суловарочный котел объединяют в варочный агрегат, аналогичный приведенному на рис. 4.76.

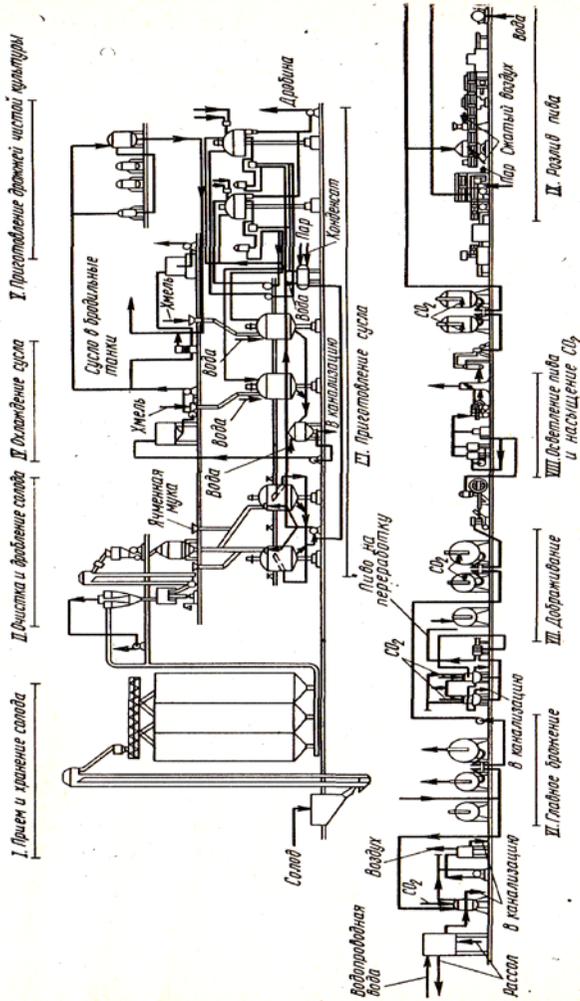


Рис. 4.75. Машинно-аппаратурная схема производства пива

Осветление ведут отстаиванием или сепарированием, а охлаждение-в теплообменниках (рис. 4.76).

В качестве типовых аппаратов для главного брожения и дображивания приняты цилиндрические аппараты (танки), схема одного из них приведена на рис. 10.8. В этих аппаратах, изготовленных из стали или алюминия, внутри имеется змеевик, пропускающий холодную (1°C) воду с целью отвода тепла, выделяющегося при брожении.

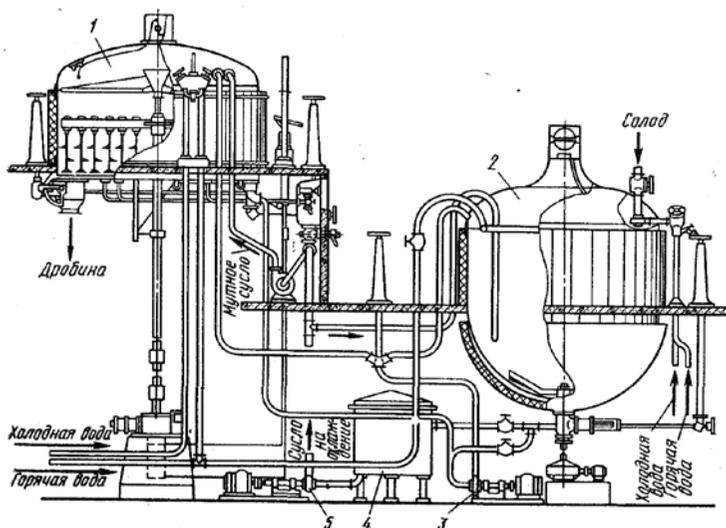


Рис. 4.76. Двухаппаратный варочный агрегат: 1—фильтрационный чан, 2—суловарочный котел, 3—заторный насос, 4—хмелеотделитель, 5—насос для сусле

Финишные операции, в частности розлив в бутылки, на пивоваренных заводах осуществляются так же, как и на винодельческих предприятиях.

Знакомство с оборудованием пивоваренных заводов дает новые примеры уже встречавшегося оборудования, которое относится к группе технологического, где ведется механическая переработка с целью разделения (фильтры, дробилки, росткоотбивальные машины и др.). Есть среди рассмотренного оборудования такое, которое может быть

отнесено к теплообменному (суловарочный котел, теплообменник и др.). Появились и новые примеры оборудования для переработки сырья микробиологическим путем (солововня, бродильный танк и пр.).

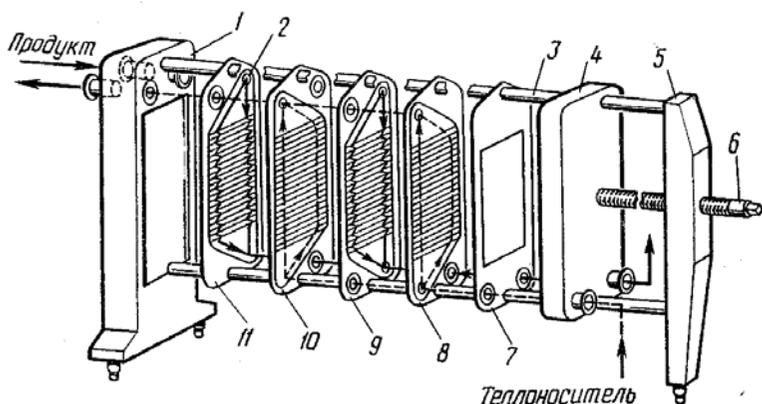


Рис. 4.77. Пластинчатый теплообменник:
1, 5—стойки; 2—верхний угловой канал; 3—штанга; 4—плита;
6—винт; 7—11—пластины

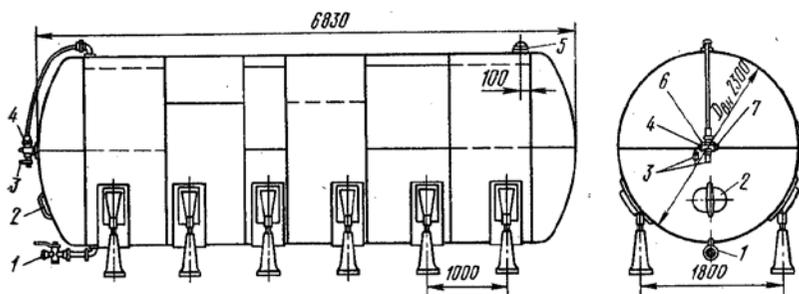


Рис. 4.78. Горизонтальный танк:
1—кран для наполнения танка и спуска пива; 2—люк; 3—
пробные краны; 4, 6—штуцера; 5—предохранительный клапан;
7—штуцер для манометра

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

Основные технологические участки производства безалкогольных газированных напитков: кондиционирование воды, приготовление сахарного сиропа и колера, купажирование сиропа, сатурация воды или смеси сиропа и воды, розлив напитков (рис. 4.79).

К воде-основному компоненту напитков-предъявляются повышенные требования. Она подвергается фильтрованию, умягчению, обезжелезиванию, обеззараживанию. На рис. 4.80 показана схема установки, позволяющей удалять из воды железо и марганец путем обработки ее хлорной известью. Обработанную воду пропускают через слой насадки (гравий, кольца рашига). Эта установка может быть отнесена к группе оборудования для ведения переработки путем осуществления химических реакций и разделения.

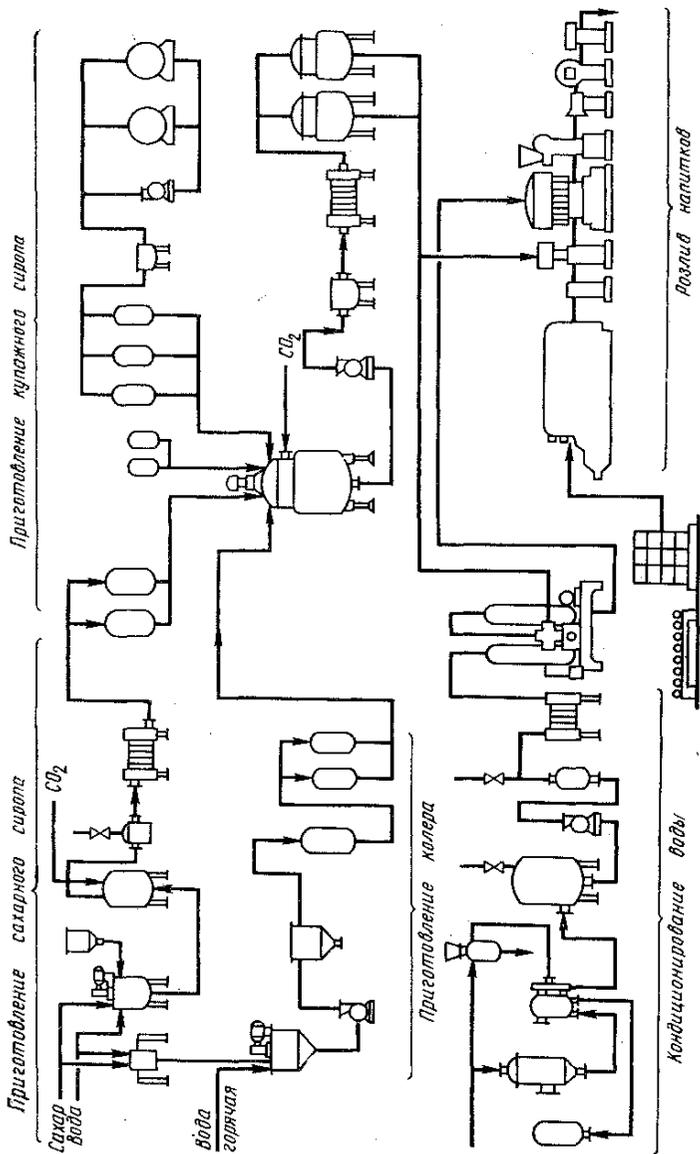


Рис. 4.79. Технологическая схема производства безалкогольных газированных напитков

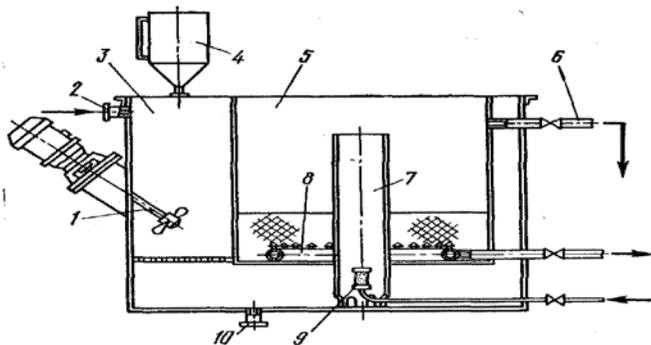


Рис. 4.80. Установка для обработки воды хлорной известью: 1—мешалка; 2, 6, 10—штуцера; 3,5—резервуары; 4—мерник с раствором хлорной извести; 7—труба для сжатого воздуха; 8—дренажное устройство; 9—барботер

На рис. 4.81 показаны сироповарочные котлы, в которых готовится белый сахарный сироп. В котлах имеется мешалка, они снабжены паровой рубашкой. Эти котлы—пример оборудования, где переработка ведется с участием теплообменных процессов.

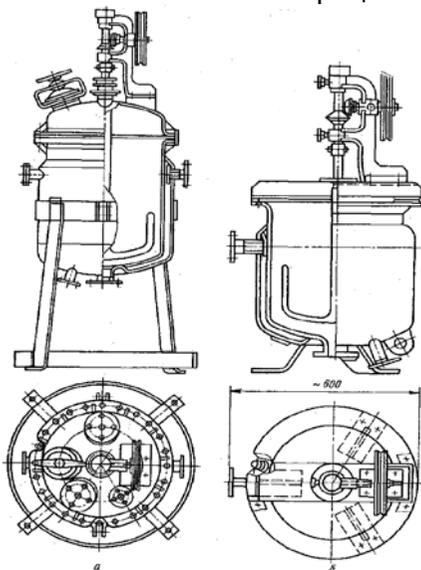


Рис. 4.81. Сироповарочные котлы: а-вертикальный закрытый, б-вертикальный открытый

Для купажирования используют стальные эмалированные, алюминиевые или из нержавеющей стали резервуары, которые оснащены мешалками якорного типа, герметически закрывающимися люками, мерными стеклами и необходимой арматурой. Эти резервуары-пример оборудования для переработки путем механического соединения.

Сатурация сводится к насыщению напитков диоксидом углерода. Насыщению диоксидом углерода предшествует удаление растворенного в воде воздуха (деаэрация). На рис. 4.82 показана схема сатурационной установки, в которой ведутся операции разделения (удаление воздуха) и соединения (насыщение диоксидом углерода).

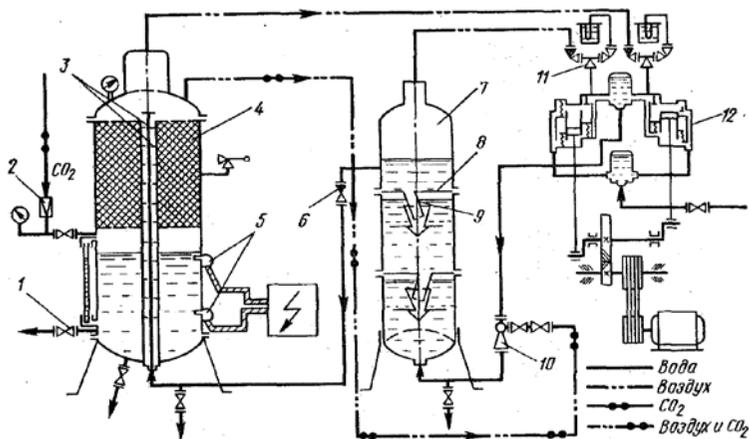


Рис. 4.82. Схема работы сатурационной установки, представляющей собой автоматизированный сатуратор непрерывного действия:

- 1—патрубок выхода газированной воды, 2—клапан подачи CO_2 , 3—решетчатые диски, 4—сатурационная колонка, 5—электрические датчики, 6—обратный клапан, 7—аэрационная колонка, 8—диафрагма, 9—труба, 10—струйный эжектор, 11—диафрагмовый клапан, 12—насос

Большая роль в производстве безалкогольных напитков отводится оборудованию для проведения финишных и подготовительных операций, к которому могут быть отнесены моечные машины, автоматы дозировочные, разливочные, укупорочные, этикетировочные и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приготовление сухих виноградных вин или виноматериалов.
2. Машинно-аппаратурная схема получения вина или виноматериалов.
3. Типы дробилок. Конструкция и принцип работы.
4. Стекатели и прессы. Типы. Конструктивное оформление.
5. Батарея броидильных емкостей для брожения в потоке.
6. Машинно-аппаратурная схема завода вторичного виноделия.
7. Разливочный и укупорочный аппарат. Конструкция и принцип действия аппаратов.
8. Основные участки пивоваренных заводов. Назначение. Задачи.
9. Машинно-аппаратурная схема производства солода.
10. Установка для замачивания, ращения и сушки солода по способу «все в ящике».
11. Схема шестивальцово́й дробилки и росткоотбивальной машины.
12. Машинно-аппаратурная схема производства пива.
13. Варочный агрегат. Конструктивное оформление.
14. Пластинчатый теплообменник. Горизонтальный танк. Конструкция.
15. Основные технологические участки производства безалкогольных газированных напитков.
16. Установка для обработки воды хлорной известью. Конструкция.
17. Технологическая схема производства безалкогольных газированных напитков.
18. Сироповарочные котлы.
19. Схема работы сатурационной установки, представляющей собой автоматизированный сатуратор непрерывного действия.

