

А. И. ДРАГИЛЕВ,  
В. М. ХРОМЕЕНКОВ,  
М. Е. ЧЕРНОВ

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: ХЛЕБОПЕКАРНОЕ, МАКАРОННОЕ И КОНДИТЕРСКОЕ

*Издание третье, стереотипное*

*ДОПУЩЕНО*

Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2016

ББК 36.81-5я723

Д 72

**Драгилев А. И., Хромеев В. М., Чернов М. Е.**

**Д 72** Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: Учебник. — 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 432 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

**ISBN 978-5-8114-2242-5**

В учебнике приведены сведения о конструкционных материалах, транспортирующих устройствах, общем и специализированном оборудовании для производства хлебных, макаронных и кондитерских изделий.

Предназначен для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

**ББК 36.81-5я723**

**Рецензенты:**

*Ю. А. КАЛОШИН* — кандидат технических наук, профессор  
Московской государственной технологической академии;

*Н. А. ЛИТВИНОВА* — преподаватель Московского  
пищевого колледжа.

**Обложка**  
*Е. А. ВЛАСОВА*

© Издательство «Лань», 2016  
© Коллектив авторов, 2016  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Для производства хлебных, макаронных и кондитерских изделий требуется большое количество сложного, высокоточного и разнообразного оборудования. Это оборудование комплектуется в соответствии с технологическим процессом в поточные линии, где все операции — от приема сырья до подачи готовой продукции на склад — механизированы и автоматизированы. Обслуживание такого сложного оборудования по силам высокообразованному техническому персоналу, работникам, обладающим знаниями по специальной технологии и технике хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств.

Настоящий учебник написан в соответствии с программой дисциплины «Технологическое оборудование» по специальности 2702 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» для среднего профессионального образования (базовый уровень).

Учебник знакомит студентов с основным технологическим оборудованием хлебозаводов, макаронных и кондитерских предприятий, его устройством, режимами работы и основными правилами эксплуатации.

Учебник состоит из семи глав.

В главах 1 и 2 рассматриваются конструкционные материалы и оборудование общего назначения, используемое на всех перечисленных предприятиях (транспортирующее, грузоподъемное, дозировочное, перемешивающее и т. п.).

В главах 3, 4 и 5 приводятся сведения о специализированном оборудовании хлебозаводов (гл. 3), макаронных (гл. 4) и кондитерских (гл. 5) предприятий.

В главе 6 приведены характеристики упаковочного оборудования, а в главе 7 — поточных линий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств.

В целях закрепления знаний в начале глав приводятся краткие сведения об ассортименте изделий, используемом сырье и основах технологического процесса. В книге нашла отражение новая техника, созданная за последние годы в нашей стране и за рубежом.

Авторы с благодарностью примут все критические замечания, направленные на улучшение изложенного в учебнике материала.

# ГЛАВА 1

## КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

---

Свойство машин, аппаратов и приборов выдерживать в процессе работы те или иные нагрузки (механические, температурные, магнитные, электрические и т.п.) не разрушаясь называется конструкционной прочностью, которая зависит главным образом от материалов, из которых выполнен механизм, размеров, формы и технологии изготовления конструкции. Среди перечисленных условий прочности оборудования важнейшим является выбор конструкционного материала.

Конструкционные материалы подразделяются на металлические (сплавы на основе железа, меди, алюминия и других металлов) и неметаллические (пластмасса, резина, керамика, стекло, древесина), а также композиционные (металлические и неметаллические), при производстве которых применяются клеящие и лакокрасочные материалы.

### 1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выбор материалов и термообработки деталей машин определяется необходимостью обеспечения требуемой надежности деталей в течение заданного срока службы при заданных требованиях к габаритным размерам, экономическими факторами и условиями изготовления.

Следует иметь в виду, что стоимость материалов составляет значительную часть стоимости машин, например в среднем в технологических 65...70%, а в грузоподъемных машинах 70...75%.

Детали, размеры которых определяются прочностью, выполняют из материалов с *высокими прочностными характеристиками*, преимущественно из улучшенной или закаленной стали и чугуна повышенной прочности (зубчатые колеса, валы и т.п.). Детали, размеры которых определяются жесткостью, выполняют из материалов с *высоким модулем упругости*, что допускает изготовление деталей совершенных форм даже из термически не обработанных стали и чугуна.

Для деталей с большими упругими перемещениями (пружин) применяют закаливаемые до высокой твердости стали, резину и пластмассы с большим модулем упругости  $E$ .

Детали (подшипники качения, напряженные зубчатые колеса), подверженные контактным напряжениям и износу в условиях качения или качения со скольжением, изготавливают преимущественно из закаливаемых до высокой твердости сталей, содержащих легируемые металлы.

В условиях скольжения из двух сопряженных деталей, основным показателем которых является *износостойкость*, одну выполняют с возможно более твердой рабочей поверхностью. Сопряженную деталь в антифрикционных узлах (подшипниках, направляющих) делают из антифрикционного материала, а во фрикционных узлах (тормозах, муфтах, фрикционных передачах) — из фрикционного материала.

Под антифрикционным понимают материалы (бронза, баббит и другие цветные сплавы, антифрикционные пластмассы и т.д.), характеризующиеся низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью, достаточным сопротивлением схватыванию, хорошей прирабатываемостью и малым изнашиванием сопряженной детали.

Для антифрикционных сплавов считают благоприятной, но не обязательной структуру с составляющими различной твердости, которые, изнашиваясь, по-разному создают условия для циркуляции масла, образования местных масляных клиньев и удаления продуктов износа.

В тех случаях, когда можно обеспечить высокую точность изготовления деталей, исключающую необходимость какой-либо их приработки, а также при совершенной смазке можно изготавливать обе трущиеся поверхности из твердых материалов, например из закаленной стали.

Под фрикционными понимают материалы (металлокерамика, пластмассы на основе асбеста и др.), характеризующиеся большим постоянным коэффициентом трения, высокими износ- и теплостойкостью, хорошей прирабатываемостью и малым износом сопряженной детали в условиях работы без смазочных или со смазочным материалом. Эти материалы используют для деталей тормозов, фрикционных муфт и передач. Детали, работающие при высоких температурах, выполняют из жаростойких или жаропрочных сплавов.

Большинство деталей машин испытывает напряжения, возрастающие от нейтральной оси (или слоя) к поверхности (изгиб, кручение), в результате чего на поверхности деталей действуют концентраторы, резко увеличивающие напряжение, что ведет к разрушению деталей. Такое разрушение называется поверхностным. Именно из-за поверхностных разрушений большинство деталей машин выходит из строя, поэтому одной из современных тенденций повышения прочности деталей является применение *поверхностных упрочнений и покрытий*.

Эффект поверхностных упрочнений складывается из собственно упрочнения поверхностного слоя и из создания в нем остаточных напряжений сжатия, которые вычитаются из опасных напряжений растяжения от полезной нагрузки.

Выбор материала в значительной степени определяется требованиями, предъявляемыми к габаритным размерам и массе деталей и машин в целом.

Для деталей, подверженных действию сил тяжести, инерции и других, а также для деталей транспортных машин, быстроходных деталей необходимы материалы с высокой удельной прочностью (отнесенной к единице массы). Наибольшей *удельной прочностью* обладают композиционные металлические материалы, пластмассы с основой из закаленной стеклянной ткани, титановые сплавы, высококачественные закаленные стали, высокопрочные легкие сплавы.

Если размеры деталей выбраны заранее, то материал определяют по расчету.

Сложные по форме детали, например корпусные, с большим количеством стенок и приливов, изготавливают из литейных материалов (чугунов, бронз и др.). Детали сложной конфигурации с тонкими стенками требуют использования материалов с особо высокими литейными свойствами.

Детали в форме листов, тонкостенных труб, профильных балок изготавливают из материалов, допускающих обработку давлением — прокатку и т.д. Детали ферм, рам, подвергаемые резке, гибке, пробивке отверстий в холодном состоянии, изготавливают из низкоуглеродистых сталей.

Экономический критерий в выборе материала, так же как и в выборе конструкций, является наиболее общим. Если бы стоимость материалов была мала, то во всех случаях стремились бы использовать высококачественные материалы. Во вновь проектируемых машинах для каждой детали (кроме особо напряженных) по техническим причинам можно применять различные материалы, и выбор конкретного материала определяется именно экономическими соображениями.

На каждом предприятии ограничивают номенклатуру применяемых материалов, что существенно облегчает снабжение и хранение материалов, а также изготовление деталей.

### Контрольные вопросы

1. Для каких целей используют конструкционные материалы?
2. Какие материалы называются антифрикционными?
3. Какие материалы относятся к фрикционным?
4. С какой целью применяют поверхностные покрытия?
5. С какой целью закаливают детали машин?

## 1.2. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К металлическим конструкционным материалам относятся чугуны, сталь, сплавы из цветных металлов и композиционные металлические материалы.

**Чугун.** Железоуглеродистый сплав с повышенным по сравнению со сталью содержанием углерода, улучшенными литейными свойствами и пониженной пластичностью называется чугуном. Чугуны бывают серые и белые.

*Серый чугун* является основным литейным материалом, в котором весь углерод или большая его часть находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита.

Для серого чугуна характерна средняя прочность меньшая, чем у стали, из-за графитовых включений, создающих концентрацию напряжений. Он обладает удовлетворительной износостойкостью вследствие смазывающего действия графита и повышенным внутренним трением.

Серые чугуны используют преимущественно для деталей относительно сложной конфигурации, требующих литой заготовки при отсутствии жестких требований к габаритным размерам и массе деталей, а также при невысоких скоростях скольжения на поверхности трения.

По массе чугунные детали занимают в стационарных машинах первое место. Например, в станках масса чугунных деталей составляет 60...80%, в оборудовании перерабатывающих отраслей АПК — 30...50%.

Серый чугун обозначают начальными буквами СЧ и значениями временного сопротивления при растяжении, например СЧ15 означает серый чугун с временным сопротивлением при растяжении 150 МПа.

*Белый чугун*, закаливается при отливке и имеющий весь углерод в связанном состоянии, характеризуется высокой твердостью (трудно обрабатывается резанием), высокой износостойкостью и жаростойкостью, высоким сопротивлением коррозии.

Из белого чугуна в основном изготавливают следующие высокопрочные детали:

работающие на износ (тормозные колодки, рабочие органы размольных машин, дробилок, насосов для откачки жидкости с абразивным материалом и т.д.);

подверженные действию пламени и нагреванию до высокой температуры (колосники и т.д.);

подверженные химическим воздействиям.