§ 4.5. ОБОРУДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

ОБОРУДОВАНИЕ ДОФЕРМЕНТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Главным технологическим процессом промышленности переработки табачного сырья является ферментация. С точки зрения физики этот процесс представляет собой процесс гигротермической обработки материала. Поэтому оборудование, используемое для ферментации табака, во многом повторяет устройства, применяемые в смежных отраслях народного хозяйства. Наряду с этим оборудование для ферментации табака имеет и свои особенности, связанные с переработкой материала, очень чувствительного к изменению внешних условий, быстро теряющего хорошее качество при нарушении технологического режима.

Кроме оборудования для ферментации табака на ТФЗ широко распространены машины, установки и поточные линии, предназначенные для выполнения операций по подготовке табака к ферментации и его послеферментационной обработке. К числу их относятся машины для расщипки табачных кипов, очистки табака от посторонних примесей, смешивания табачных листьев, кондиционирования их по влажности, упаковки в стандартные кипы.

Аппаратурно-технологические схемы ферментационного производства.

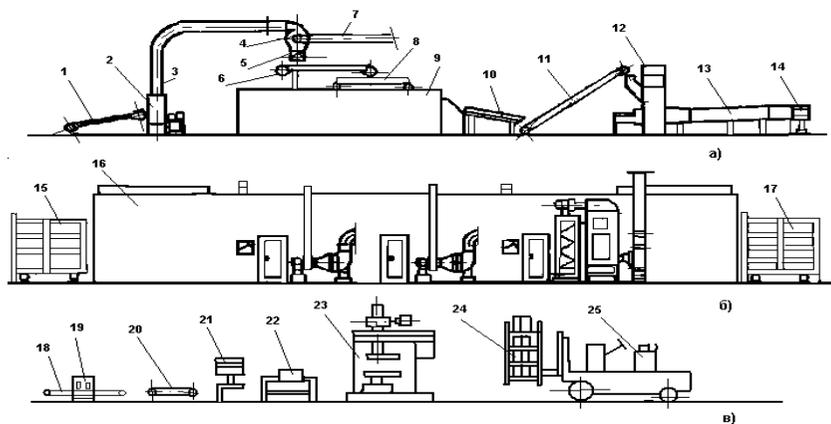
Поступающее на ТФЗ табачное сырье разнообразно по технологическим физико-химическим свойствам. Это накладывает определенный отпечаток на построение технологической схемы ферментационного производства и ее аппаратурное оформление. Например, табаки восточного типа, листья которых, имеют тонкие и достаточно эластичные боковые жилки, можно перерабатывать на ТФ без дополнительной обработки. Крупнолистные, обладающие резко выраженными, толстыми и грубыми

жилками, подвергаются операциям в результате которых, грубые части табачных листьев удаляются и перерабатываются отдельно от пластинок.

На ТФЗ могут поступать табаки с повышенной влажности и чрезмерно сухие. В первом случае на заводе необходимо иметь сушильную установку, во втором – оборудование для увлажнения табака.

Типовая аппаратно-технологическая схема и ее описание.

Схема представлена на рис. 4.83. Она состоит из трех участков, связанных транспортными средствами в неразрывной технологический поток. Первый участок (рис. 4.83-а) – участок доферментационной обработки табака; второй (рис. 4.83-б) – участок собственно ферментации и третий (рис. 4.83-в) – участок послеферментационной обработки табака.



*Рис. 4.83. Типовая аппаратно-технологическая схема ферментационного производства.
а–участок доферментационной обработки; б–участок ферментации табака; в–участок послеферментационной обработки*

Табак на первый участок поступает со склада, и подвергаются просмотру и пересортировке на группы по товарным и ботаническим сортам. Взвешивают и определяют его влажность.

Со склада табак подают на переработку с помощью электрокаров.

Участок доферментационной обработки оснащен линиями подготовки табака к ферментации (ЛПТФ) представляющими собой набор оборудования, необходимых для выполнения технологических операций на первом участке и связанного в поточную линию (рис. 4.83 -а).

ЛПТФ состоит из след. оборудований и работает след. образом. Кипы подаются на транспортер питатель 1 установки 2 для расщипки табака. Здесь с помощью механических, пневматических и пневмомеханических рабочих органов плотно спрессованная масса табака разбивается на отдельные листья и пачки. Разрыхленный табак поступает в трубопровод 3 установки для обеспыливания и пневматического транспортирования табака. Здесь происходит дополнительная расщипка табачных листьев. Кроме этого при транспортировании вследствие трения табачных листьев друг о друга и о стенки трубопровода отделяются прилипшие к листьям песок, кусочки земли и другие посторонние примеси.

По трубопроводу 3 табак поступает в разгрузитель 4, где он выделяется из воздушного потока и через шлюзовой затвор 5 выпадает на горизонтальный ленточный транспортер 6. запыленный воздух по воздуховоду 7 отсасывается вентилятором и подается в циклоны и рукавные фильтры на очистку. По транспортеру 6 табачные листья направляются на распределительную каретку 8 линейного смесителя 9. Из смесителя табачные листья поступают, вибросито 10 на котором очищается от посторонних примесей, не выделенных в установке для обеспыливания и пневматического транспортирования табака. С вибросита очищенные листья табака поступают на наклонный ленточный транспортер 11, которым подают на упаковку в табачный пресс 12. В прессе листья табака

подвергаются многократному уплотнению, в результате которого в пресс-форме пресса образуется многослойная кипа со стандартными размерами. Готовая кипа затем выталкивается в приставку к прессу 13, в котором производится их подпрессовка и фиксация. Приставка снабжена устройством для центровки кип 14. После центровки кипы табака укладываются в штабеля, а затем электропогрузчиками, ленточными транспортерами или др. транспортных средств направляется на второй участок – участок ферментации.

Оборудованием этого участка является устройства для ферментации табака. В промышленности в настоящее время действует три основных типа таких устройств: ферментационные камеры, установка непрерывного действия (УНД) и поточная линия ферментации (ПЛФ) табака. На рис. 4.83–б в качестве примера показана четырехотсечная поточная линия ферментации табака, получившая название ПЛФ.

Поступающие с первого участка табачные кипы подаются к передвижной вагонетке 15. С помощью этого механизма изменяется высота от уровня пола до загружаемого яруса вагонетки, что облегчает загрузку последней табаком. Опускатель вагонеток находится на обводном пути (на схеме не показана и объяснить устно) и не мешает основному технологическому потоку табака.

Загруженная кипами вагонетка толкателем подается на траверсную тележку, вместе с которой поступает к главному рельсовому пути, проходящему через отсеки ферментационной установки. Затем вагонетки периодически толкателями подаются в первый отсек установки 16.

В ферментационной установке табак подвергается гигротермической обработке, в результате которой приобретает качества готового продукта. Выходящая из последнего отсека установки вагонетка 17 попадает на опускатель, расположенный на другом конце установки, разгружается и с помощью траверсной тележки подается на обводной путь. По этому пути порожные вагонетки подаются к месту загрузки их табаком, и цикл повторяется.

Ферментированный табак со второго участка поступает на третий, где проходит послеферментационную обработку и подготавливается к длительному хранению и отгрузке на табачные фабрики.

На этом участке кипы табака горизонтальным транспортером 18 подаются к показчику кип 19, на котором производится их генеральная сортировка, а затем транспортером 20 направляется к весам 21. После взвешивания кипы маркируются специальным прибором 22 и передаются на пресс 23 для подпрессовки. Готовая продукция укладывается на стоечные поддоны 24 и электропогрузчиками 25 отправляется на склад.

Усовершенствованная линия подготовки табака к ферментации.

Эта аппаратурно-технологическая схема является обобщенным вариантом, получившим в промышленности большее распространение. Наряду с этой схемой применяются различные ее модификации, являющиеся дальнейшим усовершенствованием основной схемы и приспособлением ее к конкретным условиям того или иного ТФЗ. При этом наибольшим изменениям подвергается аппаратурное оформление участка доферментационной обработки табака, а именно линии подготовки табака к ферментации.

На рис. 4.84. представлена аппаратурная схема усовершенствованной поточной линии ЛПТФ.

Линия состоит из двух самостоятельных потоков. Верхний поток предназначен для подготовки табака к ферментации табачков нормальной влажности. В нем, так же как типовой линии, кипы загружаются в установку для расщипки 3. затем по трубопроводу 4 попадает в разгрузитель 5, откуда падает на сортировочный транспортер 6. Пройдя полистную сортировку, табак наклонным транспортером 7 подается на распределительную каретку 8 смесителя 9. далее табак проходит вибросито 10 и после очистки поступает на распределительный транспортер 12, которым периодически подается в один из двух дозаторов 11. Каждый из дозаторов

наклонным транспортером 13 соединен с прессом 14 и обеспечивает равномерную загрузку последнего табаком. Поочередная подача табака в дозаторы и имеющийся в них небольшой запас табака обеспечивают непрерывную работу оборудования при остановке пресса для выгрузки готовой кипы. Такая компоновка линии позволяет лучше использовать входящее в нее оборудование.

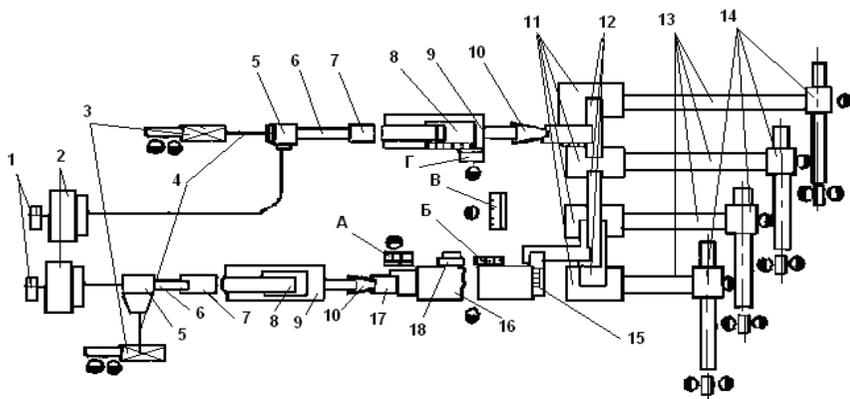


Рис. 4.84. Усовершенствованная линия подготовки табака к ферментации.

Нижний поток, кроме перечисленного оборудования, имеет еще и сушильную установку «Проктор» и используется для подготовки к ферментации табачного сырья с повышенной влажностью. В этом потоке с вибросита 10 табачные листья поступают на сетчатый транспортер установки 16. Перед входом в установку имеется специальный механизм 17, обеспечивающий равномерное распределение табачных листьев на сетке, что очень важно для проведения качественной их подсушки.

Установка «Проктор» имеет три зоны: сушки, охлаждения и увлажнения табака. Пройдя последовательно эти зоны, табак выгружается на выносной транспортер 15, которым подается на наклонный транспортер, а затем в один

из дозаторов 11. дальнейший путь табака в этом потоке такой же, как и в описанном выше.

В линиях, предназначенные для переработки сухих табаков, кроме основного оборудования дополнительно монтируют увлажнительные установки. Эти установки располагают перед установками для расщипки табака или вместо них, если процесс разрыхления кипов табака осуществляется в самой увлажнительной установке. До последнего времени на ТФЗ использовались увлажнительная установка НДУ-10. В настоящее время наибольшее распространение получили вакуум-увлажнительные установки, как и более совершенные и обеспечивающие увлажнение не только тюков, но и кип табака.

ЛИНИЯ ПОДГОТОВКИ ТАБАКА К ФЕРМЕНТАЦИИ

Табачные листья поступают на табачно-ферментационные заводы и табачные фабрики, упакованные в кипы. Для того чтобы можно было очистить табак от посторонних примесей, произвести смешивание листьев с целью усреднения их качественных показателей, кипы подвергают расщипке. Часто этот процесс сопровождается обеспыливанием табака, отделением от него минеральных частиц, песка. Указанные процессы происходят при пневматическом транспортировании табачных листьев от установок для расщипки кип к последующему оборудованию поточных линий подготовки табака к ферментации.

Устройства для пневматического транспортирования табачных листьев являются неотъемлемой частью некоторых моделей оборудования, применяющегося на табачно-ферментационных заводах и табачных фабриках. Поэтому рассмотрим основные положения теории движения материала в пневматическом трубопроводе.

Общие сведения о пневматическом транспортировании табака

Этот вид транспортирования грузов широко применяется в пищевой промышленности ввиду простоты оборудования, легкости его обслуживания, возможности механизации и автоматизации транспортных операций. Кроме того, он очень часто используется в сочетании с технологическими процессами.

Процесс транспортирование запыленных грузов позволяет создать гигиенические условия труда. Благодаря этим преимуществам пневматический транспорт получил распространение в табачной промышленности.

Технологическое назначение пневматического транспортирования листового и резаного табака

Пневматическое транспортирование листового и резаного табака на предприятиях табачной промышленности имеет широкое распространение (особенно на табачных фабриках) как практически основной способ передачи табачного сырья при технологическом процессе.

Пневмотранспорт получил широкое распространение благодаря ряду преимуществ его перед другими видами транспорта, таких как:

- поточность и непрерывность транспортирования;
- высокая производительность;
- возможность транспортирования в любую точку производственного помещения;
- небольшие капитальные вложения;
- высокая степень механизации;
- улучшение санитарно - гигиенических условий труда;
- совмещение процесса транспортирования с технологическим процессом

Он используется главным образом в комплекте с описанными выше установками для расщипки тюков и кип табака.

Следует отметить, что для пневматического транспортирования табака используются всасывающие

пневмотранспортные устройства (ПТУ) низкого давления, т. е. установки, в которых аэросмесь перемещается в трубопроводах вследствие разрежения (до 8 кПа), создаваемого вентилятором, стоящим в конце сети.

Принципиальная схема установки для пневматического транспортирования листового табака показана на рис. 4.85. Установка состоит из транспортного трубопровода 3, разгрузителя 6 со шлюзовым затвором 5, рукавного фильтра 7 и вентилятора 8.

Табак в трубопровод установки поступает из расщипывающего рабочего органа 2 установки для расщипки, на ленту 1 которой загружаются кипы табака. По трубопроводу листья табака поступают в разгрузитель, где отделяются от потока воздуха и через шлюзовой затвор выгружаются на транспортер 4, направляющий табак на последующие операции. Запыленный воздух отсасывается вентилятором через рукавный фильтр, в котором очищается от примесей.

Транспортный трубопровод пневматической установки предназначен не только для перемещения табака. В нем производится дополнительная расщипка пачек табачных листьев, и очистка последних от пыли и песка.

Наиболее эффективно этот процесс проходит в вертикальном трубопроводе и начальном разгонном участке горизонтального трубопровода, где аэродинамическое воздействие воздушного потока на табак достигает максимальной величины.

Большое влияние на процесс расщипки табака оказывает структура воздушного потока в начальном разгонном участке транспортного трубопровода. На этом участке поток очень неравномерен, здесь наблюдаются интенсивные завихрения, постепенно уменьшающиеся в направлении движения воздуха и полностью исчезающие на расстоянии, равном 8-10 диаметрам трубопровода.

Попадая в вихревую область воздушного потока, пачки табачных листьев подвергаются ударам одна о другую и о стенки трубопровода, что нарушает сцепление листьев и соответствует отделению их одного от другого.

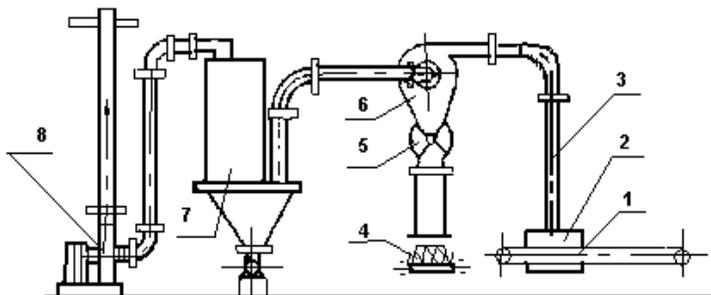


Рис. 4.85. Установка для пневматического транспортирования листового табака

По опытным данным длина разгонного участка невелика и на расстоянии 1,5-3,0 м от входа скорость движения табака в трубопроводе можно считать установившейся. Таким образом, трубопроводы, предназначенные для расщипки табака, нерационально изготавливать длиной более 3м

Скорость воздуха в транспортном трубопроводе листового табака обычно принимают равной 22-24 м/с. При этой скорости трубопровод наиболее равномерно заполняется табаком. При скорости 14-18 м/с, основная масса табака перемещается ниже оси трубопровода, а при дальнейшем снижении скорости воздуха (ниже 13-15 м/с) из потока выпадают крупные листья и пачки листьев и трубопровод закупоривается. Диаметр трубопровода не должен быть меньше 300 мм.

Разгрузители листового табака бывают двух типов: инерционные и тангенциальные. Инерционный разгрузитель выполняется в виде герметичной камеры, внутри которой находится листоотделяющий барабан. Боковая поверхность барабана обтянута проволочной сеткой, которая очищается вращающейся щеткой, примыкающей к поверхности сетки. В нижней части сепаратора имеется роторный шлюзовый затвор. Барабан, щетка и ротор шлюзового затвора

получают вращение от электродвигателя через систему ременных и зубчатых передач.

После расщипки по транспортному трубопроводу табачные листья с воздухом поступают через приемный патрубок разгрузителя в его камеру. Под действием центробежной силы, возникающей при движении смеси воздуха и материала в камере разгрузителя, листья отклоняются к боковой поверхности камеры, выпадают из воздушного потока в шлюзовой затвор и выносятся им на транспортер, который направляет табак на дальнейшую переработку. Воздух всасывается через сетку внутрь вращающегося барабана и вентилятором направляется в пылевой цикл или в рукавный фильтр.

Разгрузитель тангенциального типа (рис. 4.86) представляет собой камеру 2, внутри которой находится неподвижный барабан 1, изготовленный из большого количества лопастей 8 определенной конфигурации. В нижней части разгрузителя к камере присоединен шлюзовой затвор 3, лопасти 7 которого закреплены на валу 6. Последний получает движение от электродвигателя 4 через редуктор 5.

Табак поступает в камеру разгрузителя через приемный патрубок и под действием центробежной силы прижимается к закругленной стенке разгрузителя. Скользя по стенке, листья табака попадают в шлюзовой затвор и выносятся им за пределы установки, а воздух проходит между лопастями барабана и подается по всасывающему воздуховоду на очистку.

Главным условием надежной работы разгрузителей тангенциального типа является оптимальная скорость воздушного потока. При чрезмерном увеличении скорости воздуха увеличивается трение табака о стенку разгрузителя, растут потери от измельчения ткани табачных листьев. При уменьшении скорости потока ниже оптимального значения возможно залегание табака на поверхности барабана и закупоривание транспортного трубопровода. Тангенциальные разгрузители не пригодны для сухих табаков из-за их чрезмерного измельчения.

Пылеотделители, применяемые в системах пневматического транспорта листового табака, используются для очистки от пыли воздуха, поступающего из разгрузителей.

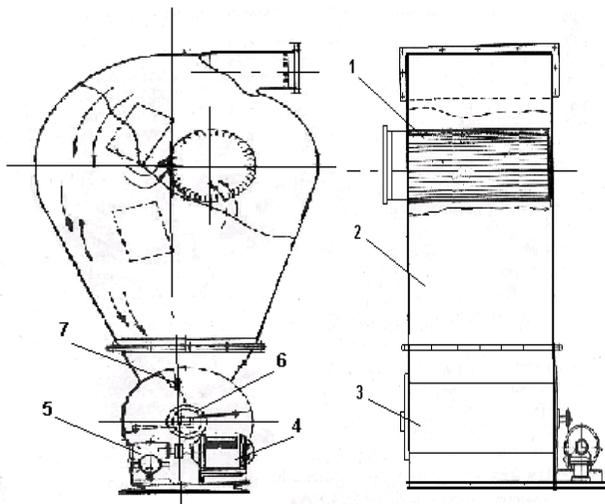


Рис. 4.86. Разгрузитель тангенциального типа.

На табачно-ферментационных заводах и табачных фабриках применяется пылеотделители двух типов: инерционные и пористые. Наиболее распространенным видом инерционных пылеотделителей являются циклоны, пористые - рукавные фильтры.

В пневмотранспортных системах (в рукавных фильтрах и циклонах) отделяются около 1% пыли от массы перерабатываемого табака.

Минеральный компонент массы перерабатываемого табака. Минеральный компонент этих отходов составляет 58 - 78. Попадая в трущиеся части технологического оборудования, минеральная пыль вызывает его преждевременный износ и снижение производительности.

При удалении пневмообработкой посторонних примесей и снижении засоренности исходного сырья уменьшается содержание пыли в резаном табаке в среднем

на 0,94 % и увеличивается фракция крупного волокна на 4,4 %.

С повышением засоренности табака ухудшается заполняющая способность табачного волокна, расход сырья на изготовление курительных изделий возрастает на 5-10 %. Поэтому очистку листового табака от посторонних примесей следует считать обязательной технологической операцией.

Оборудование для смешивания. Конструкция и принцип работы установки.

В комплексе технологических процессов подготовки табака процесс смешивания занимает особое место. Даже при самом тщательном подборе компонентов и высоком качестве сырья, входящего в мешку, невозможно получить изделия хорошего качества при плохом смешивании. Успех здесь достигается только тогда, когда все компоненты, входящие в мешку, равномерно перемешаны в массе.

Ранее на отечественных ТФЗ смешивание осуществляется, как правило, попутно при выполнении таких операций, как послонное разрыхление кип, увлажнение, расщипка табака. Качество смешивания при выполнении процесса в таких условиях низкое и приводит к значительным колебаниям курительных свойств последовательно выпускаемых изделий. Лишь в последнее время при реконструкции табачных цехов в технологических схемах подготовки табака к ферментации смешивание выделяется в самостоятельный процесс и оснащен соответствующим оборудованием.

Неоднородность смешивания можно охарактеризовать величиной среднего отклонения фактического содержания каждого компонента в готовой смеси от заданного рабочей рецептурой. Показатель неоднородности (показатель смешивания) может выражаться в процентах или безразмерных величинах. Чем меньше абсолютное значение этого показателя, тем лучше качество (однородность) процесса смешивания.

Смешивание табака может быть осуществлено в установках двух типов: карусельных смесителях и линейных смесителях.

Карусельные смесители громоздки и малоэффективны. В табачной промышленности они не нашли распространения. А линейные смесители, простые по конструкции и обеспечивающие удовлетворительное качество смешивания табака. В связи с этим линейные смесители нашли большое распространение в табачной промышленности.

Разработано несколько модификаций линейного смесителя. Например, под лентой, на которой наслаивается табак, устанавливают еще одну ленту. Периодичность работы смесителя уменьшается, качество процесса улучшается благодаря горизонтальному перемешиванию компонентов. В таком смесителе табак с верхней ленты быстро сбрасывается на движущуюся синхронно

В табачной промышленности применяются линейные смесители различных моделей (СТЛ-3, СТЛ-5, СТЛ-6). Они не имеют принципиальных различий. Смеситель СТЛ-5 является усовершенствованной моделью смесителя СТЛ-3 и отличается от последнего конструкцией выгрузочного устройства и внешним оформлением. Имеется также незначительное различие в системе автоматического управления работой механизмов смесителя.

Будем рассматривать конструкцию линейного смесителя СТЛ-5 (Рис. 4.87).

Он состоит из бункера 8, внутри которого находятся два ленточных транспортера - верхний 7 и нижний 23, выгрузочного устройства, состоящего из рыхлительного барабана 19 и скребкового транспортера 18, и загрузочной тележки 6.

Загрузочная тележка находится над бункером и выполнена в виде ленточного транспортера, смонтированного на подвижной раме. Тележка имеет самостоятельное приводное устройство, под действием которого при работе смесителя она совершает возвратно - поступательное движение вдоль бункера. При ходе тележки

вправо (по рисунку) лента транспортера движется также вправо, при обратном ходе тележки направление движения ленты изменяется и она движется влево. Ход загрузочной тележки ограничен двумя конечными выключателями 5 и 9, закрепленными на каркасе бункера. Электропривод тележки размещен на ее раме и перемещается вместе с ней. Он состоит из электродвигателя мощностью 0, 55 кВт и частотой вращения вала 980 об/мин, ременной и цепной передач с передаточным числом.

Бункер смесителя представляет собой металлический каркас, к которому прикреплены панели из многослойной фанеры. В передней части 17 бункера расположены приводные станции верхнего 10 и нижнего 20 ленточных транспортеров, а также механизмы выгрузочного устройства. Оба ленточных транспортера и рыхлительный барабан 19 имеют один приводной механизм. Он состоит из электродвигателя мощностью 1, 5 кВт и частотой вращения вала 940 об/мин, редуктора 11, быстроходный вал которого соединен с валом электродвигателя трехступенчатой клиноременной передачей и системы цепных передач. Привод обеспечивает возможность изменения скоростей движения транспортерных лент. Так, скорость ленты верхнего транспортера (в м/с) может быть: первая - 0, 224, вторая - 0, 264 и третья - 0, 328. Лента нижнего транспортера имеет две группы скоростей: скорости первой группы немного превышают скорости лент верхнего транспортера и составляют (в м/с): первая - 0,09, вторая - 0, 010 и третья - 0,013.

Скорость нижнего транспортера при изменении режима его работы изменяется автоматически через каждую половину полного оборота ленты транспортера с помощью конечных выключателей 2 и 21, укрепленных на каркасе смесителя, и специального толкателя 22, прикрепленного к ленте. Ступенчатое изменение скоростей обоих транспортеров производится периодически при изменении производительности смесителя путем изменения положения ремня на шкивах клиноременной передачи. Такое устройство привода транспортеров необходимо в виду того, что

смеситель имеет два разных цикла работы, о чем будет сказано ниже.

Рыхлительный барабан 19 представляет собой вал, на котором закреплены металлические пальцы с отогнутыми концами. Как указано выше, вал получает вращательное движение от приводного устройства ленточных транспортеров.

Примененный в смесителе СТЛ - 5 скребковый транспортер 18 состоит из прорезиненной ленты с прикрепленными к ней поперечными планками. Приводной барабан 15 транспортера получает движение от электродвигателя 12 мощностью 0,55 кВт и частотой вращения вала 980 об/мин через редуктор 13 и цепную передачу. Над лентой скребкового транспортера на некотором расстоянии от нее находится лопастной барабан 14, с помощью которого поддерживается постоянная высота слоя табачных листьев на транспортере. Вал контрольного барабана приводится во вращение от вала приводного барабана транспортера через цепную передачу. Для выгрузки табака в передней части бункера имеется окно 16.

В задней части 4 бункера смесителя находятся натяжные станции верхнего 3 и нижнего 1 ленточных транспортеров.

Смеситель СТЛ-5 работает следующим образом. В исходном положении, когда смеситель еще не загружен табаком, верхняя и нижняя транспортерные ленты и выгрузочный механизм находятся в покое. Включается привод загрузочной тележки и начинается подача табака на ленту ее транспортера.

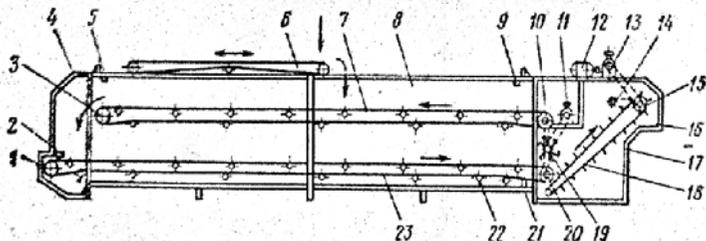


Рис. 4.87. Линейный смеситель СТЛ-5.

Табак поступает в смеситель из разгрузителя установки для пневматического транспортирования или с ленточного загрузочного транспортера. Подача осуществляется в средней части смесителя. Перемещаясь вдоль смесителя, загрузочная тележка сбрасывает поступающие на нее табачные листья на ленту верхнего транспортера бункера и распределяет их равномерно по всей его длине.

Загрузка продолжается до тех пор, пока толщина слоя листьев на ленте верхнего транспортера не достигнет примерно 50 - 55 см. За уровнем табака на ленте оператор наблюдает через смотровое отверстие в боковой панели бункера. После окончания загрузки табака оператор переводят смеситель на автоматический режим работы и включает приводной механизм транспортеров. Ленты транспортеров получают движение в противоположные стороны, но с примерно одинаковыми скоростями, и табак с верхнего транспортера перегружается на нижний. Загрузочная каретка при этом останавливается и подача табака на нее прекращается.

После окончания перегрузки, т. е. когда лента нижнего транспортера совершит половину своего полного оборота, прикрепленный к ней толкатель воздействует на рычаг конечного выключателя, в результате чего изменяется режим работы привода. Лента верхнего транспортера останавливается, а нижнего - продолжает движение, но с меньшей скоростью. Начинается подача табака к выгрузочному устройству. Рычлительный барабан при своем вращении разрыхляет слежавшиеся на ленте транспортера листья табака и направляет их на скребковый транспортер, который выносит их из смесителя. В это время продолжается насаивание табака на ленту верхнего транспортера. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не разгрузителя полностью табак с ленты нижнего транспортера, т. е. пока лента не сделает еще впол оборота. Когда этот момент наступит, толкатель нажмет на рычаг другого конечного выключателя и режим работы привода снова изменится: скорости движения лент транспортеров бункера опять станут примерно одинаковыми. Начнется снова цикл перегрузки

табака с верхнего транспортера на нижний. Ввиду того, что время, необходимое для перегрузки табака, незначительно и составляет не более 1 мин, работу смесителя можно считать непрерывной.

Оборудование дозирования. Конструкция и принцип работы установки.

Выполняя функцию небольших накопителей, обеспечивающих равномерную подачу материала в последующие звенья линии, дозаторы могут в некоторых случаях осуществлять рыхление тюков табака и (в зависимости от исходного состояния материала) даже полную его расщипку.

На качество кип в процессе их многослойного прессования большое влияние оказывают как равномерность дозирования табака по времени, так и равномерное распределение его по ширине транспортерной ленты. От равномерности подачи во времени зависит равенство между слоями кип. Равномерное же распределение табака по ширине ленты является необходимым условием для одинаковой плотности кипы в различных ее точках и обеспечения правильной геометрической формы. Равномерность подачи важна также при загрузке табаком сортировочных транспортеров. Использование дозаторов целесообразно в тех случаях, когда сырье необходимо распределить между несколькими элементами линии, например, для связи одной высокопроизводительной установки для расщипки табака с несколькими сортировочными транспортерами или одного смесителя с несколькими прессами. С помощью системы дозаторов, передающих табак различных сортов на один общий транспортер, могут быть решены, в частности, задачи смешивания табака в значительно больших объемах, чем это осуществляется в настоящее время.