Белые чугуны по химическому составу подразделяют на нелегированные и легированные — никелевые и бористые (износостойкие), высокохромистые (износостойкие и теплостойкие), высококремнистые (кислотоупорные).

Для изготовления прокатных валков, гидравлических цилиндров и других деталей, требующих высокой износостойкости, применяют отбеленный чугун.

Отливки из отбеленного чугуна имеют в отбеленном слое структуру и свойства белого чугуна, а в основной массе — структуру и свойства серого чугуна.

При отжиге белого чугуна получают ковкий чугун, который применяют для изготовления деталей, требующих по своей форме литой заготовки и не допускающих даже случайной нагрузки. Название «ковкий чугун» условное. Заготовки из ковкого чугуна, так же как и из серого, получают только отливкой; давлением ковкий чугун не обрабатывают.

**Сталь.** Железоуглеродистый сплав называется сталью. По сравнению с другими машиностроительными материалами сталь характеризуется высокой прочностью, пластичностью, способностью хорошо воспринимать термическую или химико-термическую обработку.

По химическому составу стали классифицируют: на углеродистые (с нормальным или повышенным содержанием марганца);

легируемые (низколегированные с суммарным содержанием легирующих компонентов менее 2,5%; среднелегированные с содержанием легирующих компонентов 2,5... 10% и высоколегированные с содержанием легирующих компонентов более 10%).

Углеродистые и легированные стали подразделяют на стали общего назначения и конструкционные.

*Стали общего назначения* подразделяют на три группы: группа А отличается механическими свойствами; группа Б — химическим составом; группа В — химическим составом и механическими свойствами. В машиностроении применяют преимущественно стали группы А.

Стали обозначаются буквами Ст. и номерами в порядке возрастания прочности (начиная со Ст. 4, номер соответствует минимальному значению временного сопротивления, деленному на 100).

*Конструкционные стали* подразделяют на качественные и высококачественные.

Качественные конструкционные стали обозначают двузначными числами, указывающими на среднее содержание углерода в сотых долях процента, а легированные дополнительно обозначают буквами, указывающими на основные легирующие элементы: В — вольфрам, Г — марганец, Д — медь, М — молибден, Н — никель, Р — бор, С — кремний, Т — титан, Х — хром, Ф — ванадий, Ю — алюминий. Цифры после букв означают процентное содержание соответствующего компонента; если оно менее или около одного процента, то цифру не ставят.

Качественные конструкционные стали применяют преимущественно для деталей, подвергаемых термической обработке при средней напряженности деталей. Так, углеродистые стали с повышенным содержанием марганца ввиду хорошей прокаливаемости применяют для изготовления крупных деталей и деталей повышенной прочности и износостойкости, а с повышенным содержанием серы — для деталей, изготавливаемых на автоматических металлорежущих станках и требующих гладкой поверхности и хорошей обрабатываемости резанием. Обрабатываемость сталей эффективно повышается благодаря небольшим добавкам кальция и свинца.

Высококачественные конструкционные легированные стали дополнительно обозначают буквой А в конце обозначения. Например, марка 12ХН3А означает высококачественную легированную сталь со средним содержанием углерода 0,12%, хрома — около 1% и никеля — 3%.

По содержанию углерода и способности воспринимать термическую обработку углеродистые и легированные стали подразделяют на низкоуглеродистые — закаливаемые с содержанием углерода до 0,25%, среднеуглеродистые — закаливаемые с содержанием углерода от 0,25 до 0,6%, высокоуглеродистые — закаливаемые с содержанием углерода свыше 0,6% (широко не используются).

*Стали (углеродистые и легируемые) общего назначения низкоуглеродистые* применяют для деталей, изготовленных посредством гибки, резки, пробивки отверстий без последующего отжига или холодной высадки с большим деформированием материала (элементы металлических конструкций, котлов и других резервуаров, крепежные изделия — заклепки, винты).

*Стали общего назначения среднеуглеродистые* применяют для относительно слабонагруженных деталей без последующей термической обработки.

*Качественные конструкционные стали низкоуглеродистые* применяют преимущественно с цементацией (науглероживанием поверхностных слоев) и закалкой для деталей, требующих высокой поверхностной твердости и работающих на износ при невысоких требованиях к прочности сердцевины.

*Качественные конструкционные стали среднеуглеродистые* применяют для деталей относительно небольших сечений, подвергаемых термической обработке до средней твердости. Для них целесообразно проводить поверхностные термические и химико-термические обработки, обеспечивающие малое коробление. Детали больших сечений из углеродистых сталей не прокаливаются. Объемная закалка до высокой твердости мелких деталей из углеродистых сталей возможна, но она вызывает значительные их деформации, а иногда и появление трещин, поэтому ее применяют только для деталей простой конфигурации.

Если к деталям предъявляют требования повышенной прочности, износостойкости или специфических свойств (жаропрочности, коррозионной стойкости и т. д.), применяют легированные стали, подвергнутые термической обработке.

*Низкоуглеродистые легированные стали* применяют с цементацией и закалкой для деталей, работающих на износ, особенно в условиях начального касания по линии или в точке (зубья колес, кольца подшипников) и при необходимости высокой прочности сердцевины.

*Среднеуглеродистые легированные стали* применяют для деталей, подвергаемых улучшению и поверхностной или объемной закалке до средней или высокой твердости. Легирующие элементы в конструкционных легированных сталях, как правило, повышают их механические свойства, закаливаемость и прокаливаемость. Так, легированные стали с повышенным содержанием хрома по сравнению с углеродистыми имеют более высокие прочность, износостойкость, а при значительном содержании хрома — сопротивление коррозии. Благодаря этим свойствам, а также относительно невысокой стоимости их широко применяют в машиностроении для изготовления деталей сравнительно небольших сечений. Ввиду недостаточно хорошей прокаливаемости использование этих сталей для деталей больших сечений неэффективно.

*Легированные стали с содержанием хрома и молибдена* применяют для деталей, требующих малых деформаций при термической обработке или работающих в условиях высоких температур. Благодаря хорошей обрабатываемости эти стали применяют для зубчатых колес, у которых зубья нарезают после улучшения стали.

Стали с содержанием хрома и никеля обладают высокой прокаливаемостью, сочетают в себе высокую прочность и износостойкость с повышенной вязкостью, поэтому их применяют для ответственных и напряженных деталей больших сечений. Сочетание высоких механических и технологических свойств достигается введением в хромоникелевую сталь молибдена или вольфрама (20ХН2М и др.). Хромоникельмолибденовые и хромоникельвольфрамовые стали применяют для изготовления сильно напряженных деталей машин.

Из сталей, не содержащих дорогих компонентов, наилучшими механическими свойствами и относительной простотой обработки обладают хромокремнемарганцевые стали (30ХГСФ, 35ХГСА и др.).

Введение в хромомарганцевые стали титана, ванадия или молибдена позволяет получать стали с высокими механическими и технологическими свойствами.

Значительную группу составляют *легированные стали специального назначения*:

шарикоподшипниковые высокоуглеродистые хромистые стали — ШХ15 (около 1 % С и 0,5...1,5 % Ст.), ШХ15СГ и др.; рессорно-пружинные стали с повышенным содержанием кремния и марганца, а также с присадкой хрома и ванадия.

Для машиностроения наибольший интерес представляют стали с особыми свойствами:

коррозионно-стойкие (нержавеющие) и кислотоупорные; жаростойкие, жаропрочные стали и сплавы (при температурах до 700...800 °С и выше);

сплавы с заданным коэффициентом линейного расширения.

### **Использование поверхностных упрочнений для чугуна и стали.**

Большинство деталей машин из чугуна и стали подвержено изгибу и кручению, при которых напряжения растут в направлении к поверхности, где действуют основные источники концентрации напряжений, ведущие к разрушению деталей. Во избежание этого широко применяют поверхностные упрочнения. Их эффект складывается из упрочнения поверхностного слоя и из создания в нем остаточных сжимающих напряжений, которые вычитаются из опасных растягивающих напряжений от внешней нагрузки. Например, поверхностные упрочнения цементацией и закалкой повышают сопротивление усталости на 30...40 % и более. Используют поверхностные упрочнения следующих основных видов:

механические (обкатка роликами, обдувка дробью и др.);

термические (закалка с нагревом токами высокой частоты и кислородно-ацетиленовым пламенем);

химико-термические (цементация и нитроцементация с закалкой, азотирование);

упрочнения концентрированными потоками энергии (лазерными, электромагнитными и ионными лучами, струей плазмы).

*Механические упрочнения* применимы для подавляющего большинства металлических материалов и характеризуются малой трудоемкостью, возможностью обработки в механическом цехе, отсутствием окалины. В этом случае сопротивление усталости деталей на гладких участках повышается на 20...40 %; деталей, типичных для машиностроения форм с концентрацией напряжений — на 80...100 %; деталей с особо резкой концентрацией напряжений — в 3 раза.

Обкатка роликами особенно удобна для тел вращения и обычно осуществляется на токарных станках. Она предусматривается ГОСТами как обязательная для осей и валов машин железнодорожного транспорта и применяется практически для всех гребных валов, включая валы самых больших диаметров. При обкатке достигается упрочнение даже деталей с острыми до обкатки внутренними углами.

Дробеструйный наклеп, осуществляемый потоком дроби на дробеструйных машинах роторного или пневматического типа, по-

звolyет упрочнять детали сложных форм любой твердости без опасности продавливания ранее упрочненного поверхностного слоя. В связи с необходимостью специального оборудования имеет основное применение в массовом и серийном производствах.

Применяют также механические упрочнения чеканкой, ротационно-ударное (шариками), гидродробеструйное, ультразвуковое через сферический инструмент или шарик, взрывом бризантных веществ.

Наибольшее применение имеют *термические* и *химико-термические упрочнения*. К ним относятся поверхностная закалка, цементация и нитроцементация с закалкой, азотирование.

*Упрочнения концентрированными потоками энергии* (лазерными и электронными лучами, ионной имплантацией) обеспечивают высокую интенсивность процессов (в связи с высокой плотностью энергии) и геометрическую точность зоны нагрева, а следовательно, минимальное коробление деталей.

Так, при упрочнении лазерными лучами излучение электромагнитных волн оптического диапазона расплавляет очень тонкий слой, который быстро затвердевает и приобретает новые свойства. Процесс возможен в атмосфере и в жидкости.