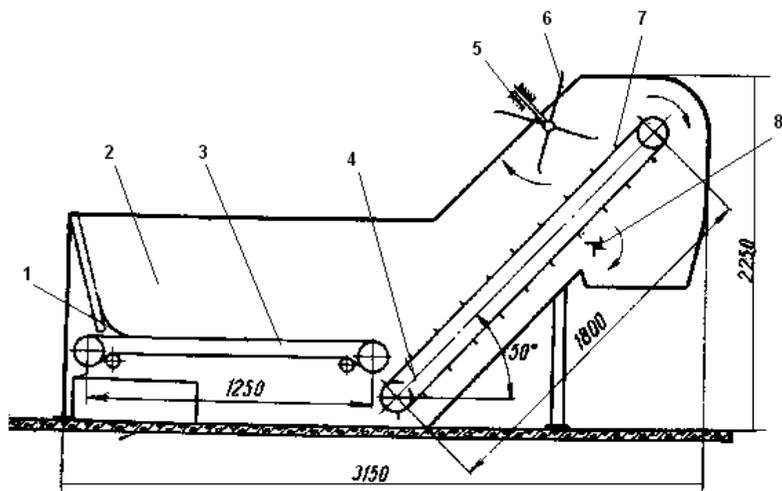


Рис. 4.88. Дозатор листового табака Д-1

Разработаны два типа дозаторов, один из которых (Д-1) является в основном связывающим звеном между различными элементами технологической линии, другой (Д-2) выполняет также транспортные функции, в частности загружает табак в пресс. Принципиальная схема дозатора Д-1 показана на рис. 4.88. Его основными элементами являются горизонтальный накопительный 3 и начесывающий 4 транспортеры. Толщину слоя начесанного табака контролирует вал с пальцами 6, положение которого относительно наклонной ленты регулируют при помощи направляющих 5. Случайно застрявшие листья снимаются лопастным барабаном 8. Дозатор закрыт с торцов металлическим бункером 2, а сзади—наклонной стенкой 1. В местах сочленения неподвижных стенок с подвижными транспортерами установлены прокладки, предотвращающие посылку мелочи. На наклонной транспортерной ленте дозатора смонтированы начесывающие пальцы 7, от частоты, установки которых и их размеров зависит работа дозатора. Начесывающие

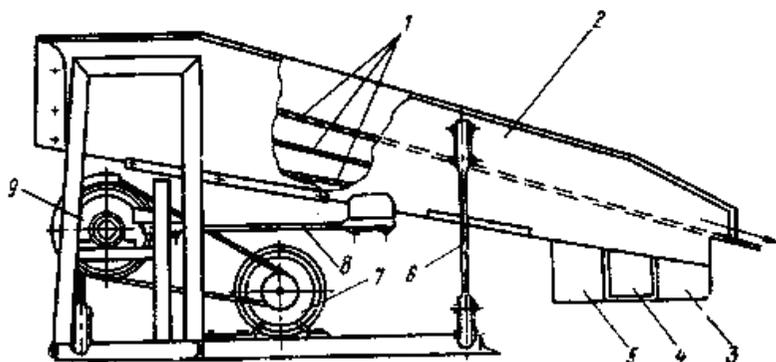
пальцы приварены к уголку, длина которого несколько меньше ширины транспортерной ленты. Уголок прикреплен к транспортерной ленте заклепками или болтами с потайной головкой. В процессе работы уголок препятствует соскальзыванию фарматуры и небольших обрывков листьев в зазор между горизонтальным и наклонным транспортерами.

Каждая из лент имеет свой привод, состоящий из электродвигателя и редуктора. Привод наклонной начесывающей ленты сблокирован с приводом пресса и промежуточного транспортера, связывающего дозатор с прессом. По окончании процесса формирования очередной кипы одновременно с остановкой пресса выключается система питания табаком. В это время нижняя наклонная лента медленно движется вперед. Таким образом, процесс накопления не связан с процессом питания.

Скорость движения накопительной ленты 0,03 м/сек, наклонной — от 0,3 до 0,5 м/сек.

Оборудование для очистки. Конструкция и принцип работы установки.

Вибросито устанавливают обычно после смесителя перед прессом. Оно предназначено для очистки табака от фарматуры и пыли (рис. 4.89). Электродвигатель 7 через клиноременную передачу приводит во вращение эксцентриковый вал 9. Его качания через штангу 8 передаются корпусу 2 вибросита. Опорой вибросита служат четыре деревянные штанги 6, нижние концы которых жестко крепятся к металлической основе, а верхние к боковым стенкам корпуса.



4.89. Вибросито.

Разделение движущейся массы табачных листьев на отдельные фракции происходит через три сита 1. Диаметр отверстий в верхнем сите 15 мм, среднем 8 мм, нижнем 1 мм. Целые листья, очищенные от фарматуры, пыли и песка, проходят по верхнему сити, а остальные три фракции выходят через лотки 3—5. Две фракции фарматуры имеют следующие размеры: первая от 8 до 15 мм, а вторая до 8 мм. Согласно ГОСТу, первая группа относится к кондиционной фарматуре, вторая - к производственным потерям.

Наряду с разделением фракции вибросито несколько выравнивает слой поступающего табака, способствуя его более равномерному распределению по ширине и длине транспортера.

Вибросито устанавливают под углом 8°. Оно совершает 220 качаний в минуту.

Оборудование для прессования табака

Способы затаривания табака (в тюки или кипы) определяют конструкцию технологического оборудования для прессования табака.

Тюки формируются обычно в табакопроизводящих хозяйствах вручную, а на ферментационных заводах они подвергаются процессу подпрессовки. Осуществляют эту операцию, как правило, после ферментации. Первоначальная плотность тюков, формируемых в табакопроизводящих хозяйствах, колеблется в пределах 120—160 кг/м³ и обуславливается главным образом видом обработки табачных листьев и их товарным качеством. Меньшая плотность характерна для сырья упрощенной обработки и более низкого товарного качества. Тюки, сформированные из листьев стосовой обработки, имеют большую плотность.

После прессования конечная плотность тюков увеличивается в 1,4—1,5 раза. Это позволяет сократить складскую площадь, необходимую для хранения табака, более эффективно использовать транспортные средства, сократить расход товароматериалов, уменьшить измельчение листьев при перевалках.

Различные размеры листьев и видов обработки, а также несовершенство приспособлений для тюковки приводят к тому, что конечные размеры тюков различны. В основном ширина их составляет 40—60 см, высота 40—60 см, длина 70—80 см.

Стандартные кипы изготавливаются как в табакопроизводящих хозяйствах, так и на ферментационных заводах. Внешне они отличаются от тюков строгостью геометрических форм и размеров.

К сожалению, размеры кип до сих пор не унифицированы. Поэтому выпускаемые в настоящее время кипы могут иметь ширину 250 и 300 мм; длину 450, 500 и 550 мм; высоту от 450 до 650 мм. Конечная плотность их упаковки также колеблется в значительных пределах—от 220—250 кг/м³ (для кип, изготавливаемых в заводских условиях на прессах серии ТПМ) до 300—350 кг/м³ (для кип, изготавливаемых в некоторых табакопроизводящих хозяйствах).

Кипы, формируемые в заводских условиях, имеют более качественную структуру, так как табак перед упаковкой

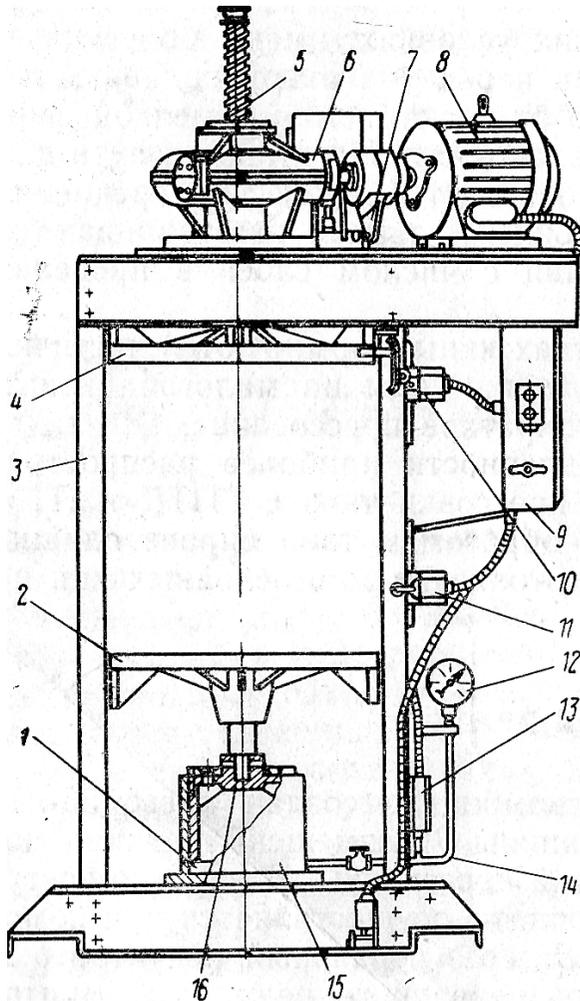
подвергается процессу расщипки с очисткой его от песка, земли и мелкой фарматуры и кондиционированию по влажности. Намечаются пути для внедрения в ферментационное производство процесса усреднения табака. Все кипы на ферментационных заводах изготавливаются методом многократного прессования с числом слоев в пределах 50—70.

В табакопроизводящих хозяйствах кипы формируются частично на ручных прессформах, а в последние годы на малогабаритных прессах, позволяющих вести многократное прессование.

В настоящее время в промышленности наиболее распространены прессы 56-ВП и 61-ВП для прессовки тюков, ГПТК и ПТМ для изготовления кип (главным образом в табакопроизводящих хозяйствах) и серии АТБ-1 для изготовления многослойных кип на ферментационных заводах.

Электромеханические винтовые прессы.

На Краснодарском табачном комбинате создан пресс 56-ВП (рис. 4.90). Внутри его жесткой станины 3 размещены верхняя подвижная 4 и нижняя неподвижная 2 прессплиты. Возвратно-поступательное движение верхней прессплиты осуществляется при помощи винта 5 от электродвигателя 8 через червячный редуктор 6 и винтовую пару, встроенную внутрь червячного редуктора. Винтовая пара выполнена несамотормозящей, что повышает энергетические показатели прессы и улучшает работу привода.



Для фиксации плиты установлен электромагнитный тормоз-фиксатор 7. Возвратно-поступательное движение верхней прессплиты обеспечивается реверсированием электродвигателя. Электромагнитный тормоз дает возможность незамедлительной фиксации прессплиты в любом положении в момент отключения приводного электродвигателя пресса.

Нижняя прессплита соединена с поршнем 16 гидроцилиндра 15, связанного трубопроводом 14 с показывающим манометром 12 и реле давления 13. Наличие масляного буфера 1, воспринимающего усилие прессования, позволяет контролировать работу пресса и автоматизировать цикл прессования по заранее заданному конечному усилию.

Пусковая и защитная аппаратура размещены в шкафу 9, прикрепленном к траверсе пресса. Схема управления прессом допускает два режима работы: прессование по заданной высоте тюка и заданному конечному усилию.

Движение прессплиты ограничивается двумя путевыми конечными выключателями. Конечный выключатель 10 расположен вблизи верхней траверсы пресса и служит для его остановки при подходе верхней прессплиты к установленному верхнему положению. Конечный выключатель 11 устанавливается по заданной конечной высоте тюка. Реле давления отключается при перекрытии крана в подводящей системе.

Нажатием кнопки «пуск», в каждом рабочем цикле двигатель подключается к сети, и прессплита опускается. В крайнем нижнем положении упор, связанный с плитой, находит на путевой конечный выключатель, размыкая контактор цепи движения «вниз». Электродвигатель останавливается, а затем реверсируется размыкающим контактом цепи контактора «вверх». При необходимости фиксации плиты в крайнем нижнем положении или в любой момент хода вниз до срабатывания нижнего конечного выключателя следует нажать на ножную педаль. Остановка прессплиты перед реверсированием необходима для отвязки палок и фиксации тюка в запрессованном состоянии. При опускании педали тормоз освобождает привод электродвигателя и прессплита поднимается до срабатывания верхнего конечного выключателя.

Вследствие разномерности тюков прессование по конечной высоте не всегда обеспечивает получение оптимальной плотности. Поэтому более правильным является ведение прессования по конечному давлению. Оно

осуществляется при помощи реле давления, датчик которого воспринимает усилие, передаваемое верхней прессплитой через тюк и нижнюю прессплиту на масляный буфер. Прессование тюка продолжается до тех пор, пока давление в масляном буфере не достигнет установленного на реле давления и электродвигатель не отключится от сети. И в этом случае при необходимости фиксации прессплиты пользуются ножной педалью.

В противном случае электродвигатель после срабатывания реле давления реверсируется автоматически.

Агрегат АТБ – 1.

Агрегат типа АТБ-1 предназначен для формирования кип табака. Схема его представлена на рис. 4.91. Агрегат состоит из трех основных частей, выполняющих принципиально различные функции: пресса 4, выталкивателя 5, уплотняющего устройства 3 с приводом 7, обертывающего механизма 2 и приемника кип 1.

Примененный в агрегате АТБ-1 пресс во многом повторяет конструкцию пресса ТПМ-1Г, но с некоторыми изменениями. В частности, взамен используемых в прессе старой конструкции передвижных пресс-форм в новом прессе имеется стационарная пресс-форма, снабженная открывающейся дверцей и подвижной задней стенкой. Последняя закреплена на штоке поршня выталкивателя и используется для извлечения кипы из пресс-формы. Дно пресс-формы так же, как и в прессе ТПМ-1Г подвижно и перемещается с помощью гидравлического цилиндра 6.

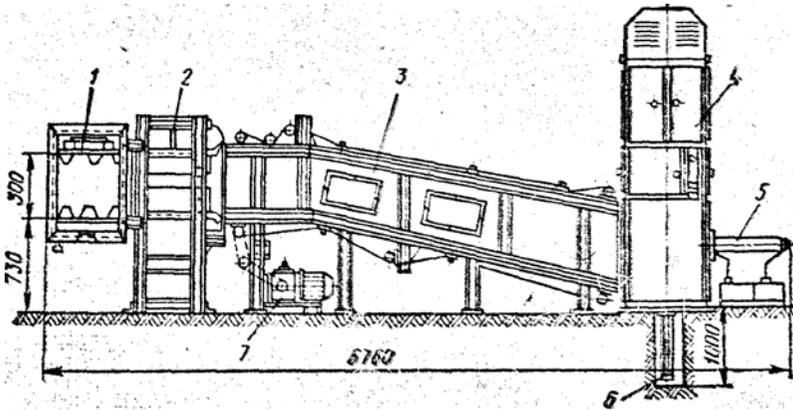


Рис. 4.91. Агрегат АТБ – 1.

Конструкция уплотняющего устройства, аналогична приспособлению к прессу ТПМ-1Г. Оно состоит из двух транспортеров, расстояние между лентами которых постепенно уменьшается. Кипа табака, попадая из пресс-формы между лентами уплотняющего устройства и перемещаясь при их движении, подпрессовывается и на подходе к обертывающему механизму имеет высоту, обеспечивающую свободный вход в приемник последнего. Во время перехода из уплотняющего устройства в обертывающий механизм кипа табака сначала увлекает помещенную на ее пути бумагу и обертывается ею. Затем следует обертка кипы в упаковочную ткань, после чего кипа выталкивается в приемник, в котором обшивается вручную.