Упрочнение лазерными и электронными лучами распространяется на низкоуглеродистые стали; оно вызывает перекристаллизацию. Полученный эффект аналогичен термомеханической обработке. Его применяют также для цветных сплавов и титана.

Упрочнение электронными лучами и струей плазмы применяют для сварки и плавки.

Упрочнение ионной имплантацией — это внедрение ионов химических элементов бомбардировкой поверхности пучками соответствующих ускоренных ионов в вакууме. Такое упрочнение обеспечивает повышение микротвердости и выносливости в несколько раз.

Для повышения износо- и жаростойкости деталей применяют покрытия. Покрытия — это слои из требуемого материала, наносимые на покрываемую поверхность наплавкой или напылением (металлизацией). Наплавляемые материалы — твердые сплавы, антифрикционные и другие материалы. Покрытия наносят на ремонтируемые и на новые детали.

**Сплавы из цветных металлов.** Для изготовления конструкционных металлических материалов широко используются сплавы из цветных металлов, которые по свойствам значительно отличаются от свойств исходных компонентов. Большое применение находят сплавы на основе меди. Техническая медь обладает высокими электропроводностью, теплопроводностью и коррозионной стойкостью. Чистая медь отличается высокой пластичностью, хорошо деформируется в горячем (при 750...800 °С) и холодном состояниях с промежуточными отжигами при 600 °С.

Важное значение имеет степень чистоты меди, поскольку ничтожные количества некоторых примесей существенно снижают ее электрические (иногда она становится непригодной в качестве электропроводящего материала) и ухудшают технологические свойства.

*Медные сплавы* подразделяют:

на бронзы (все медные сплавы, за исключением латуни);

латуни (медные сплавы, в которых преобладающим, иногда до 50 %, легирующим компонентом является цинк).

Бронзы по основному легирующему компоненту подразделяют на оловянные, свинцовые, алюминиевые, бериллиевые, кремнистые и др. Бронзы, как правило, обладают высокими антифрикционными свойствами, большим сопротивлением коррозии, универсальными технологическими свойствами (имеются литейные бронзы и бронзы, обрабатываемые давлением: алюминиевые, частично оловянные, бериллиевые, кремнистые). Все бронзы хорошо обрабатываются резанием. Указанные свойства бронзы позволяют широко использовать их в узлах трения — подшипниках скольжения, направляющих, червячных и винтовых колесах, гайках ходовых и грузовых винтов; в водяной, паровой и масляной арматуре.

Бронзы являются важнейшими антифрикционными материалами.

Бронзовые заготовки изготавливают в виде отливок, проката (прутков, лент, труб) и проволоки.

Бронзы обозначают буквами Бр, условными символами основных компонентов, кроме меди (А — алюминий, Б — бериллий, Ж — железо, К — кремний, Мц — марганец, Н — никель, О — олово, С — свинец, Ц — цинк, Ф — фосфор), и цифрами, указывающими на среднее содержание соответствующих компонентов в процентах. Например, БрО10Ф1 обозначает бронзу с содержанием в среднем 10 % олова и 1 % фосфора.

Оловянные бронзы являются универсальными, широко используемыми в различных условиях. Содержание олова составляет обычно 4...12 %. Применяют также оловянные бронзы с другими компонентами: свинцом, цинком, фосфором. Свинец повышает сопротивление коррозии и уменьшает содержание олова. Оловянно-свинцовые бронзы лучше других работают с незакаленными поверхностями сопряженных деталей. Цинк и фосфор в основном улучшают технологические свойства бронз. Ввиду высокой стоимости олова применение высокооловянных бронз (10...12 % Sn) ограничено.

Свинцовые бронзы (27...33 % Pb, остальное Cu) являются хорошим материалом для подшипников. Недостатком этих бронз является склонность к ликвидации (химической неоднородности при кристаллизации). Из-за низкой твердости свинцовые бронзы применяют только в виде покрытий на более твердую основу. Необходимо, чтобы сопряженная поверхность с бронзой была закалена до значительной твердости, гладко и точно обработана.

Алюминиевые бронзы с добавкой железа, а иногда марганца и никеля применяют преимущественно в качестве антифрикционного материала при высоких давлениях, но малых и средних скоростях скольжения. Для использования алюминиевых бронз необходимы закалка, достаточная точность и высокое качество рабочей поверхности сопряженной детали.

Латуни подразделяют на двойные (сплавы  $\text{Cu—Zn}$ ) и сложные, содержащие такие дополнительные компоненты, как свинец, кремний, марганец, алюминий, железо, никель, олово.

Латуни характеризуются большим сопротивлением коррозии, электропроводностью, достаточной прочностью и особо хорошими технологическими свойствами. В промышленности применяют литейные латуни, обладающие высокими литейными качествами, и латуни, обрабатываемые давлением, допускающие обработку в холодном состоянии и прокатку в тонкие листы. При использовании латуни, за исключением вязкой, допускаются высокие скорости резания, позволяющие получать поверхности высокого качества.

В связи с этим латуни применяют для получения труб, гильз, проволоки, арматуры, а также используют в приборах, электрической аппаратуре, электромашиностроении и т.д.

Латуни обозначают буквой Л, а также буквами, указывающими на условные свойства других основных компонентов (см. обозначение бронз), и числами, выражающими среднее содержание (%) меди и других компонентов.

В марках двойных латуней указывают только цифровое значение, соответствующее содержанию меди, например Л59.

Двойные латуни применяют преимущественно для изделий, обрабатываемых давлением: труб, гильз, проволоки. Увеличение содержания цинка у двойных и сложных латуней повышает прочность и снижает пластичность. Латуни с высоким содержанием цинка нельзя обрабатывать давлением в холодном состоянии.

В пищевом машиностроении применяют преимущественно сложные латуни.

*Баббиты* — сплавы на основе мягких цветных металлов (олова, свинца, кальция) — представляют собой высококачественные, хорошо прирабатывающиеся антифрикционные подшипниковые материалы низкой твердости, допускающие работу со значительными скоростями и давлениями.

Баббиты обозначают буквой Б и цифрой, указывающей содержание олова (%). Вместо цифры может стоять буква, обозначающая дополнительный компонент (Н — никель, Т — теллур, К — кальций, С — сурьма).

*Легкие сплавы* — это сплавы на алюминиевой или магниевой основе, с плотностью не более  $3,5 \text{ кг/м}^3$  и со значительной несущей способностью на единицу массы.

Легкие сплавы применяют для изготовления:

быстроходных возвратно-поступательно или качательно перемещающихся деталей (поршней быстроходных двигателей, ползунов быстроходных машин и т.д.) для снижения возникающих при этом динамических нагрузок;

быстровращающихся деталей (шкивов, сепараторов, подшипников и др.) в целях снижения возникающих при этом сил от неуравновешенности и достижения предельно допустимых по прочности частот вращения;

корпусных и других деталей транспортных двигателей и машин в целях снижения массы;

крышек и кожухов для облегчения обслуживания машин.

Применение точных отливок из легких сплавов позволяет исключить механическую обработку отдельных поверхностей и значительно уменьшить трудоемкость обработки деталей.

Легкие сплавы подразделяют на литейные и деформируемые.

Основными литейными алюминиевыми сплавами являются силумины — сплавы с кремнием (до 20 %) и другими компонентами, а также улучшающими добавками. Кроме силуминов применяют сплавы, основным компонентом которых являются медь, магний или цинк.

Деформируемые алюминиевые сплавы по сравнению с литейными содержат меньшее количество легирующих компонентов и обладают лучшими пластическими свойствами. Основное применение имеет сплав алюминий — медь — маганец — магний.

Магниеые сплавы содержат до 11 % алюминия, до 4 % цинка, до 2,5 % марганца, а также другие компоненты.

Каждый килограмм легких сплавов, введенных в машину вместо черных металлов, уменьшает массу машины на 1 кг.

**Биметаллы** — металлические материалы, состоящие из двух слоев и более, например из стали и цветного сплава. Последние удовлетворяют различным требованиям, предъявляемым к сердцевине изделий и к поверхностным слоям (например, коррозионной стойкостью и антифрикционным свойствам). Применение биметаллов приводит к большой экономии дорогих сплавов.

**Композиционные металлические материалы.** Эти материалы представляют собой композиции из высокопрочных волокон и основы (матрицы) из мягких металлов, например алюминия.

Эффективность применения композиционных материалов обуславливается:

высокой прочностью материалов в малых сечениях;

возможностью использования нитевидных кристаллов (усов) с прочностью, приближающейся к теоретической.

Композиционные материалы применяют как на металлической, так и полимерной или керамической основе (об этом подробно будет изложено в следующем подразделе).

### Контрольные вопросы

1. Для каких деталей применяют серый и белый чугуны?
2. Для каких деталей применяют углеродистые стали?
3. Какие стали называются легированными?
4. Какой компонент преобладает в латуни?
5. Как подразделяются бронзы в зависимости от их легирующего компонента?
6. Какие металлические материалы называются биметаллами?
7. Что представляют собой композиционные металлические материалы?

## 1.3. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К неметаллическим конструкционным материалам относятся многочисленные пластмассы, композиционные неметаллические материалы, резина, древесина, минералы, а также конструкционные жидкие, лакокрасочные и клеящие материалы, используемые для изготовления неметаллических конструкционных изделий.

### 1.3.1. Пластмассы

**Характеристика пластмасс.** Пластмассы представляют собой материалы на основе высокомолекулярных органических соединений, обладающие в определенной фазе своего производства пластичностью, позволяющей формовать изделия. Кроме основы многие пластмассы имеют так называемый наполнитель, который служит для повышения механических свойств, и небольшие добавки — пластификаторы, смазочные материалы, красители. Содержание наполнителя обычно составляет 40...70 %. Наполнители позволяют существенно изменять свойства пластмасс, например стеклопластики и углепластики имеют прочность стали, а пластики, наполненные азотом или воздухом, обладают малой плотностью, низкой теплопроводностью и хорошими звукоизоляционными свойствами.

По сравнению с другими конструкционными материалами пластмассы более широко используются при изготовлении деталей изделий, что связано не только с многообразием их физико-механических свойств, но и технологическими достоинствами: неограниченными ресурсами сырья; намного меньшими капиталовложениями, чем для производства металла; возможностью изготовления деталей в серийном и массовом производствах высокопроизводительными методами; меньшими трудоемкостью (в 5...10 раз) и отходами (в 5 раз), чем при изготовлении металлических деталей, и т.д.

По природе смол пластмассы подразделяют:

на термореактивные, которые в процессе изготовления под влиянием высокой температуры приобретают новые свойства — становятся неплавкими, а потому не допускают повторного формования;

термопластичные, размягчающиеся при высоких температурах и допускающие повторное формование.

В зависимости от наполнителя и степени его измельчения все пластмассы подразделяют на три типа: с порошкообразным наполнителем (пресс-порошки), волокнистым наполнителем (волокниты, асбомассы и др.) и листовым наполнителем (слоистые пластики).

Большинство слоистых, а также композиционных пластиков изготавливают на основе термореактивных, преимущественно феноло- или крезолоформальдегидных смол. Смолы без наполнителя применяют как термореактивные, так и термопластичные.

Изделия из пластмасс изготавливают горячим или холодным прессованием (большинство изделий), отливкой под давлением (пресс-литье), простым литьем (малопрочные изделия), обработкой со снятием стружки.

Типичными физико-механическими и химическими свойствами пластмасс являются малая плотность, высокая тепло- и электроизоляционная способность, химическая стойкость, значительная демпфирующая способность, а также красивый внешний вид.

Отдельные группы пластмасс обладают высокой удельной прочностью, высокими антифрикционными или фрикционными свойствами (прозрачностью и бесцветностью).

К недостаткам пластмасс относят низкую теплостойкость, старение и холодную ползучесть.

В зависимости от назначения пластмассы подразделяют:

на конструкционные — высокопрочные ( $\sigma_b \geq 200$  МПа), средней ( $\sigma_b = 8 \dots 200$  МПа) и низкой ( $\sigma_b \leq 80$  МПа) прочности; соответственно теплостойкие до температур 120... 150, 150... 200 и выше 200 °С; декоративно-отделочные;

электро- и радиотехнические — электроизоляционные, электропроводные, радиопрозрачные;

звуко- и теплоизоляционные;

фрикционные и антифрикционные;

антикоррозионные и стойкие к агрессивным средам.

Из существующего многообразия пластмасс наибольшее применение в машиностроении имеют термореактивные слоистые и композиционные пластмассы, термопластичные материалы.

**Термореактивные слоистые пластмассы.** *Текстолит* — слоистый материал с наполнителем из хлопчатобумажной ткани (бязи, миткаля, бельтинга и др.); выпускается в виде листов, плит, прутков, труб и т. д.; обладает повышенной прочностью и износостой-

костью, а также электроизоляционными свойствами. Себестоимость текстолита в связи с расходом ткани высока.

*Гетинакс* — слоистый материал с наполнителем в виде листов бумаги. Выпускается в виде листов, плит, труб, прессованных изделий. По своим механическим свойствам уступает текстолиту, но дешевле последнего. Широкое распространение получил в качестве электроизоляционного материала.

*Асботекстолит* — слоистый материал с наполнителем из асбестовой ткани. Выпускается в виде листов и дисков для тормозов и фрикционных муфт, обладает повышенной теплостойкостью.

*Древесно-слоистые пластики* (ДСП) (лигнофоль, баланит, бельта-древесина) изготовляют из пропитанного смолой и спрессованного березового шпона (тонких листов, полученных строгаaniem или лущением). Выпускают в виде листов, плит, а также прутков. Пластики обладают высокой прочностью и износостойкостью.

*Стеклопласты* — пластмассы, получаемые пропиткой стеклянных волокон или тканей искусственной смолой с последующим прессованием. Стеклопласты отличаются высокой прочностью, упругостью, малой чувствительностью к надрезам, теплостойкостью, электроизоляционными свойствами. Они относятся к числу материалов с наиболее высокой прочностью на единицу массы.

**Термореактивные композиционные пластмассы.** *Фенопласты* — материалы, получаемые на основе фенолоформальдегидной смолы с наполнителем в виде древесной или кварцевой муки. Выпускают в виде прессованных порошков. Отличаются постоянством свойств, не размягчаются при нагревании, стойки к воздействию горячих масел, не горят. Применяются в основном для рукояток электро- и радиодеталей, деталей бытового назначения.

*Текстолитовая крошка* — прессовочный материал с наполнителем в виде обрезков ткани. Обладает теми же свойствами, что и текстолит, но меньшей прочностью при растяжении и изгибе, так как наполнитель плохо передает напряжения растяжения.

*Волокнит* — прессовочный материал с наполнителем в виде растительных волокон (очесы хлопка и т. д.). По своим свойствам аналогичен текстолитовой крошке.

Композиционные пластмассы применяют преимущественно в качестве прессовочных материалов.

**Термопластичные материалы.** *Органическое стекло* (небьющееся) — плексиглас — прозрачная пластмасса, выпускаемая обычно в виде листов.

*Полиэтилен* получают полимеризацией ацетилена. Это твердый материал, напоминающий парафин. Полиэтилены выпускаются высокого (при низкой плотности), среднего и низкого давления и высокомолекулярные (невысокой плотности).

Полиэтилен применяется в основном для изготовления труб, изоляции кабелей, листовых и пленочных покрытий в химичес-

кой промышленности, тонкой пленки. Высокомолекулярный полиэтилен применяется в качестве конструкционного антифрикционного материала.

*Полипропилен* отличается значительной прочностью, твердостью, жесткостью, ударной вязкостью. Применяют для изготовления сосудов, труб, пленки, волокон для технических тканей, пенопластов. Исходным сырьем является пропилен — ненасыщенный углеводород.

*Винипласт* (поливинилхлорид) — полихлорвиниловая смола выпускается в виде листов, плит, труб, стержней и прессовочной массы. Обладает высокой химической стойкостью. Применяют в качестве электроизоляционного и конструкционного материала при невысоких температурах.

*Фторопласты* — полимеры этилена, в молекуле которого атомы водорода полностью или частично заменены атомами фтора. В машиностроении применяется в основном фторопласт-4 (или тефлон), напоминающий по виду парафин. Фторопласт-4 отличается исключительной химической стойкостью, высокими диэлектрическими свойствами, повышенной тепло- и холодостойкостью. В качестве антифрикционного материала он характеризуется малым коэффициентом трения покоя и возможностью работы без смазочного материала.

Твердость фторопласта-4 низкая, он обладает холодной текучестью, поэтому может работать только при низких давлениях. Введение наполнителей улучшает его физико-механические свойства.

*Полиамиды* обладают высокой прочностью и износостойкостью, химической стойкостью, способностью свариваться, значительной теплостойкостью, приближающей их к термореактивным пластмассам. Они допускают формовку деталей сложной конфигурации; применяются в виде волокна, покрытий и клея.

Полиамиды во многих странах выпускают под общим названием «нейлон». В Российской Федерации наибольшее распространение получил поликапроамид — полиамид-6 (капрон), полиамид П-610 и фенилон.

Успешно применяется капролон, получаемый методом анионной полимеризации и имеющий в 1,5 раза более высокие прочностные показатели, чем капрон.

*Полиформальдегид* отличается высокой усталостной прочностью, жесткостью, сопротивлением ползучести, стабильностью свойств при значительных колебаниях температур и влажности, является заменителем цветных металлов и сплавов. Применяют для зубчатых колес, направляющих.

*Полиуретаны* — высокомолекулярные соединения, которые в зависимости от исходных компонентов могут быть термопластичными или термореактивными, эластичными или жесткими, об-

ладают высокой износостойкостью, масло- и бензостойкостью. Полиуретановые эластомеры применяют для изготовления шин, упругих элементов, конвейерных лент.

*Эпоксидные полимеры* — высокопрочные конструкционные материалы, на основе которых изготавливают компаунды со свойствами, изменяющимися в широких пределах в зависимости от степени наполнения. Наиболее эффективно их применение в качестве изоляционных и антифрикционных покрытий, в качестве связующего элемента в производстве наполненных пластиков, для приготовления клеев, лаков.

*Поликарбонаты* обладают комплексом ценных свойств: прозрачностью, высокими механическими показателями, повышенным сопротивлением ударным нагрузкам, высокой теплостойкостью, незначительным водопоглощением, стабильностью свойств и размеров в интервале температур от  $-100$  до  $+135$  °С. Поликарбонаты широко используют в машиностроении; они заменяют цветные металлы, сплавы и силикатное стекло.

**Использование пластмасс.** Из пластмасс изготавливают следующие детали машин:

корпусные детали, корпуса вагонеток, машин, соприкасающихся с агрессивными средами; кожухи, крышки, корпуса переносных машин и приборов — из стеклопластов и других материалов, обладающих малой плотностью при достаточной прочности, антикоррозионностью, хорошей теплоизоляцией и легкостью формования;

зубчатые колеса — из текстолита, древесно-слоистых пластиков, капрона, капролона, полиформальдегида, фенилона;

быстровращающиеся детали (диски и лопадки компрессоров, сепараторы быстроходных подшипников качения) — из стеклопластов, полиамидов, текстолита, волокнита, обладающих малой плотностью при достаточной прочности;

детали, работающие на износ при большой площади номинального контакта в условиях смешанного трения (вкладыши тяжелонагруженных подшипников, накладные направляющие), — из текстолита, древесно-слоистых пластиков, капрона, фторопласта-4 и других материалов, обладающих высокой износостойкостью, пониженными требованиями к смазочному материалу;

тормозные детали и трущиеся детали фрикционных муфт — из асбофрикционных пластмасс, обладающих повышенной износостойкостью и значительными коэффициентами трения при работе всухую;

тела качения фрикционных передач, ременные шкивы — из волокнита, текстолита и специальных фрикционных пластмасс, обладающих повышенным коэффициентом трения при малой плотности;

ремни, канаты, тросы — из полиамидов, полипропилена, полиуретанов, лавсана, обладающих высокой прочностью и гибкостью;

электроизолирующие детали (панели, траверсы, коллекторы электрических машин, корпуса электромашин, изоляция кабелей и проводов) — из гетинакса, текстолита, полиэтилена, винипласта;

детали химических аппаратов, работающие в агрессивных средах, — из винипласта, фторопласта-4;

уплотняющие устройства — из поливинилхлорида, фторопласта, полиамидов;

трубы — из полиэтилена, винипласта, полихлорвинила;

детали ручного управления — из фенопластов, волокнита и других материалов, обладающих малой теплопроводностью и красивым внешним видом.

Наряду с деталями из пластмасс применяют тонкослойные покрытия из пластмасс для защиты от коррозии, обеспечения антифрикционных свойств, электроизоляции и т.д.