Таким образом, в агрегате АТБ-1 кроме механизации операций по извлечению кип из пресс-формы и их фиксации предусмотрены устройства для обертки кип бумагу и рядно. Эти новшества позволили облегчить труд рабочих увеличить производительность машины.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФЕРМЕНТАЦИИ ТАБАКА

Устройство ферментационных камер

Ферментация табака осуществляется в ферментационных камерах-в специально оборудованных помещениях, в которых с помощью кондиционирующих устройств поддерживаются необходимые параметры воздуха в течение всего срока, предусмотренного технологическим процессом.

Так как в камере во время ферментации поддерживаются высокие температура и влажность воздуха, в ней тщательно изолируются все ограждения. Стены камеры, пол и потолок выполнены из теплоизолирующих материалов и покрыты влагонепроницаемым слоем. Двери камеры закрываются герметически. Конфигурация камеры, как правило, прямоугольная, отношение ширины к длине обычно равно 1:2.

Оптимальные размеры камеры 21-22x10-11x3,5 м. Выбор оптимальных размеров, определяющих емкость камеры, основан на реальной возможности подбора однородной партии табака. При указанных размерах средняя вместимость камеры равняется 25-20т, или, принимая среднюю массу кипы равной 20 кг, а при загрузке кипами-35—40 т.

Большого размера камеру устраивать нецелесообразно, так как это затруднит подбор однородной партии. На ферментационном заводе необходимо иметь одну камеру малой емкости (1-3 т) для оперативной переработки больных табаков или же ферментации малого количества табаков высших сортов, а также для опытных работ по уточнению режимов ферментации.

Воздух, подаваемый из кондиционера, должен равномерно распределяться по всему объему камеры. Расхождение по температуре допускается не более чем на 1-2°С и по влажности воздуха— до 5%. Эти требования вызываются тем, что скорость ферментации является прямой функцией от температуры и влажности если табаки в одной и той же камере будут находиться в разных

температурных условиях, то будет иметь место или недоферментирование одних табачков или передержка других.

Отопительно-вентиляционная система должна обеспечить подъем температуры в камере до 60°C в течение одних суток при одновременном снижении влажности до 40%. Эти условия удовлетворяют проведению первой фазы ферментации при максимальном форсировании процесса.

Увлажнительная установка должна обеспечить насыщение воздуха влагой 80% при температуре 60°C и поддерживать влажность на данном уровне при одновременном снижении температуры до 25°C. Такие условия необходимы в третьей фазе процесса.

На заводах камерного типа каждая камера оборудована индивидуальным кондиционером, внутренним обогревом, воздуховодами и автоматом-регулятором.

Внутри камера оборудуется стационарными или передвижными стеллажами, позволяющими производить укладку тюков на черешковую сторону, а кип плашмя. Расстояние от стеллажа до стен должно быть не менее 60 см и от пола до стеллажей—не менее 30 см.

В настоящее время на заводах имеются стеллажи разных конструкций. Все они представляют собой жестко закрепленный каркас из дерева с 4—5 ярусами полок. Полки делают съемными. По мере заполнения ряда устанавливают щиты.

Существенным недостатком стационарных стеллажей является не возможность механизации процессов загрузки и выгрузки табака. Кроме того, люди работают в тяжелых условиях нагретого помещения. Поэтому на ферментационных заводах, оборудованных камерами, проведены работы по рационализации трудоемких работ: установлены ленточные транспортеры по коридору, вдоль всех камер, из которого и кипы табака передаются на такой же транспортер, расположенный перпендикулярно к нему в камере. Устраиваются передвижные стеллажи—этажерки, которые бывают двух типов: подвесные, перемещаемые по

монорельсу, и перемещаемые с помощью электропогрузчиков.

Стеллажи и подвесные этажерки размещают в камере с расчетом максимального использования площади. Свободными оставляют только центральный проход для наблюдения за табаком, расположения контролирующих приборов и в противопожарных целях.

Ведение ферментации в камере. Загрузка каждой камеры однородными табаками производится в минимально короткий срок (не более 8 ч). Температура табака при загрузке в камеры должна быть ниже 10-12°C. В целях снижения потерь от фарматурообразования тюки должны быть покрыты рядом.

Табаки пустые, перезрелые или сухие (4 сорта), подпрессованные перед ферментацией, укладываются в стеллажи на пластинку листа. Наилучшим с технологической точки зрения является способ укладки «лежа на черешок» (обеспечивается газообмен, теплообмен).

Но при таком способе укладки недостаточно используется емкость камеры, коэффициент использования кубатуры камеры не превышает 0,30—0,35. Такой низкий коэффициент загрузки уменьшает пропускную способность камеры и производительность завода в целом. В этом еще раз сказывается нерациональность затаривания табака в тюки. При загрузке камеры табаком в стандартных кипах емкость повышается в два раза.

По окончании загрузки производится отбор контрольных тюков или кип (до 10 шт. в каждой камере) для наблюдения за разогревом табака в процессе ферментации и установки приборов для наблюдения за температурой и влажностью воздуха в камерах.

Кондиционирование воздуха в камере производится согласно установленному режиму при помощи кондиционеров (рис. 4.92).

Паровое увлажнение применяется частично в первой и в основном во второй фазе ферментации, а водяное-в третьей фазе при охлаждении. На пути движения увлажненного воздуха имеется сепаратор, отделяющий

капельную воду. Из оросительной камеры вода стекает в поддон и, пройдя фильтр, вновь подается на обращение. Подогрев воздуха осуществляется калорифером. Кондиционер с помощью клапанной камеры соединяется с верхними и нижними воздуховодами, идущими в камеру.

В зависимости от положения клапана воздух из кондиционера может нагнетаться в камеру по верхним воздуховодам и засасываться по нижним, и наоборот. При работе без подсоса наружного воздуха система работает на внутренней циркуляции. Так обычно осуществляются первая и вторая фазы ферментации нормальных по влажности и сухих табаков. Если же табак имеет повышенную влажность, для удаления избытка влаги необходимо проветрить камеру, для этого открывают шиберы, соединяющие кондиционер с наружным воздухом.

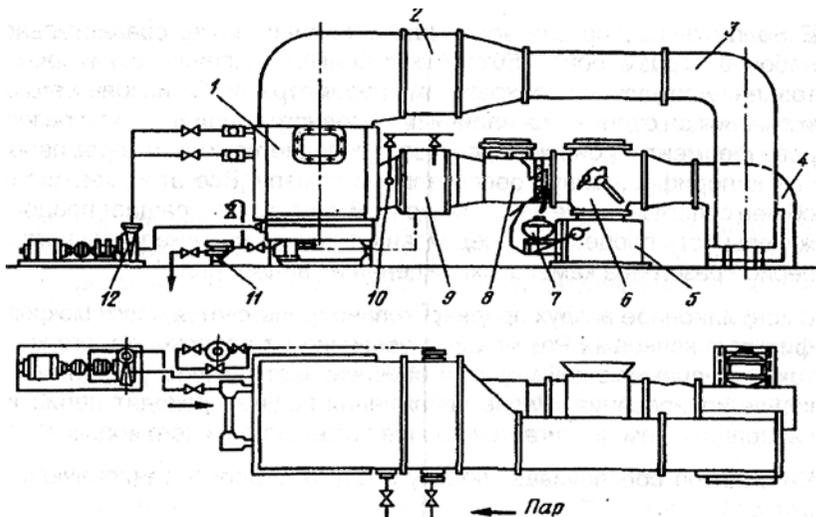


Рис. 4.92. Кондиционер ВКФ-2:

1-промывная камера; 2-сепаратор; 3- воздуховод; 4- центробежный вентилятор; 5— пароувлажнитель; 6— узел реверсивного клапана;

7-рычажный мембранный исполнительный механизм; 8— камера смешивания; 9- калорифер; 10- патрубок нижней подачи воздуха; 11— конденсатоотводчик; 12— насос.

В третьей фазе кондиционер выключают, и система полностью переводится на проветривание. В этом случае выключает также паровое увлажнение и включают в работу форсунки водяного увлажнения. Воздуховоды расположены в камере под потолком, по длине воздуховоды имеют отверстия, снабженные заслонками, с помощью которых регулируется равномерное распределение воздуха по всему объему камеры.

Вентилятор обеспечивает подачу воздуха в ферментационную камеру.

Ферментированный табак после охлаждения камеры выгружают и направляют в отделение послеферментационной обработки.

Ферментация в установках непрерывного действия

Преимущества ферментации табака в установках непрерывного действия.

Камерный процесс ферментации, как и немеханизованная подготовка табака, и его послеферментационная обработка, по сравнению с непрерывным процессом имеет существенные недостатки, к числу которых в первую очередь относятся следующие:

- периодичность действия ферментационных камер;
- ферментация в камерах проводится большими партиями (40— 45 т);
- отсутствие ритмичности и неравномерная загрузка рабочих и оборудования;
- отсутствие постоянных рабочих мест, осложнено передвижение внутривозовского транспорта из-за частого изменения пути грузовых потоков;
- необходимость нагревания камеры в первой фазе ферментации и ее охлаждения в третьей. Вследствие массивности ограждающих конструкций при этом бесполезно расходуется значительное количество тепловой и механической энергии, а продолжительность нагревания и охлаждения увеличивается загрузка и выгрузка камер при использовании монорельсовых путей и подвесных стеллажей-этажерок или электропогрузчиков требует

значительных затрат ручного труда в неблагоприятных условиях.

С учетом этого работники института Гипроспиртвино (А. М. Келлеев) разработана и внедрена установка непрерывного действия (УНД) для ферментации табака (1964), затем инженерами-конструкторами Кишиневского табачного комбината (И. С. Коган, М. Ш. Харитон, Н. Н. Косатый) разработана и внедрена непрерывная линия подготовки табака к ферментации (ЛПТФ), созданы более совершенные поточные линии ферментации (ПЛФ) и поточные линии послеферментационной обработки (ЛПФО).

Применение указанных установок и линий обеспечивает непрерывность процесса, ритмичность и равномерность загрузки оборудования, снимает трудоемкие ручные операции, сокращает сроки обработки табачного сырья, способствует улучшению качества табака, который загружается меньшими партиями, снижает расход тепло- и электроэнергии, способствует очищению табака от пыли.

Непрерывная ферментация табака. Ферментация табака в УНД имеет ряд несомненных преимуществ перед камерным методом ферментации: непрерывность процесса, позволяющая достичь более высокого уровня организации всего производства; значительное улучшение условий труда и более высокая степень механизации, главным образом на операциях загрузки и выгрузки табака; исключение из общей продолжительности цикла затрат времени на операции по загрузке и выгрузке и, как следствие, более эффективное использование оборудования.

Установка с 12 отсеками (рис. 4.93) представляет собой тоннель прямоугольного сечения. Внутри тоннеля проложены рельсовые пути, по которым перемещаются вагонетки с уложенными на полках тюками или кипами табака.

Установки эти бывают одинарными—с одной колеёй и двойными—с двумя колеями, двойная установка имеет производительность 2000 т ферментированного табака, мощность одинарной—1000 т табака в сезон. Заводы мощностью 10 тыс. т. оснащены пятью сдвоенными

установками. Это достигается, если на заводе не менее 70% загружаемого на ферментацию табака затарено в кипы. Разграничение отсеков друг от друга осуществляется по принципу линейного шлюзования, в связи с чем в местах разграничения смежных отсеков прямоугольный тоннель суживается по периметру.

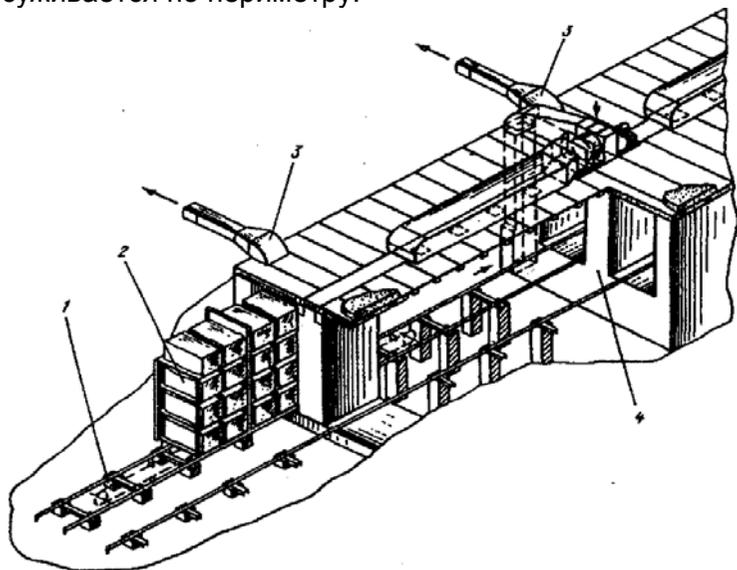


Рис. 4.93. Схема ферментации табака в установке непрерывного действия (УНД):

1-рельсовые пути; 2-вагонетки с табаком; 3-вытяжные шахты; 4-шлюзующие устройства.

При выборе режима для первого и второго товарного сортов нормальной влажности с исходной величиной кислородного показателя 1,4—1,7 см³/г рекомендуется вести 50-градусный режим с продолжительностью цикла 160 ч. Для табаков третьего товарного сорта нормальной влажности с величиной кислородного показателя 2,1-2,4 и продолжительностью 120-140 ч; — 60-градусный для четвертых сортов.

Каждый отсек оборудован выходной дверью и приборной панелью, на которой размещаются датчики системы автоматического регулирования параметров воздуха и контрольные термометры.

Воздухоприготовительный агрегат состоит из центробежного вентилятора, калорифера с поверхностью нагрева 9,8 м², пароувлажнительной трубки.

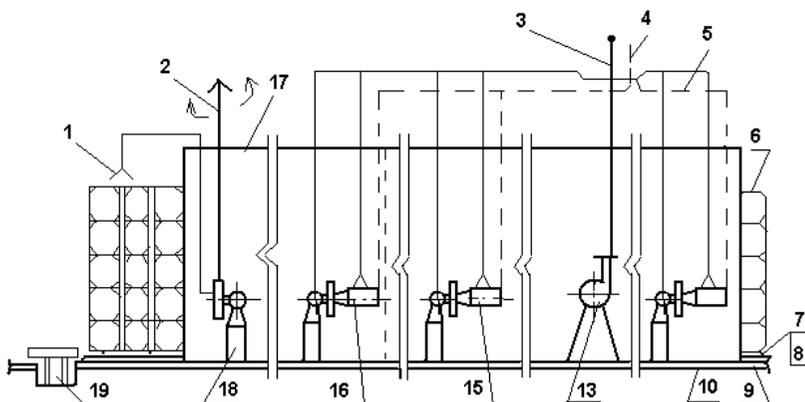
Приток наружного воздуха в отсек осуществляется через заборный патрубок. В первых 8—9 отсеках, где в основном протекают первая и вторая фаза ферментации, забор наружного воздуха осуществляется из помещения. В следующих 4 отсеках, предназначенных в основном для охлаждения табака, патрубков соединен с воздухопроводом забора воздуха вне помещения.

Подача в отсек рециркуляционного воздуха или смеси этих двух компонентов осуществляется с помощью воздуховода, соединяющего нагнетательное отверстие вентилятора с верхним распределительным воздухопроводом, который размещен в осевой линии вдоль отсека. Лишний воздух удаляется через выбросную шахту.