### 1.3.2. КОМПОЗИЦИОННЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Композиционные неметаллические материалы состоят из химически разнородных компонентов, нерастворимых друг в друге и связанных между собой в результате адгезии. Как уже было сказано в подразд. 1.2, основой (матрицей) композиционных неметаллических материалов является пластмасса или керамика, которая связывает наполнители, определяет форму изделия, его монолитность, теплофизические, электро- и радиотехнические свойства, герметичность, химическую стойкость, а также распределение напряжений между наполнителями.

В качестве матрицы применяют полимеры (эпоксидные, фенолоформальдегидные смолы, полиамиды), керамические и углеродные материалы.

Наполнители чаще всего играют роль упрочнителей, воспринимают основную долю нагрузки и определяют модуль упругости и твердость композита, а иногда также фрикционные, магнитные, теплофизические и электрические свойства. Наполнителями служат стеклянные, полиамидные, углеродные, боридные волокна и волокна на основе нитевидных кристаллов (оксидов, карбидов, боридов, нитридов) и др.

Композиционные материалы получают пропиткой наполнителей матричным раствором, нанесением материала матрицы на волокна плазменным напылением, электрохимическим способом, введением тугоплавких наполнителей в расплавленный материал матрицы, прессованием, спеканием.

Для композиционных материалов характерны высокая прочность, жесткость и вязкость, а также коррозиестойкость, жаропрочность и термическая стабильность.

### 1.3.3. Резина

Резина является важным конструкционным материалом для машино- и приборостроения. Различные сорта резины обладают высокой эластичностью (упругое удлинение при растяжении достигает 700...800%), хорошими вибро- и водостойкостью, повышенной химической стойкостью к кислотам, механической прочностью; резина хорошо сопротивляется истиранию. Эти свойства достигаются при вулканизации резиновых смесей (сырой резины). Созданы электроприводная, магнитная и другие резины с новыми свойствами.

Резины подразделяются на следующие основные группы: резины общего назначения (температура эксплуатации  $-50...+150^{\circ}\text{C}$ ), теплостойкие ( $10...200^{\circ}\text{C}$  и выше), морозостойкие (до  $-150^{\circ}\text{C}$ ), масло- и бензостойкие, диэлектрические, электропроводящие, магнитные, фрикционные и др.

Резиновые смеси составляют на основе каучука, массовое содержание которого в различных изделиях колеблется от 5 до 95%; смеси содержат также мягчители, наполнители, вулканизирующие вещества, противостарители, красители.

Каучук бывает натуральным и синтетическим. Натуральный каучук получают из млечного сока каучукогенных растений. Синтетический каучук — вещество, по свойствам близкое к натуральному. Его получают путем синтеза органических веществ. Промышленные виды синтетического каучука (насчитывается несколько десятков) различают между собой как по исходному сырью и способам производства, так и по составу и физико-механическим свойствам.

В машиностроении резиновые изделия применяют для движущихся устройств (шин, приводных ремней, транспортирующих лент), в магистралях для транспортирования жидкостей, газов (напорные и всасывающие рукава, соединительные шланги, трубки), в качестве опор, буферов, изоляции, уплотнителей (сальники, манжеты, прокладочные пластины, кольца) и др.

### 1.3.4. Древесина

К неметаллическим конструкционным материалам относится древесина разных видов: натуральная, прессованная, клееная и древопластики. *Натуральная деловая древесина* является ценным

конструкционным материалом, характеризующимся высокой удельной прочностью и декоративностью, устойчивостью к органическим кислотам, их солям, спиртам, газам. Ее получают из лучшей, полноценной, части ствола разных пород (сосна, ель, кедр, пихта, дуб, береза, ольха, липа, бук, клен, самшит и др.). Технологические свойства древесины определяют простоту получения изделий из нее: она легко обрабатывается режущими инструментами, хорошо гнется (особенно в нагретом состоянии), дает прочные клеевые соединения, хорошо удерживает нанесенные лаки и краски.

Недостатками натуральной древесины являются ее анизотропность (неодинаковость физических свойств древесины в разных направлениях), гигроскопичность, недостаточная биологическая стойкость, ухудшение свойств при температуре выше 120... 130 °С.

*Прессованную древесину* получают прессованием натуральной древесины под давлением 15... 30 МПа, предварительно пропаренной при температуре 130... 140 °С или пропитанной аммиаком. В результате древесина пластифицируется. Пластифицированная древесина используется для изготовления сборных подшипников крупного размера, а также для зубчатых колес, виброгасящих прокладок и др.

*Клееную древесину* получают склеиванием трех (и более) нечетных слоев шпона. Из нее получают фанеры или фанерные плиты, а также фасонные изделия — трубы, швеллеры и др.

*Древопластики* — материалы, в которых наполнителем служат измельченная древесина, опилки, стружка, щепа, обломки шпона. По сравнению с натуральной древесиной древопластики имеют меньшую анизотропность, большую влаго- и биостойкость.

### 1.3.5. Минералы

Минералами называют составные части пород, образующих земную кору. Подавляющее большинство минералов — твердые кристаллические тела, приблизительно однородные по химическому составу и физическим свойствам (гомогенные системы). Реже встречаются минералы, содержащие части, различающиеся по составу и свойствам (гетерогенные системы), тела переменного состава (изоморфные смеси), а также жидкие тела (например, ртуть). Известно около 2000 видов минералов, из них около 34 % относятся к силикатам, 25 % — к оксидам и гидроксидам, 20 % — к сульфидам и 21 % — ко всем остальным типам химических соединений.

Минералы и конструкционные материалы на их основе широко используют в машиностроении в качестве композиционных

материалов. Для этих минералов характерно постоянство следующих свойств: устойчивость к кислотам, щелочам и другим химически активным веществам, высокая твердость (для большинства минералов), огнестойкость, прочность.

### 1.3.6. Клеящие материалы

Клеи — растворы, иногда расплавы высокомолекулярных природных или синтетических веществ. Соединение деталей посредством клея широко применяется в пищевой промышленности (резиновые накладки к рычагам заверточных машин; щиты, изолирующие печи и др.). Для соединения прилегающие поверхности заготовок должны быть смочены клеем и плотно прилегать друг к другу. Отверждение клея происходит при испарении растворителя или в результате химических реакций (без нагрева или с нагревом). Используются растительные, животные и синтетические клеи.

*Растительные клеи* — крахмал, декстрин, натуральный каучук, канифоль — используют для склеивания бумаги, кожи, тканей. Они применяются в виде растворов и затвердевают при испарении растворителя.

*Животные клеи* в виде растворов, затвердевающих при испарении растворителя, применяют для склеивания дерева, кожи, текстиля, бумаги. К этим клеям относятся казеиновый и столярный. Растительные и животные клеи разрушаются плесневыми грибами, малоустойчивы к воде.

Появление *синтетических клеев* связано с развитием полимеров. Постоянно разрабатываются новые марки клеев, которые расширяют область применения клеевых соединений и улучшают их качества. Соединения материалов синтетическими клеями вытеснили применявшиеся ранее пайку и сварку многих материалов; при этом достигается значительный экономический эффект и повышается качество соединений. Эти клеи водостойки и не разрушаются плесневыми грибами.

### 1.3.7. Конструкционные жидкие материалы

К конструкционным жидким материалам относятся масла и жидкости, которые используют в качестве рабочих жидких тел в прессах, гидроприводах, амортизаторах, противоткатных устройствах, холодильниках, а также вакуумных насосах. В качестве конструкционных используют многие марки синтетических жидкостей различного состава, а также нефтяные масла.

К технологическим относят масла, жидкости и смазки, обеспечивающие качественное проведение технологических операций.

Таковыми являются, например, закалочные, смазочно-охлаждающие, моющие жидкости и смазки литейных форм.

Большинство смазочных масел и жидкостей составляются на основе минеральных масел, получаемых перегонкой мазута. Используются также масла растительного и животного происхождения и синтетические жидкости, а также смеси различных масел и жидкостей. Смазочные материалы обладают способностью создавать между трущимися поверхностями деталей прочную пленку, выдерживающую большие нагрузки без разрыва; применяются для смазки узлов машин и механизмов в целях уменьшения трения и интенсивного отвода теплоты из зоны трения. Основной характеристикой смазочных материалов является вязкость (или внутреннее трение) — свойство оказывать сопротивление при перемещении одной части смазочного материала относительно другой.

Существует много марок смазочных масел и жидкостей для обеспечения нормальной работы машины. Выделяют масла моторные (авиационные, автомобильные, дизельные); для паровых турбин и компрессоров; трансмиссионные (для заполнения картеров с зубчатыми передачами); промышленные (для смазывания производственного технологического оборудования).

Продуктами загущения смазочных масел являются смазки, которые подразделяются на антифрикционные (для смазывания при больших удельных давлениях) и консервационные.

### 1.3.8. Лакокрасочные материалы

Лакокрасочные материалы являются защитными средствами от воздействия на покрываемые изделия контактирующей с ними среды, а также декоративными материалами. Среди этих материалов особо выделяют электроизоляционные, токопроводящие, светящиеся и термостойчивые.

*Лаки* состоят из нелетучих веществ (пленкообразователей) и летучего растворителя; они изготавливаются на основе природных и синтетических смол. В качестве растворителей применяют эфирные масла, спирты, бензин, жирные масла, скипидар. Пленки лаков окрашивают поверхность, сохраняя прозрачность. Лаки наносят на поверхность, покрытую краской, или без предварительной окраски путем распыления их, погружения в них или с помощью кисти.

Смеси лаков с сухими нерастворимыми красками — пигментами — называются *эмалевыми красками*, которые более устойчивы, чем лаки. Пигментами являются оксиды веществ, глины и др. В зависимости от характера лака эмалевые краски подразделяют на масляные эмали, тертые на масляных лаках; нитроэмали — на лаках из эфиров целлюлозы; спиртовые эмали — на спиртовых лаках.

*Масляные краски* изготавливают, растирая пигменты в масле или олифе. Полученные густотертые пастообразные краски для создания рабочей консистенции разбавляют олифой.

Кроме лаков и красок в технике покрытий применяют вспомогательные материалы: шпаклевки для выравнивания поверхности, грунтовки для покрытия поверхности первым слоем, смывки для удаления краски.

### **Контрольные вопросы**

1. Благодаря каким свойствам получили свое распространение пластмассы?
2. Какие детали можно изготовить из пластмасс?
3. Что такое композиционные материалы?
4. Какие сорта резины вы знаете?
5. Какие сорта древесины вы знаете?
6. Каково назначение различных клеев?
7. Для каких целей применяют конструкционные жидкие материалы?

## ГЛАВА 2

# ОБОРУДОВАНИЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

---

Современные хлебозаводы, макаронные и кондитерские фабрики оснащены оборудованием общего назначения, к которому относятся:

- оборудование для транспортирования сырья (конвейеры, элеваторы, штабелеры, авто- и электропогрузчики и др.);

- оборудование для приема и хранения сырья;

- оборудование для подготовки сырья к переработке и дозирования (просеиватели, измельчающие и смешивающие машины, дозаторы);

- оборудование для смешивания компонентов.

### 2.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫРЬЯ

Основным сырьем хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств являются сахар-песок, мука, какао-бобы, жиры, молоко (сгущенное, сухое), сухие сливки, орехи, ароматизирующие и красящие вещества. Сырье поступает на предприятие железнодорожным или автомобильным транспортом в таре (мешках, ящиках, картонных коробках, бочках, банках) или бестарным способом. Наибольшую часть в грузопотоке сырья составляют сахар-песок, мука и какао-бобы, которые в последние годы начали перевозить и хранить бестарным способом. Благодаря бестарной перевозке и хранению сырья можно комплексно механизировать многочисленные погрузочно-разгрузочные и транспортные операции по его доставке и внутрифабричному транспортированию.

Грузы на предприятиях перемещают промышленным транспортом, к которому относятся транспортирующие, грузоподъемные, а также пневмотранспортные устройства.

#### 2.1.1. Транспортирующие устройства

Работа транспортирующих устройств характеризуется тем, что в зависимости от характера продукта грузовой поток может быть осуществлен либо в виде сплошной струи сыпучих или кусковых

продуктов, либо в виде отдельных порций сыпучих или кусковых продуктов, либо в виде отдельных штучных грузов.

Для транспортирования сырья в горизонтальной плоскости, под углом и вертикально используются транспортирующие устройства с тяговым органом, которые включают в себя конвейеры с гибким (ленточные и цепные конвейеры) или с жестким (винтовые и элеваторы) тяговым органом.

**Конвейеры с гибким тяговым органом.** Все элементы *ленточного конвейера* (рис. 2.1, *а*) монтируются на опорной станине 7, изготовляемой из конструкционной стали углового или швеллерного профиля. Станина конвейера большой длины изготавливается в виде отдельных секций, которые соединяются между собой болтами, заклепками или сваркой. Конвейер состоит из двух барабанов: приводного 1 и ведомого натяжного 5, на которые натягивается бесконечная лента 3. Для предупреждения прогибания рабочей и холостой ветвей ленты под ней устанавливаются опорные ролики 2. Конвейер приводится в движение электродвигателем 8, соединенным с барабаном 1 через редуктор 9. На рисунке также обозначены: 4 — направляющие ролики, 6 — винт для натяжения ленты, 10 — подшипник.

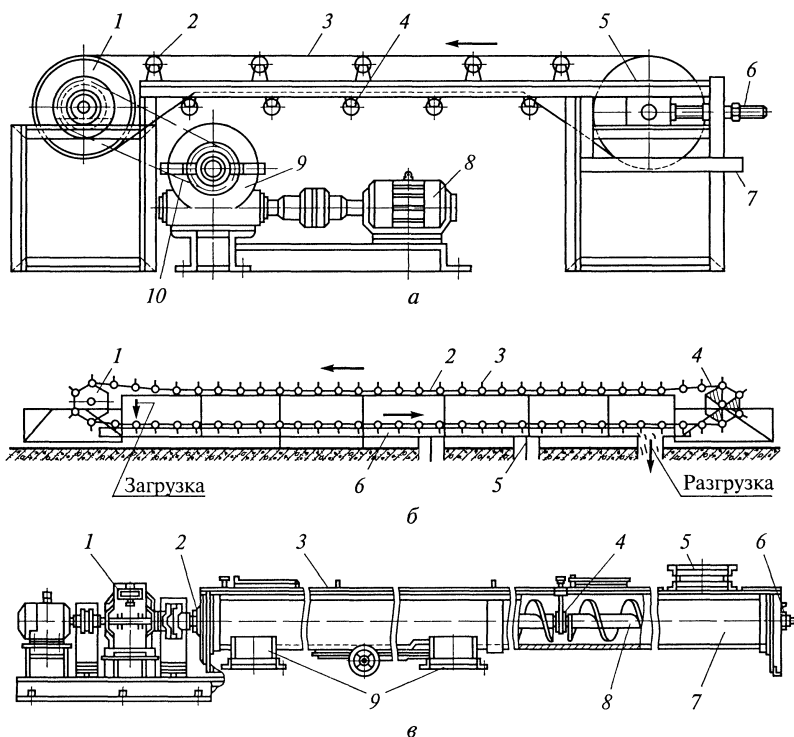


Рис. 2.1. Конвейеры:

*а* — ленточный; *б* — цепной скребковый; *в* — винтовой

и 4. Привод конвейера осуществляется от электродвигателя 8 через редуктор 9 (червячный или цилиндрический) и ременную, цепную или зубчатую передачу 10.

Элемент ленточного конвейера, состоящий из приводного барабана 1, привода и опорной станины, называется приводной станцией, а элемент, состоящий из ведомого барабана 5 и натяжного устройства 6, — натяжной станцией. Приводная станция устанавливается в конце конвейера, где снимается груз.

В качестве гибкого тягового органа в ленточных конвейерах применяются хлопчатобумажные, прорезиненные, резиновые или металлические ленты. Лента выбирается в зависимости от рода перемещаемого груза, температуры и влажности среды: хлопчатобумажные ленты применяются для транспортирования грузов в сухих средах, где температура воздуха не превышает 45 °С. Наиболее широко применяются прорезиненные ленты, основой которых служат хлопчатобумажная ткань бельтинг марок Б-820, ОПВ-5 и ОПБ-12 и ут́очно-шнуровая ткань, прослоенная вулканизированной резиной. Эти ленты могут применяться в среде с повышенными температурой и влажностью. При необходимости перемещения грузов в горячих средах (температура до 300 °С) применяются стальные сплошные ленты, ленты из нержавеющей стали толщиной 0,6... 1,4 мм и ленты из спирально-стержневой сетки.

Ширина конвейерной ленты должна быть на 50... 100 мм больше ширины перемещаемого груза. Скорость ленты зависит от производительности конвейера, рода перемещаемого груза и условий работы и находится в пределах 0,1... 1,5 м/с.

Для центрирования ленты приводные барабаны выполняют слегка выпуклыми. Стрела выпуклости принимается равной 0,01 ширины барабана. Ширина барабана должна быть на 50... 100 мм больше ширины ленты. Для увеличения сцепления между лентой и приводным барабаном целесообразно покрывать поверхность барабана фрикционными полимерными материалами.

Опорные ролики изготавливают из цельнотянутых стальных труб диаметром 50... 100 мм или из пластмассы, стеклопластика, полиамидов, капрона. Шаг роликов конвейера на рабочей ветви должен быть не более половины длины груза при перемещении крупноштучных тяжелых грузов и 1... 1,5 м при перемещении мелкоштучных и сыпучих материалов. В зоне загрузки ленты шаг роликов принимают вдвое меньше. Под холостой ветвью ленты шаг роликов составляет 1,5... 4 м. Иногда для полного исключения прогиба ленты под ней устанавливают металлические или деревянные настилы. Вместо шариковых подшипников и чугунных втулок в опорных роликах целесообразно применять самосмазывающиеся вкладыши из прессованной древесины твердых пород, пропитанной маслом, в результате чего срок службы подшипников увеличивается в 4... 5 раз.

Для создания необходимого сцепления ленты с приводным барабаном, компенсации вытягивания ленты и соответственно уменьшения ее провисания между опорными роликами в месте минимального натяжения ленты либо там, где удобнее их обслуживать, устанавливают винтовые и грузовые натяжные устройства. Винтовые устройства применяются в конвейерах длиной до 50 м. Они более компактны, но требуют периодического натягивания ленты. Грузовые натяжные устройства применяются в конвейерах длиной свыше 50 м. Они более громоздки, но в то же время обеспечивают постоянное натяжение ленты.

Загрузку материала на ленту и выгрузку можно производить в различных точках (по длине) конвейера в зависимости от требований производства. Сыпучие и штучные грузы, как правило, выгружают через концевой барабан сбрасыванием груза через приемные лотки или течки при огибании лентой барабана. При необходимости разгрузки конвейера в промежуточной его части используют одно- и двухсторонние плужковые сбрасыватели.

В зависимости от направления перемещения груза, а также загрузки и выгрузки материала ленточные конвейеры могут быть горизонтальными, наклонными, горизонтально-наклонными с несколькими перегибами ленты и т.д. Для перемещения грузов под углом к горизонту, превышающим угол трения для данного груза, на конвейерной ленте укрепляют металлические или деревянные накладки.

*Цепные конвейеры* применяются для перемещения сыпучих и штучных грузов: муки, сахара-песка, полуфабрикатов, готовых изделий и тары в виде лотков и ящиков. Часто цепные конвейеры применяются для выполнения технологических функций, для выпечки и сушки изделий и т.п.

Тяговым органом цепных конвейеров являются цепи различного типа, которые натягиваются на приводные и ведомые (натяжные) звездочки. Для предупреждения провисания цепей под ними устанавливают направляющие, изготовляемые обычно из стали углового профиля. Конвейеры приводятся в действие от электродвигателя через цилиндрический или червячный редуктор и зубчатую передачу. Приводную станцию устанавливают по направлению перемещения груза. Натяжное устройство в цепных конвейерах, как правило, винтовое. Все элементы конвейера монтируют на сварной раме из профильной конструкционной стали.

Цепные конвейеры выполняют с одной (две звездочки и одна цепь) или с двумя (две пары звездочек и две цепи) цепями.

В зависимости от рода перемещаемого груза и назначения конвейера на цепях можно укреплять различные рабочие органы: скребки, ковши или люльки, пластины и штанги.

По характеру рабочих органов цепные конвейеры подразделяют на скребковые, ковшовые, люлочные и пластинчатые. Устрой-

ство цепных конвейеров рассмотрим на примере цепного скребкового конвейера для перемещения сыпучих и пылевидных материалов (рис. 2.1, б), состоящего из натяжной 1 и приводной 4 станций, между которыми располагается тяговая шарнирная цепь 2 со скребками 3. Рабочей может быть как верхняя, так и нижняя (на рисунке показана только нижняя) ветвь. Скребки перемещают груз в желобе 6 к разгрузочным отверстиям, перекрываемым задвижками 5. Конфигурации скребка и желоба должны соответствовать друг другу. Наилучшей конструкцией скребкового конвейера считается такая, в которой тяговый орган не погружен в транспортируемый продукт. Зазор между стенками желоба и скребками не должен превышать 3...6 мм.