Установка работает следующим образом.

Вагонетки до входа в камеру загружаются тюками и кипами табака, после чего толкателем подаются на траверсную тележку 19. Тележка перемещается по траверсному пути до тех пор, пока имеющиеся на ней рельсы не совпадут с рельсовым путем одного из тоннелей ферментационной установки, которая толкателем подается внутрь тоннеля. Вагонетки заталкиваются в ферментационный тоннель периодически, через интервал времени, заданный технологом — ферментатором. Ввиду того, что в рабочем состоянии ферментационный тоннель полностью заполнен вагонетками, при заталкивании 1 вагонетки в камеру, очередная тележка выходит из нее с уже отферментированным табаком. Это тележка сначала находится на рельсовом пути 9 непосредственно возле тоннеля, при следующем толкании она толкателем 8 перемещается к траверсному пути 7, а затем при

выталкивании из тоннеля следующей вагонетки выталкивается на траверсную тележку, которая к этому моменту подается к рельсовому пути 9 (левого или правого тоннеля).



Установка УНД

1-вытяжные зонты; 2-труба для выброса воздуха наружу; 3,4-шахты для выброса воздуха; 5-приточные воздуховоды; 6-вагонетки; 7-траверсные пути; 8-толкатели; 9-рельсовый путь; 10,11,12,14,15,16-воздухоприготовительные агрегаты; 13-воздухоприготовительный агрегат для удаления отработанного воздуха; 17-ферментационный тоннель; 18-вентилятор; 19-траверсная тележка.

Системой автоматизации движения вагонеток предусмотрено, что толкатель, выталкивающий вагонетку на траверсную тележку, не включится в работу до тех пор, пока траверсная тележка не подойдет к заданному рельсовому пути. Этим исключается возможность аварийного сброса вагонетки с рельсовых путей.

После загрузки вагонетки с табаком траверсная тележка перемещается к возвратному рельсовому пути. Здесь вагонетка сталкивается с траверсной тележкой, а затем толкателем подается на платформу опускателя, где этажерка освобождается от тюков и кип табака. Порожняя вагонетка по возвратному пути подается к опускателю для загрузки табаком и подачи в ферментационный тоннель.

Установка ПЛФ показана на рис. 4.94. Отделение зон друг от друга производится с помощью гибких штор. Время,

затрачиваемое на подъем или опускание штор, составляет 15 секунд, перед загрузкой все шторы поднимают. Погрузчик-толкатель перемещается, двигая все вагонетки на шаг, равный длине одной группы. Каждая из зон установки снабжена автономной системой воздухоприготовления. Воздухоприготовительные агрегаты зон I, II и III одинаковой конструкции. Каждый из них имеет калорифер, пароувлажнительное кольцо из трубы, центробежный вентилятор производительностью 6000 м³/ч.

Кроме калориферного обогрева в зонах I, II и III имеются внутренние обогревательные элементы.

Подача пара на нагрев и увлажнение происходит через клапаны, имеющие дополнительные обводные каналы для ручного регулирования.

Каждая зона снабжена выбросной шахтой, а каждый воздухоприготовительный агрегат— патрубком забора наружного воздуха. Агрегат зоны IV предназначен для охлаждения и увлажнения воздуха, поэтому в нем нет калорифера. Забор воздуха в этом агрегате осуществляется из помещения или снаружи.

Система увлажнения воздуха-водяная; установка скрубберного типа. Рециркуляцию воды осуществляют центробежным насосом; циркуляцию воздуха-центробежным вентилятором.

Процесс ферментации табака в ПЛФ производится на основе известных технологических режимов и строится следующим образом: заданный режим наносится на диаграмму, на оси абсцисс которой откладывается время, а на оси ординат-температура и относительная влажность воздуха (схема 4.1.).

Построенный по времени режим разбивается на 4 равных интервала (соответственно четырем зонам ПЛФ). При этом в зоне I проводят первую и частично вторую фазу ферментации, в зонах II и III-вторую и в зоне IV-третью фазу ферментации (охлаждение).



Схема 4. 1. График 50-градусного режима ферментации.
 1 и 2- температура и влажность воздуха соответственно,
 3- температура табака.

Таким образом, конечные параметры в ПЛФ автоматизирован с помощью программных регуляторов ПР. Режим ферментации задается по сухому и мокрому термометрам в виде программных дисков для каждой зоны и рассчитан на время, равное циклу между загрузками. Цикл между загрузками определяется как частное от деления продолжительности процесса ферментации на 4.

В установке ПЛФ легко производится осциллирующий (комбинированный) режим ферментации с двумя температурными перепадами, с амплитудой перепада температур до 20°C при темпе снижения и повышения их порядка 4—5°C в час.

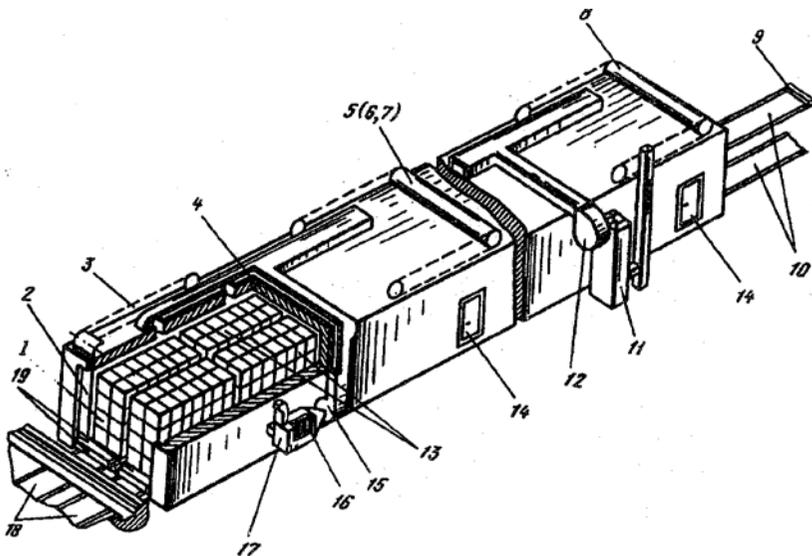


Рис. 4.94. Поточная линия для ферментации табака (ПЛФ):
 1—зона ферментации; 2, 5, 6, 7, 8—шлюзовые затворы; 3—
 цепной транспортер; 4—вал для подъема штор; 9, 10, 18—
 рельсовые пути;
 11—каскадный теплообменник; 12, 15—электродвигатель;
 16—калорифер; 17—кондиционер; 19—буферная тележка.

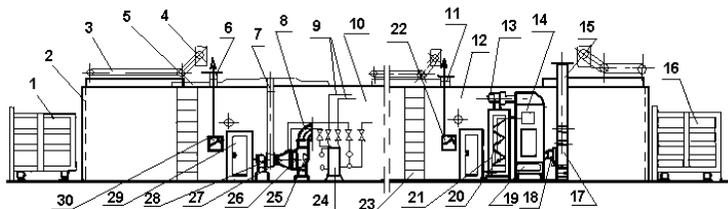
При применении осциллирующих режимов достигается больший по сравнению с обычным режимом съем влаги с табака за счет явления термовлагопроводности. При этом удастся снимать до 4—5% влаги.

П Л Ф — это тоннель прямоугольного сечения, внутри которого находятся два рельсовых пути, по которым перемещаются вагонетки 1, 16 с табаком. Тоннель разделен на четыре отсека равной длины. Первые три снабжены одинаковыми воздухоприготовительными агрегатами, предназначенными для нагревания воздуха. Четвертый отсек 12 имеет кондиционер для охлаждения воздуха и его увлажнения.

Отсеки установки отделены от окружающей среды и разделены между собой гибкими многослойными шторками

2. Шторки находятся в боковых вертикальных направляющих, которые выполняют функции уплотнителей между шторками и отсеки ферментационного тоннеля. Сверху и снизу имеются уплотнительные манжеты. Шторки могут подниматься и опускаться с помощью специальных механизмов 2, 3, 4, 5.

Верхний конец шторки соединен с ценным транспортером. При его движении штора поднимается, выводится из тоннеля и занимает горизонтальное положение. Тоннель открывается. При реверсировании привода шторка вновь опускается.



Установка ПЛФ.

1,16-вагонетки; 2-гибкие многослойные шторки; 3-цепной транспортер; 4-приводной вал цепной передачи; 5-редуктор; 6-дроссель-клапан для удаления избытка воздуха в атмосферу; 7-воздуховод для подачи в отсек кондиционированного воздуха; 8-воздуховод для подачи наружного воздуха (в смесительную камеру); 9-паропроводы для подачи пара в калориферы внутрикамерного подогрева (в три первые секции); 10-первый отсек камеры; 11-дроссель-клапан для удаления внутрикамерного воздуха (с помощью рукоятки); 12-четвертый отсек камеры; 13-центробежный вентилятор для нагнетания воздуха в четвертый отсек; 14-оросительная камера четвертого отсека; 15-воздуховод для подачи наружного воздуха в камеру смешения; 17-камера смешения; 18-дроссель-клапан камеры смешения для регулирования качества смеси; 19-поддон для скапливания избытка воды; 20-насос для нагнетания воды в оросительную камеру, где она разбрызгивается через форсунки; 21-подставка вентилятора; 22,30-рукоятки регулирования дроссель-клапанов; 23-металлическая лестница для обслуживания механизма перемещения шторок; 24-паровая гребенка для подачи пара в паропроводы; 25-смесительная камера; 26-калорифер; 27-пароувлажнитель; 28-центробежный вентилятор (воздухоприготовительный агрегат для каждого отсека камеры); 29-герметичные двери отсеков камеры.

Каждый отсек снабжен индивидуальным воздухоприготовительным агрегатом. Первые три – одинаковы и включают: центробежные вентилятор 28, калорифер 26, пароувлажнитель 27, смесительную камеру 25, систему воздуховодов 7, 8, дроссель – клапан 6. В первых трех отсеках дополнительно установлены калориферы внутрикамерного подогрева, пар в которые поступает по паропроводу 9 из паровой гребенки 24.

Воздухоприготовительный агрегат четвертого отсека не имеет калорифера, но снабжен оросительной камерой 14, предназначенной для увлажнения воздуха, камерой

смешивания 17, воздуховодом 15, дроссель- клапаном 18. В отсек воздух нагнетается центробежным вентилятором 13. Внутрикамерный воздух удаляется через дроссель – клапан. В воздухоприготовительных агрегатах используются вентиляторы ЦН–13–50 № 4, №5, и Ц4–70 № 5, калорифер КФБО № 4 с поверхностью нагрева $F = 20,7 \text{ м}^2$.

Табак загружается на вагонетках по $56 \div 70$ кип; в каждый отсек $10 \div 12$ вагонеток. Между группами вагонеток находятся буферные тележки, чтобы между вагонетками с табаком образовались свободные пространства, необходимые для прохода шторок.

Работа установки П Л Ф. Подготовленная партия табака загружается в вагонетки (только в дневное время). Механизмы подачи вагонеток с табаком к накопительным рельсовым путем включаются оператором с пульта управления. Загрузка происходит через определенное время. Ферментационный тоннель загружают одновременно по обоим рельсовым путям. Очередная партия вагонеток, вводимая в тоннель, проталкивает его впереди стоящие вагонетки так, что из четвертого отсека выгружается партия готового табака, прошедшего ферментацию. Подаются вагонетки только на свободные рельсы, что обеспечивается наличием специальной блокировки. Цикл загрузки и выгрузки составляет 10 минут.

Процесс ферментации табака в ПЛФ производится на основе принятых технологических режимов – $50 \text{ }^\circ\text{C}$ и $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Первая и начало второй фазы ферментации осуществляются в первом отсеке, где табак прогревается до температуры ферментации. Температура воздуха увеличивается по определенной программе и является функцией от температуры табака, его влажности, сорта, сортотипа.

Вторая фаза ферментации собственно ферментация осуществляется в во втором и третьем отсеках при температуре воздуха $t_{\text{в}}=50^\circ\text{C}$ или $t_{\text{в}}=60 \text{ }^\circ\text{C}$. В четвертом отсеке проходит третья фаза ферментации – охлаждение табака с одновременным его увлажнением. Здесь

температура воздуха снижается от режимной до цеховой, а относительная влажность воздуха возрастает до 75–80%.

Процессом ферментации управляют автоматически с помощью специальных приборов программного регулирования.

Окончание процесса ферментации определяется кислородным показателем, а также дегустационными и внешними признаками табака: запахом, цветом, эластичностью, ароматом, вкусом дыма и т. д. Величина кислородного показателя к концу второй фазы ферментации должна быть не выше 0,1 см³/г.

Ферментированный табак, выгружаемый из ПЛФ, должен удовлетворять тем же требованиям, которые установлены для табака, выгружаемого из ферментационных камер, а именно: влажность табака должна быть в пределах 14—16%, температура в центре кипы — не более 30°C, кислородный показатель - не выше 0,1 см³/г.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОСЛЕФЕРМЕНТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Ферментированный табак после охлаждения в камере или линии УНД, ПЛФ до температуры 25°C выгружают и направляют в отделение послеферментационной обработки.

Помещение отделения послеферментационной обработки расположено в непосредственной близости от ферментационного отделения и связано с ним транспортными средствами (ленточные транспортеры, тележки) или монорельсовым путем для передвижения подвесных этажерок. Отделение климатизируется. Температура воздуха поддерживается на уровне 17-20°C, влажность - на уровне 65-70%.

Послеферментационная обработка Табаков включает следующие технологические операции:

- 3-х дневную отлежку;
- генеральную сортировку;
- подпрессовку кипов;
- 25-дневную отлежку;

- старение;
- переработку дефектных кип;
- переработку фарматуры.

Трехдневная отлежка. После ферментации табак имеет температуру 25—30°С, поэтому после выгрузки его укладывают штабелями «стоя на палках», в тройки или два яруса на 2—3 дня для выравнивания его температуры с температурой с окружающего воздуха. За это время происходит и перераспределение (выравнивание) влаги в массе табака.

Генеральная сортировка. После того как табак остыл, производят генеральную сортировку, которая является окончательной проверкой состояния табака после ферментации.

Во время генеральной сортировки определяют наличие дефектов, возникающих в тюках и кипах во время ферментации. Кипы, имеющие дефекты, например повышено-влажные, с прихватом и припаркой, деформировавшиеся и т. д., выделяют и направляют на переработку.

Кипы, не имеющие дефектов, классифицируют в соответствии с требованиями ГОСТ 8072-77 как табак-сырье ферментированное. Во время генеральной сортировки тюки (кипы) взвешивают. Сопоставляя массу табака до и после ферментации и, определяют величину потерь во время процесса. Если на заводах до ферментации проводится обработка табака в ЛПТФ, то генеральную сортировку такого табака проводят выборочно: в количестве 10% от партии, если в линии установлен смеситель СТЛ-5, или 1%, если применяется смеситель СТЛ-6.

Сплошная генеральная сортировка этих Табаков обязательна в тех случаях, когда при проверке 10 или 1% кип выявляется (хотя бы в одной кипе) несоответствие сортности.

Устройство для сортировки кип, разработанное И.С. Коганом, М.И. Харитоновом показано на рис. 4.95.