**Конвейеры с жестким тяговым органом.** *Винтовые конвейеры* (шнеки) широко применяются для перемещения пылевидных, сыпучих и вязких материалов (мука, сахар-песок, тесто) в горизонтальном и наклонном направлениях. Рабочим элементом винтового конвейера (рис. 2.1, в) является винт с правым или левым направлением витков, которые укрепляются на валу 8, получающем вращение от привода 1. По форме винты бывают сплошными, ленточными, лопастными и фасонными. Сплошные винты применяются для перемещения пылевидных и мелкозернистых материалов (мука, сахар-песок); ленточные, лопастные и фасонные — для вязких и кусковых материалов. Винт располагается в трубе или желобе 7, изготовляемом из листовой стали толщиной 1,5...2 мм. Опорами вала винта являются концевые подшипники 2 и 6, укрепленные в торцевых стенках желоба или трубы. Для предупреждения прогиба вала в местах соединения секций устанавливают промежуточные подвесные подшипники 4. Во избежание попадания смазки в продукт вкладыши подвесных и концевых подшипников изготавливают из твердых пород дерева (березы, карагача, бука, бакаута) или из прессованной древесины, предварительно пропитанной растительным маслом. Конвейеры длиной более 2,5 м изготовляют в виде отдельных секций длиной 1,5...3 м, которые соединяются между собой валиком и болтами.

Желоб закрепляется крышкой 3, которая затягивается болтами через уплотняющие прокладки. Подача продукта производится через патрубок 5, а выгрузка — в любой точке по длине транспортера через окна 9, расположенные в дне желоба.

Винтовые конвейеры применяются в качестве индивидуальных транспортирующих устройств с наибольшей длиной до 60 м и в виде элементов технологического оборудования (в тестомесильных машинах непрерывного действия, в смесителях и т.п.), выполняя в ряде случаев технологические операции.

*Элеваторы* (рис. 2.2) применяются для перемещения штучных, кусковых и сыпучих грузов в вертикальном направлении. По конструкции они могут быть ковшовыми и люлочными (с жестким или

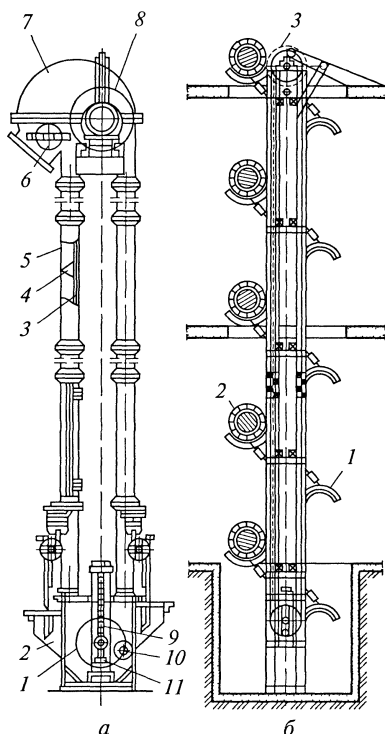


Рис. 2.2. Элеваторы:

*а* — ковшовый; *б* — цепной люлечный

шарнирным креплением люлек). В качестве тягового органа в элеваторах применяются хлопчатобумажная прорезиненная лента и втулочно-роликовые цепи. Ковшовый элеватор — нория (см. рис. 2.2, *а*) — состоит из башмака 2, труб 5, верхней головки 7, ленты 3 и ковшей 4. В башмаке и верхней головке размещаются валы с надетыми на них шкивами 1 и 8, на которые натянута плетеная лента 3 из пенькового или конопляного шпагата. Для равномерной подачи продуктов в ковшовый элеватор в количестве, не превышающем его пропускной способности, в башмаке установлен крыльчатый питатель, приводимый в движение от вала башмака нории. Продукт можно также подавать шнековым конвейером, примыкающим к нории через отверстие 10. В верхней головке нории находится клапан 6, отбрасывающий ту часть продукта, которая ссыпается обратно в трубу элеватора. Лента, на которой крепятся ковши, при сшивке стягивается винтовым или блочным натяжным прибором. Натяжение ленты в процессе эксплуатации осуществляется перемещением вниз подшипников 9 башмака винтовым устройством 11. Вместо ленты могут применяться цепные тяговые элементы с одной или двумя цепями. Элеваторы изготавливают в металлическом исполнении, ковши различной вместимости (в зависимости от назначения элеватора) — из металла или пластмассы.

На рис. 2.2, *б* изображен цепной люлечный элеватор с жестким креплением захвата 1. Конфигурация и конструкция захвата зависят от вида перемещаемых грузов (например, бочек 2, допускающих их поворачивание при разгрузке). Разгрузка такого типа элеватора производится на приводных звездочках 3.

Цепной люлечный элеватор с шарнирным креплением люлек обеспечивает перемещение грузов, которые вместе с люлькой находятся в пространстве в одном и том же положении, позволяют загружать и выгружать продукт в любом по высоте месте.

\* \* \*

При регулировании приводных и натяжных станций всех конвейеров необходимо следить за тем, чтобы продольные оси барабанов и звездочек были перпендикулярны оси конвейера, а середина барабанов совпадала с этой осью.

Полотно ленточных конвейеров должно быть точно и качественно сшито, а его натяжение равно нагрузке, не превышающей разрывного усилия. Следует постоянно следить за исправностью роликовых опор, снабженных подшипниками и уплотняющими устройствами. Смазку подшипников следует проводить в установленные сроки, которые приводятся в инструкциях по эксплуатации. Если при эксплуатации конвейеров лента постоянно «сбегает» на одну сторону, то это означает, что барабаны или часть роликов неправильно установлены. В этом случае нужно отрегулировать положение барабанов и роликовых опор. Следует оберегать конвейерную ленту от попадания на нее масла и жиров, действия атмосферных осадков и солнечных лучей.

При эксплуатации цепных скребковых конвейеров в местах загрузки продуктов для предотвращения попадания посторонних предметов необходимо устанавливать решетки. В приводе конвейера предусмотрена установка предохранительного устройства для защиты редуктора и цепи от поломок при экстренных перегрузках. Крышки коробов должны легко сниматься и плотно закрывать короб при работе конвейера.

Разгрузочные отверстия и шиберы скребковых и винтовых конвейеров следует располагать в легкодоступных и удобных для обслуживающего персонала местах.

Загрузка конвейеров должна исключать возможность образования завалов и пробок.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначены натяжная и приводная станции ленточного конвейера?
2. С какой целью приводные барабаны выполняют слегка выпуклыми?
3. Для каких грузов применяют скребковые конвейеры?
4. Каковы устройство и работа шнековых конвейеров?

### **2.1.2. Грузоподъемные устройства**

Грузоподъемные устройства предназначены для подъема и перемещения грузов с одного места на другое. Эти устройства циклического действия, производительность которых зависит от грузоподъемности, высоты подъема груза и дальности транспорти-

рования. К грузоподъемным устройствам относятся: простые грузоподъемные механизмы (домкраты, лебедки, тали); краны-штабелеры; самоходные авто- и электропогрузчики, гравитационные устройства и др.

**Простые грузоподъемные механизмы.** К простым грузоподъемным механизмам относятся домкраты, лебедки и тали.

*Домкраты* (рис. 2.3) по конструкции подразделяют на винтовые, зубчато-реечные и гидравлические.

Винтовой домкрат (см. рис. 2.3, *а*) снабжен рукояткой-трещоткой 1, в которой установлена двузубая собачка 2. В зависимости от того, какой зуб собачки введен в зацепление с храповым колесом 3, при качательном движении рукоятки происходит либо подъем, либо опускание грузового винта. Винтовая пара домкрата выполнена самотормозящей.

В зубчато-реечном домкрате (см. рис. 2.3, *б*) рукоятка 1 связана с приводящей рейку шестерней 4 зубчатыми передачами. Для предотвращения самопроизвольного опускания груза на валу рукоятки жестко посажено храповое колесо 2, удерживаемое собачкой 3 от вращения в направлении спуска.

Гидравлический домкрат (см. рис. 2.3, *в*) состоит из насоса 2 и рабочего цилиндра 7. При движении вверх рукоятки 1 гидравлического домкрата масло из резервуара 6, отталкивая шарик клапана 3, поступает под поршень насоса 2. При движении рукоятки 1 вниз масло давит на клапан 4, открывает его и проходит под поршень рабочего цилиндра 7, поднимая груз. Для опускания груза при помощи крана 5 соединяют подпоршневую полость рабочего цилиндра 7 с резервуаром 6. Винт 9, ввернутый в шток 8, служит для установки груза в нижнем положении штока.

Гидравлические домкраты имеют высокий коэффициент полезного действия ( $\eta = 0,75 \pm 0,8$ ), обладают плавным подъемом и точностью установки. Они широко применяются для подъема тяжелых грузов.

*Лебедки* (рис. 2.4) — механизмы, предназначенные для подъема груза, в котором тяговый орган (канат) навивают на барабан. Их применяют в качестве самостоятельных подъемных механизмов или в качестве составной части сложных грузоподъемных устройств.