Переход от метода сплошной сортировки к выборочной позволяет в несколько раз сократить трудовые затраты при

выполнении этой трудоемкой операции. Выборочная сортировка может быть осуществлена правильно, т. е. Десятая или сотая кипа будет правильно характеризовать всю партию, при соблюдении определенной последовательности движения кип, соответствует их раскладке на полках вагонетки и отработке определенных приемов выборки. Такой метод определяется тремя факторами: объемом смешанной партии (количеством кип в партии) способом их раскладки на полки вагонетки и приемом отбора кип, подлежащих сортировке.

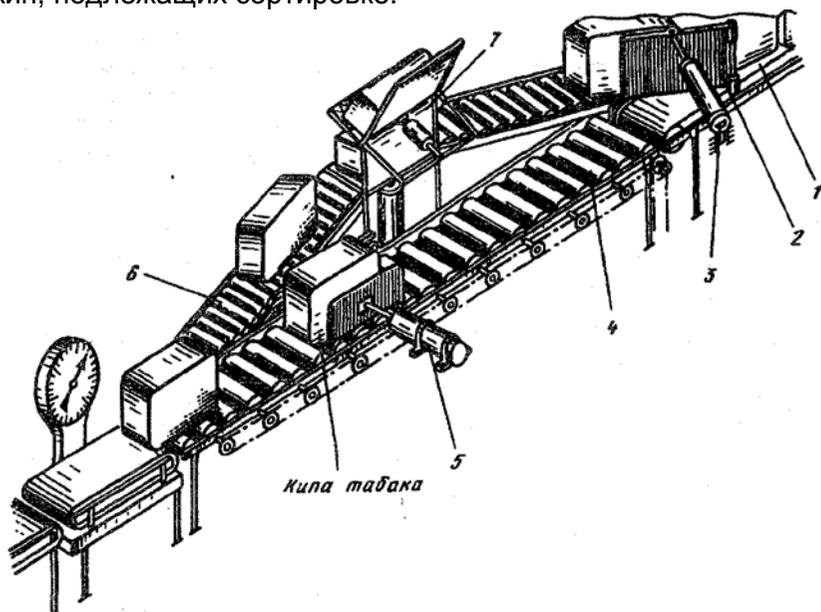


Рис. 4.95. Схема устройство для выборочной сортировки кип из общего потока:

1— транспортер; 2— заслонка; 3 и 5—цилиндры; 4 и 6—ветви транспортера; 7—механический показчик кип

Компоновка и конструкция основных узлов поточной линии послеферментационной обработки табака, разработанные на Кишиневском заводе под руководством И. С. Коган, позволяют работать ритмично и слаженно с соблюдением с раскладки кип (рис. 4.96).

Механизированные поточные линии послеферментационной обработки предусматривают автоматический отбор кип для генеральной сортировки (1/10 или 1/100), устройство для показчика кип. Устройство для механической показчика кип позволяет послойно разделять кипу для осмотра сортировщиком, понимать и опускать на необходимую высоту, поворачивать на определенной угол.

В едином потоке предусмотрено взвешивание кип, аппарат для маркировки этикетов, поддоны для упаковки, перемещения взвешенных и маркированных кип.

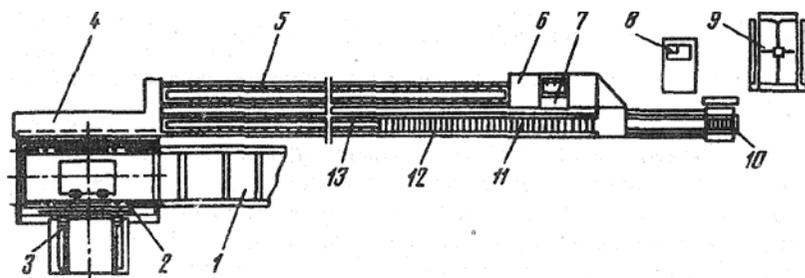


Рис. 4.96. Поточная линия послеферментационной обработки табака:

- 1- обводной путь; 2- опускатель вагонеток; 3- выталкивающий механизм; 4 и 6-приемные столы; 5 и 12-транспортеры;
- 7-механический показчик кип; 8-маркировочный прибор;
- 9- стоечный поддон; 10- весы; 11 и 13— секции основного транспортера

Переработка фарматуры. Во время работы с табаком на складах и на заводе образуется некоторое количество отходов, состоящих из отдельных кусочков (обломков) листьев и черешков. Эти отходы (фарматура) в известной мере пригодный для дальнейшей переработки. Поэтому фарматуры собирают и упаковывают. Если фарматура получена из неферментированного табака, ее помещают в камеру для ферментации.

Чтобы привести фарматуру в кондиционное состояние, ее очищают и рассортировывают с помощью фарматуроочистителя (рис. 4.97).

В зависимости от размера обломков табачных листьев фарматура делится на кондиционную и некондиционную. Кондиционной фарматурой согласно стандарту считаются обломки листьев менее 20 см², но непроходящие через сито с пробивными круглыми отверстиями диаметром 5 мм, а к мелкой (некондиционной)- частицы проходящие через такое же сито.

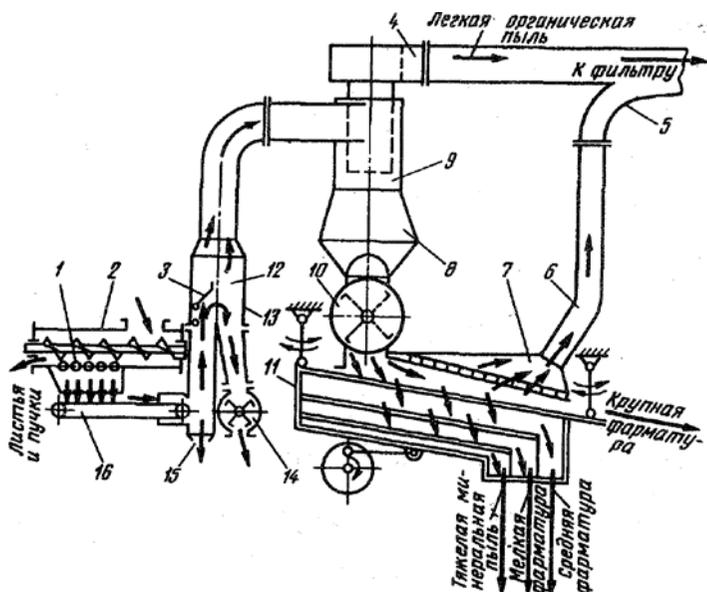


Рис. 4.97. Установка для очистки и разделения на фракции табачной фарматуры:

1-решетка; 2- питатель; 3- заслонка; 4 и 7- воздуховод; 5- пневматическая сеть; 6-трубопровод; 8-выпускной участок циклона; 9- циклон; 10- шлюзовой затвор; 11-ситовый сепаратор; 12- расширительная зона; 13-пневматическая камера; 14 и 15-течка; 16-ленточный транспортер.

Некондиционная фарматура, а также мелочь и пыль составляют потерю сырья.

Фарматуроочиститель состоит из следующих основных узлов: приемного стола, транспортера подачи фарматуры, разделительного стакана, циклона, двух

шлюзовых затворов (для мелкой фарматуры и черешков), многоярусного сортировочного сита, вентилятора и аспирационной системы.

Эксплуатация такого фарматуроочистителя на заводах страны показала, что он надежен и устойчив в работе при высокой его производительности (1400 кг/смену).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Оборудование ферментационного производства. Общие сведения.
2. Аппаратурно-технологические схемы ферментационного производства.
 2. 1. Типовая аппаратурно-технологическая схема и ее описание.
 2. 2. Усовершенствованная линия подготовки табака к ферментации.
3. Оборудование для расщипки и пневматического транспортирования листового табака.
4. Оборудование для смешивания, дозирования и очистки табака.
5. Оборудование для кондиционирования табака по влажности.
6. Оборудование для прессования табака.
7. Ферментационные камеры. Конструкция и принцип работы установки.
8. Воздухоприготовительные агрегаты. Конструкция и принцип работы установки.
9. Установка непрерывного действия УНД. Конструкция и принцип работы установки.
10. Поточная линия ферментации ПЛФ. Конструкция и принцип работы установки.
11. Схема устройства для выборочной сортировки кип из общего потока.
12. Поточные линии послеферментационной обработки табака.
13. Установка для очистки и разделения на фракции табачной фарматуры.
14. Некондиционная фарматура. Их применение.

§ 4.6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОРУДОВАНИЯ МАСЛО-ЖИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Масло-жировая промышленность обеспечивает население и народное хозяйство нашей страны пищевыми и техническими растительными маслами. Первые используются населением непосредственно в пищу, а также для производства гидрогенизированных жиров, маргариновой продукции, кухонных жиров, майонезов, пищевых поверхностно-активных веществ; вторые-для производства мыла, моющих средств, олиф, лаков, красок, жирных кислот и глицерина, косметической продукции. Шрот является сырьем для производства пищевого белка и применяется в комбикормовой промышленности. Лузга и шелуха используются в гидролизной промышленности и в сельском хозяйстве.

Производство растительных масел состоит из большого числа операций, в ходе которых в масличном сырье протекают сложные физико-химические процессы. Принципиальная схема переработки масличного сырья приведена ниже (схема 4.2).

Семена подавляющего большинства масличных растений поступают после уборки с влажностью, превышающей оптимальные значения для хранения и технологической переработки.

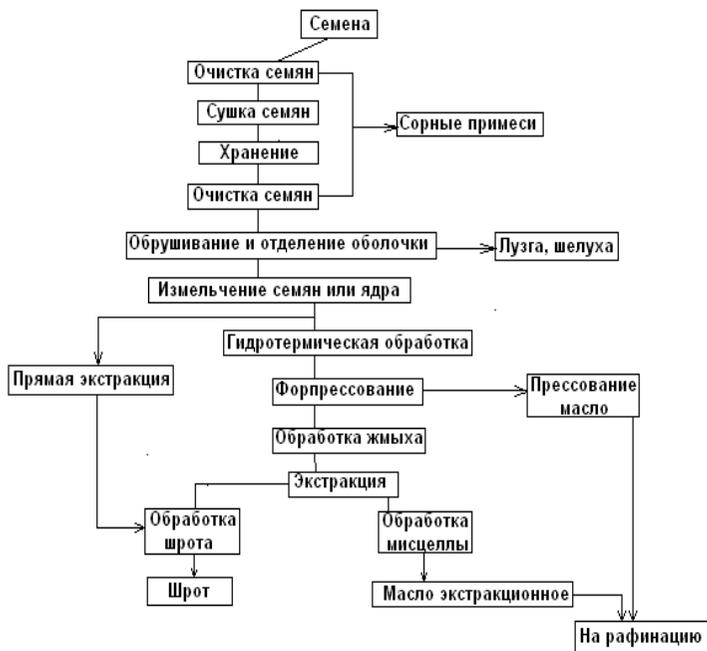
Наиболее распространенным методом снижения влажности семян является тепловая сушка, при которой происходит нагревание семян с помощью сушильного агента (обычно смеси воздуха и дымовых газов) и удаление испаряющейся при этом из семян влаги.

Широко применяются сушилки шахтного типа (ВТИ, СЗШ, ДСП) (рис. 4.98).

Высушиваемые семена проходят через сушильную шахту, где расположены короба, проводящие и выводящие из шахты газоздушную смесь. Семена, опускаясь под действием своего веса между коробами, нагреваются

смесью воздуха и дымовых газов, поступающих из специальной топки. Влага, содержащаяся в семенах, при этом испаряется, а высушенные семена затем охлаждаются в охладительной камере 4, где через семенную массу продувают атмосферный воздух. Сушка ведется по одноступенчатому и двухступенчатому режиму. При двухступенчатой сушке сушильная шахта по высоте разбита на две части: в верхней части (первой ступени) осуществляется сушка при невысоких температурах сушильного агента, в нижней части (на второй ступени) досушка семян ведут при повышенных температурах. При одноступенчатой сушке в сушильную камеру подают смесь воздуха и дымовых газов одинаковой температуры. Для улучшения работы шахтных сушилок применяют рециркуляционные способы сушки, комбинированные и с предварительным подогревом зерна.

СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН



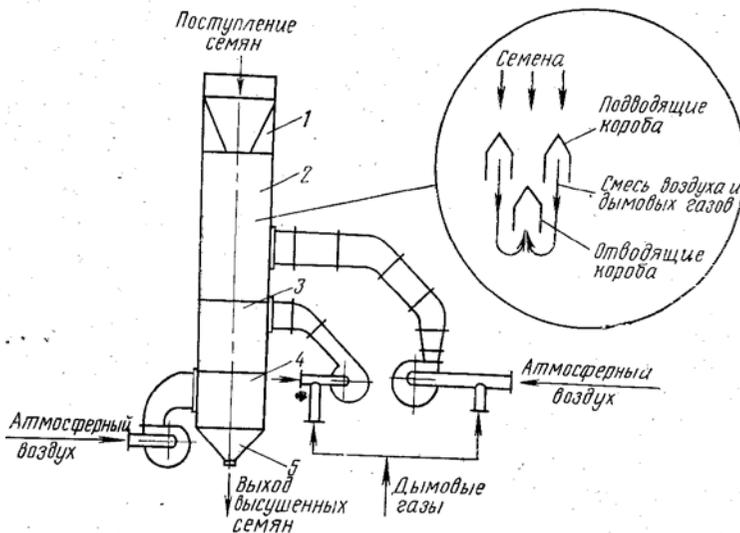


Рис. 4.98. Схема сушилки шахтного типа:
 1—бункер для приема сырых семян; 2, 3—сушильные камеры;
 4—охладительная камера; 5—приемный бункер для сухих семян.

Обрушивание семян.

Запасы масла в тканях масличных семян и плодов распределены неравномерно: главная часть сосредоточена в ядре семян-в зародыше и эндосперме, плодовая и семенная оболочка содержат небольшое количество масла, имеющего другой (худший) липидный состав. В связи с этим при переработке многих масличных семян и плодов отделяют от основной маслосодержащей ткани ядра низкомасличные внешние (плодовые или семенные) оболочки семян. При этом повышается масличность перерабатываемого сырья, увеличивается производительность технологического оборудования, растет качество масла и белка.

Отделение оболочек от ядра складывается из операции разрушения покровных оболочек семян-

обрушивания-и последующего разделения полученной смеси рушанки на ядро и шелуху (лузгу)-отвеивание.

Масличные плоды и семена обрушивают различными методами в зависимости от физико-механических свойств оболочки и ядра. Важнейшее требование к машинам для обрушивания семян-разрушение оболочки не должно сопровождаться разрушением ядра. Из-за несовершенства существующих обрушивающих машин это требование в полной мере не выполняется.

Разрушение плодовой оболочки подсолнечных семян осуществляется на центробежной обрушивающей машине АІ-МРЦ. Семена поступают через питатель 1 на ротор 2, делающий 1200— 1500 об/мин, и движутся, располагаясь длинной осью вдоль радиуса ротора, а затем, покидая ротор, ударяются о металлическую поверхность-деку (рис. 4.99). Оболочка семян при этом разрушается.

Качество обрушивания семян-рушанки характеризуется содержанием в ней нежелательных фракций-целых семян и частично неразрушенных семян («целых» или «недоруш»), разрушенного ядра («сечка») и масличной пыли. Присутствие в рушанке недоруша нежелательно: оно увеличивает содержание лузги в ядре. Также нежелательно присутствие в рушанке сечки и масличной пыли. Сечка легко отдает масло лузге даже при кратковременном контакте. Масличная пыль полностью не отделяется от лузги, уходящей с производства, и потери масла в лузге увеличиваются.

Разделение рушанки на лузгу и ядро основано на различии в их размерах и аэродинамических свойствах. Лузга оказывает значительно большее, чем ядро, сопротивление воздушному потоку. Сначала получают фракции рушанки, содержащие частицы лузги и ядра одного размера, а затем в воздушном потоке каждую полученную фракцию разделяют на лузгу и ядро.

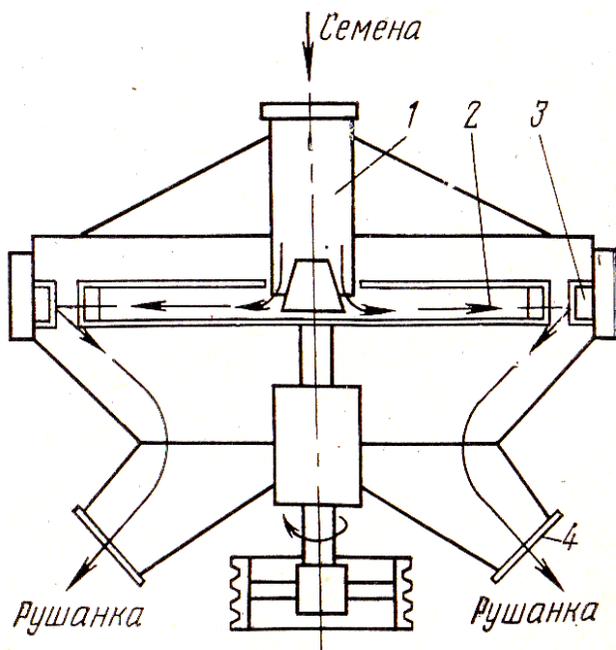


Рис. 4.99. Центробежная рушанка AI-MPLC:
 1—питатель; 2—ротор; 3—дека; 4—патрубки для выхода рушанки.

Для разделения рушанки применяют аспирационные вейки PI-MCT (рис. 4.100). Аспирационная вейка состоит из двух основных частей: отсева и аспирационной камеры. В передней части отсева-предотсева-рушанка освобождается от мелкой фракции ядра и лузги. Собственно отсев служит для разделения рушанки на шесть фракций по размерам частиц. Для этого в отсеве расположены друг над другом три ряда сит. Каждое сито по длине разбито на два неравных участка: длинное и короткое сито. Под первым и вторым рядом сит установлены отдельные поддоны из нержавеющей стали, под третьим-поддон общий. Диаметры отверстий сит, уменьшаются сверху вниз примерно на 2 мм между каждым рядом.

Рассев вейки при работе совершает круговые движения в горизонтальной плоскости радиусом 45 мм с частотой 200 об/мин.

В аспирационной камере для обработки рушанки имеется пять независимых воздушных каналов (шестая фракция-масличная пыль-воздушной обработке не подвергается), в которые поступают фракции рушанки, полученные в рассеве.

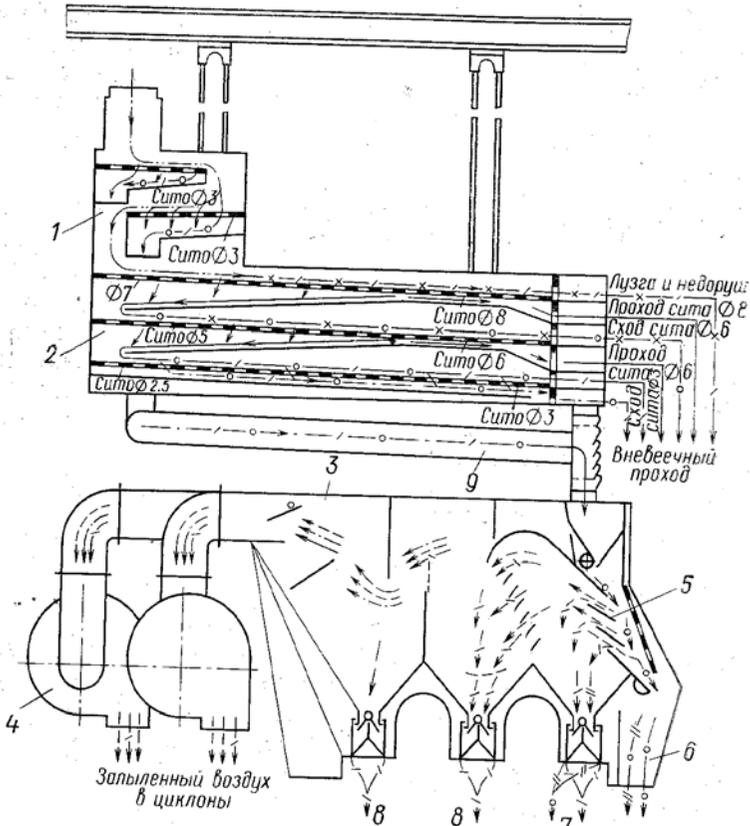


Рис. 4.100. Аспирационная семеновейка PI-MCT:

- 1, 2—рассев с ситами различного диаметра; 3—аспираторная камера; 4—всасывающий вентиля-тор; 5—жалюзи аспираторных каналов; 6—выход ядра; 7—выход целяка; 8—выход перелов и лузги; 9—сборная труба.

Каждая из фракций рушанки поступает на верхнюю полочку и затем под действием своей массы пересыпается с одной полочки на другую. Поток воздуха, пронизывая падающий слой рушанки, уносит более легкие частицы (лузгу), и с последней полочки сходит освобожденное от лузги ядро. Угол наклона полочек изменяется при регулировании вейки: чем круче они установлены, тем быстрее рушанка пересыпается по ним, тем короче время обработки рушанки воздухом и тем меньше отбор лузги из рушанки.

Таким образом, после аспирационной вейки получают ядро, недоруш, перевей и лузгу.

Ядро поступает на дальнейшую переработку. Недоруш направляют в воздушно-ситовый сепаратор, аналогичный по конструкции применяемым для очистки семян. Здесь в осадочных конусах после продувки недоруша атмосферным воздухом отбирается крупная лузга. Недоруш с меньшим содержанием лузги (обогащенный) идет на повторное обрушивание на обрушивающую машину А1-МРЦ.

Перевей для повторного разделения направляется на контрольную вейку, отличающуюся от рабочей вейки набором сит и воздушным режимом в аспирационной камере. Лузга выводится из цеха.

Оценивают работу рушально-веечного цеха по величине лузжис-тости готового ядра — процентному содержанию лузги в ядре, и по потерям масла в лузге, уходящей из производства (в виде масличной пыли, сечки ядра и замасливания лузги при контакте с разрушенным ядром).

Лузжистость ядра, предназначенного для извлечения масла на прессовых заводах, не должна превышать 3%, на экстракционных — не более 8%.

Разрушение оболочки хлопковых семян и ее отделение от ядра осуществляются на машинах другой конструкции, однако технологическая последовательность операции остается такой же.

Измельчение семян

Для извлечения масла из семян или ядра необходимо разрушить их клеточную структуру. Конечным результатом операции измельчения является перевод масла, заключенного в клетках семян, в форму, доступную для дальнейших технологических воздействий.

Необходимая степень измельчения сырья достигается механизмами, производящими дробление, раздавливание и истирание семян или ядра.

Получаемый после измельчения материал называется мяткой и отличается очень большой удельной поверхностью. Помимо разрушения клеточных оболочек при измельчении нарушается также структура маслосодержащей части клетки, значительная доля масла высвобождается и адсорбируется на поверхности частиц мятки.

Хорошо измельченная мятка должна состоять из однородных по размерам частиц, не содержать целых, неразрушенных клеток, и в то же время содержание очень мелких (мучнистых) частиц в ней должно быть невелико.

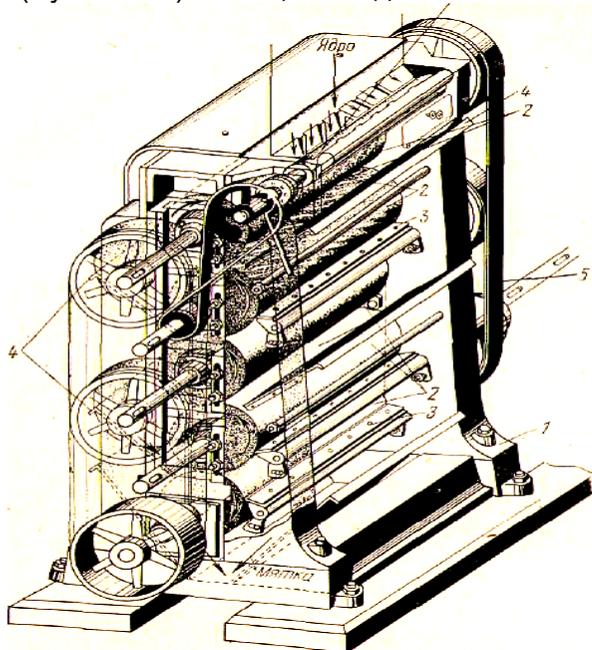


Рис. 4.101. Вальцовый станок ВС-5:

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

Для получения мятки применяют вальцовые станки. Рабочими органами наиболее широко применяемого станка типа ВС-5 (рис. 4.101) являются пять валков 2, расположенных один над другим по вертикали: верхний валок рифленый, остальные гладкие.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Технологическая схема переработки масличных семян.
2. Сушилки. Конструкция и принцип действия сушилок.
3. Обрушивание семян. Центробежная рушка АІ-МРЦ.
4. Измельчение семян. Вальцовый станок ВС-5.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Панфилов В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств., Учебное пособие.-М.: Московский технологический институт пищевой промышленности, 1990 – 46с.
2. Технологического оборудование пищевых производств. Под ред. Б. М. Азарова.-М.: Агропромиздат, 1988-463с.
3. Машинно-аппаратурные схемы пищевых производств /Под ред. проф. Азарова Б.М. - М., 1977. - 82с.
4. Панфилов В.А. Оптимизация технологических систем кондитерского производства. - М.: Пищевая промышленность, 1980. -248с.
5. Технология и оборудование пищевых производств. Под ред. Н.И. Назарова. – М.: Пищевая промышленность, 1977 – 352с.
6. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. - М.: Агропромиздат, 1989.-364с.
7. Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел. - М.: Пищевая промышленность, 1972.- 254с.
8. Головань Ю.П., Ильинский Н.А. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. - М.: Пищевая промышленность, 1979.- 178с.
9. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. -М.: Пищевая промышленность, 1979. – 357с.
10. Дикис М.Я., Маральский А.М. Технологическое оборудование консервных заводов. - М.: Пищевая промышленность, 1979. – 211 с.
11. Зайчик Ц. Р. Оборудование предприятий винодельческой промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1979. – 258 с.

12. Лунин О.Г, Драгилев А.И., Черноиванник А.Я. Технологическое оборудование предприятий кондитерской промышленности. 3-е изд., перераб. и дополн. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.- 384с.
13. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. - М.: Пищевая промышленность, 1980. -560с.
14. Маршалкин Б.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. - М.: Пищевая промышленность, 1968. - 544с.
15. Назаров Н.И. Технология макаронных изделий. - М.: Пищевая промышленность, 1978. - 287с.
16. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности / Под ред. В.Н. Попова. - М.: Пищевая промышленность, 1972. – 344 с.
17. Коган И. С., Пашков В. С., Трубников Ф. В. Технологическое оборудование табачной промышленности. -М: Пищевая промышленность, 1982.
18. Мохначев И. Г., Пашков В. С., Шаповалов Е. Н. Технология фабричной переработки табака. –М: Колос, 1994.
19. Назаров Н. И. и др. Общая технология пищевых производств. –М: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
20. Сакиев А. Э., Адиев М. М., Мохначев И. Г. Технология ферментации табака. -Бишкек: Акыл, 2002.
21. Скиба Г. М., Пашков В. С. Ферментация и переработка табака. -М: Пищевая промышленность, 1982.
22. Трубников Ф. В. Оборудование предприятий табачной промышленности. -М: Пищевая промышленность, 1980.
23. Скрипников Ю. Г. Переработка плодов и ягод и теххимический контроль. –М: Колос, 1989.
24. Скрипников Ю. Г. Производство плодово-ягодных вин и соков. –М: Колос, 1983.

Дополнительная

1. Ченников В. В., Бородянский В. П. Увлажнение табака кондиционированным воздухом в условиях складского помещения. –М: ЦНИИТЭИ пищепром, №8. стр. 20. 1972.
2. Технологические инструкции по производству натуральных соков и с мякотью. –М: ЦНИИТЭИ пищепром, 1987.
3. Технологические инструкции по переработке и ферментации табачного сырья. –М: ЦНИИТЭИ пищепром, 1985.
4. Голубев А. М., Батушкина Г. А. и др. Охрана труда и техники безопасности в пищевой и табачной промышленности. –М:ЦНИИТЭИ пищепром.1982. №4 стр. 26.
5. Диккер Г. Л., Дорохов П. К. Технологический контроль табачного производства. –М: Пищевая промышленность, 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
ВВЕДЕНИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	5
ГЛАВА 1. СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ.....	10
§ 1.1. Поточные механизированные и автоматизированные линии пищевых и сельскохозяйственных производств	15
§ 1.2. Классификация оборудования по функционально- технологическому принципу	25
Контрольные вопросы.....	30
ГЛАВА 2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ, ПОЛУФАБРИКАТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЕРАЦИЯМ	
§ 2.1. Оборудование для мойки растительного сырья.....	32
§ 2.2. Оборудование для сортировки сырья.....	44
§ 2.3. Оборудование для очистки растительного сырья наружного покрова.....	50
§ 2.4. Технологические оборудования термической обработки и мойки тары.....	57
Контрольные вопросы.....	66
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ, СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ РАЗДЕЛЕНИЕМ	
§ 3.1. Технологическое оборудование для резки пищевых продуктов.....	68
§ 3.2. Оборудование для дробления и измельчения пищевых материалов.....	73
§ 3.3. Оборудование для разделения жидких пищевых продуктов	81
§ 3.4. Оборудование для выделения жидких фракций из сырья и полуфабрикатов прессованием.....	96
§ 3.5. Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием.....	117
§ 3.6. Технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов соединением.....	120
Контрольные вопросы.....	135

ГЛАВА 4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ
ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОТРАСЛИ ПИЩЕВЫХ И
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ.

МАШИННО-АППАРАТУРНЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ

§ 4.1. Оборудование консервирования овощного и плодово-ягодного производства.....	137
Контрольные вопросы.....	168
§ 4.2. Оборудование макаронных, хлебопекарных и кондитерских производств.....	169
Контрольные вопросы.....	196
§ 4.3. Оборудование сахарных и сахарорафинадных заводов.....	197
Контрольные вопросы.....	209
§ 4.4. Оборудование бродильных производств и производства безалкогольных газированных напитков.....	210
Контрольные вопросы.....	228
§ 4.5. Оборудование ферментационных производств.....	229
Контрольные вопросы.....	274
§ 4.6. Технологические оборудования масло-жирового производства.....	275
Контрольные вопросы.....	283
Литература.....	284
Оглавление.....	287

САКИБАЕВ КЫЛЫЧБЕК ШЕРИКБАЕВИЧ
ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРЕБАТЫВАЮЩИХ
ПРОИЗВОДСТВ
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Техредактор: Тойчубаев А.А.
Корректор: Маматалиева У.М.

Сдано в печать 3.02.2017 г., Подписано в печать 30.05.2017 г.
Формат бумаги 60X84 ^{1/16} 18 п.л. Заказ № 12.

Город Ош, ул. Курманжан датки 236