Лебедки бывают с ручным и электрическим приводом. В ручной настенной лебедке (см. рис. 2.4, *а*) барабан 8 приводится во вращение от рукоятки 4 через две зубчатые передачи — 9 и 10. Для предотвращения самопроизвольного опускания груза предусмотрено устройство, состоящее из храпового колеса 6, жестко связанного с зубчатым колесом зацепления 10 лебедки, и собачки 7. Ось собачки закреплена в шкиве 5, охваченном тормозной лентой 3 и связанном с рычагом 1. Противовес 2, связанный с рычагом 1,

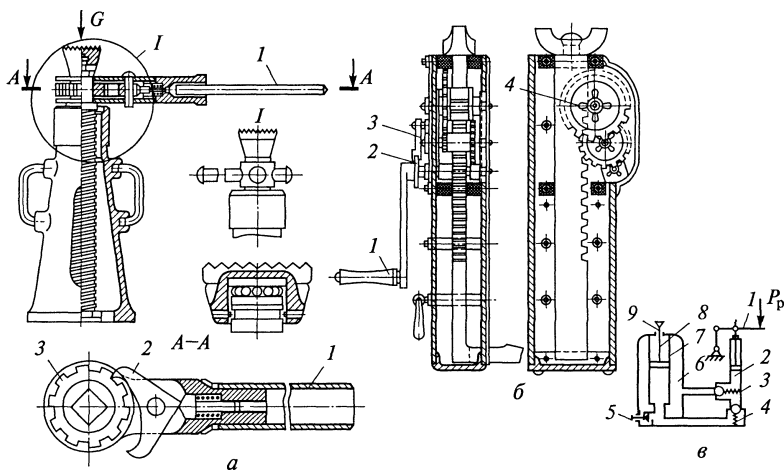


Рис. 2.3. Домкраты:

*а* — винтовой; *б* — зубчато-реечный; *в* — гидравлический

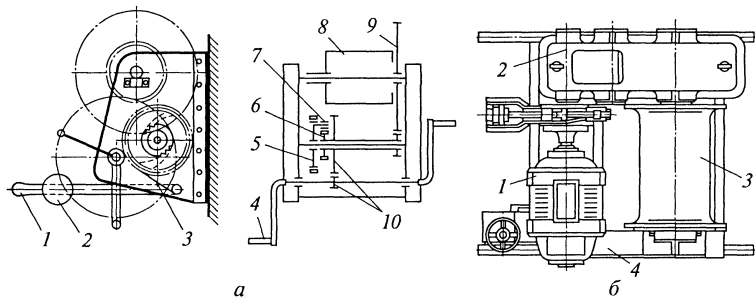


Рис. 2.4. Лебедки с приводом:

*а* — ручным; *б* — электрическим

прижимает ленту к шкиву 5, создает тормозной момент, достаточный для удержания поднятого груза.

При подъеме груза собачка свободно скользит по зубьям храповика. Для опускания груза достаточно приподнять рычаг 1; тогда шкив 5 поворачивается и груз начинает опускаться под действием собственной силы тяжести.

На раме 4 лебедки с электрическим приводом (см. см. рис. 2.4, б) установлены электродвигатель 1, редуктор 2 и барабан 3. Одна половина упругой втулочно-пальцевой муфты, соединяющей вал электродвигателя с входным валом редуктора, выполняет роль тормозного шкива. В лебедке предусмотрена блокировка, обеспечива-

ющая включение тормоза при выключении электродвигателя и наоборот.

Лебедки с электрическим приводом чаще всего применяют в качестве подъемных кранов.

*Тали* (рис 2.5) представляют собой простые по устройству и небольшие по размеру грузоподъемные механизмы. В зависимости от привода тали разделяют на ручные и электрические.

В ручной тали в качестве тягового органа используют пластинчатые или сварные калиброванные цепи, огибающие звездочки или цепные блоки. Использование цепей не позволяет исключить барабан и сделать механизм компактным и легким.

Наибольшее распространение получили ручные тали с червячным подъемным механизмом (см. рис. 2.5, *а*). Таль подвешивают на крюке *б* к какой-либо конструкции, расположенной над грузом. Его захватывают грузовым крюком *1*. При вращении «бесконечной» цепью *9* приводного блока *7* движение через червяк *8* и червячное колесо *5* передается ведущей звездочкой *4*, которая при помощи грузовой цепи *2* поднимает или опускает крюковую обойму.

Для повышения коэффициента полезного действия в таях применяют червячную несамотормозящую передачу с двухзаходным

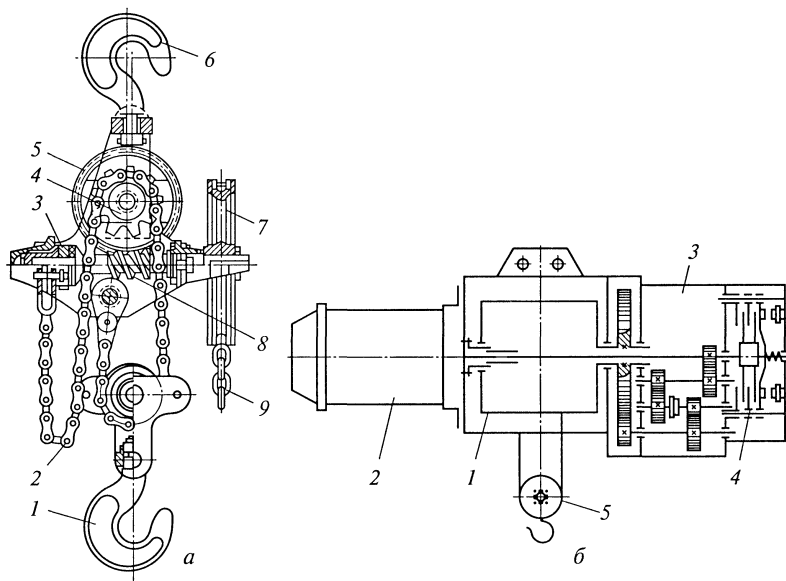


Рис. 2.5. Тали с приводом:  
*а* — ручным; *б* — электрическим

червяком. Для удержания поднятого груза и безопасности его опускания в червячных таях применяют конические или дисковые грузоупорные тормоза 3, в которых для создания тормозного момента используют осевое усилие червяка, создаваемое силой тяжести груза.

Электротали — это компактные электрические лебедки, подвешенные, как правило, к передвижным тележкам, которые устанавливаются на монорельсовой балке. В комплекте с тележкой их называют электротельферами. Барабан 1 вращается от электродвигателя 2 через редуктор 3 (см. рис. 2.5, б). Канат, закрепленный одним концом к корпусу тали, огибает блок 5 и навивается на барабан. Другой конец каната закреплен на барабане. На валу соосно с ротором электродвигателя установлен электромагнитный дисковый тормоз 4. Электроталью (электротельфером) управляют снизу при помощи подвесного пульта.

**Краны-штабелеры.** Для обслуживания помещений складов сырья и готовой продукции, а также технологических процессов применяют краны-штабелеры различной конструкции (рис. 2.6). Достоинством этих машин является то, что они могут укладывать грузы на большую высоту, а проходы для их работы имеют ширину, незначительно превышающую размер пакета или поддона.

Эти краны применяются для механизации складов при значительной высоте укладки грузов, например для складов готовой продукции.

На рис. 2.6, а показана схема *мостового крана-штабелера*, состоящего из кранового моста 3, по которому перемещается тележка 4 с закрепленной на ней вертикальной рамой 5. Колонна

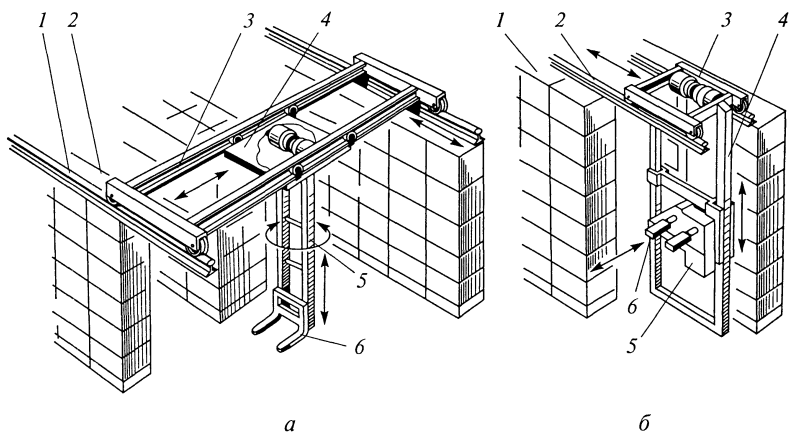


Рис. 2.6. Схемы кранов-штабелеров:

а — мостового; б — стеллажного

(обычно поворотная) оборудована направляющими для перемещения грузового захвата 6. Мостовой кран-штабелер перемещается по рельсовым путям 1, смонтированным на стеллажах или на конструкции здания 2.

Тележка крана перемещает грузовой захват с грузом до нужной секции. Захват останавливается точно у ячейки, несколько выше ее полки, вводит груз в ячейку, опускается несколько ниже уровня полки (груз остается на полке) и выводится в проход.

Мостовые краны-штабелеры являются универсальными машинами для проведения погрузочно-разгрузочных работ и могут применяться для самых различных видов грузов, поэтому в них наряду с вилочными широко используют различные типы захватов, позволяющие переносить грузы, опорожнять тару, поворачивать грузы и производить ряд других операций.

*Стеллажный кран-штабелер* (см. рис. 2.6, б) представляет собой тележку 3, передвигающуюся по рельсовым путям 2 вдоль ряда стеллажей 1 и снабженную вертикальной колонной 4, на которой смонтированы направляющие для подъемной платформы 5. На последней устанавливается захват 6 и в некоторых случаях кабина оператора. Стеллажные краны применяют на крупных складах с большим грузооборотом и большим ассортиментом грузов, где полностью используется производительность кранов вследствие большой длины стеллажей (часто превышает 100 м). Наряду с этим стеллажные краны-штабелеры могут быть эффективно использованы на складах, где для выполнения заказов требуется комплектовать мелкие партии в небольших количествах. В этих случаях стеллажные краны-штабелеры удобны при самых различных грузооборотах.

Установку грузов в стеллажах при помощи стеллажных кранов производят следующим образом: с приемной площадки путем выдвижения грузового захвата или вручную (на кранах с ручным отбором груза) груз забирают и устанавливают на грузовую платформу. Производится одновременное передвижение крана и подъемной ячейки стеллажа, причем вилы грузового захвата при установке груза в пустую ячейку находятся на 30...50 мм выше уровня ячейки. Затем грузовой захват движется внутрь стеллажа и опускается ниже уровня ячейки. При этом груз остается лежать на опорной плоскости стеллажной ячейки, а грузовой захват убирается внутрь крана-штабелера, который возвращается в исходное положение.

**Самоходные электро- и автопогрузчики.** Эти устройства представляют собой безрельсовый (напольный) вид транспорта, преимуществами которого являются:

универсальность благодаря большому числу сменных грузозахватных приспособлений;

мобильность, так как напольные машины могут работать везде, где есть твердое покрытие;

полная механизация транспортных и перегрузочных процессов; простота и дешевизна строительных конструкций цехов и складов;

использование в стесненных условиях складов.

Для работы на открытых площадках широкое применение получили универсальные автопогрузчики с вилочными захватами грузоподъемностью от 2 до 10 т. В закрытых помещениях применяют аккумуляторные электропогрузчики (электроштабелеры и электротележки) грузоподъемностью от 0,75 до 2 т.

В качестве грузовых органов в электро- и автопогрузчиках широко применяются сварные и пластинчатые цепи. Звенья сварной цепи овальной формы лежат во взаимно-перпендикулярных плоскостях, что обеспечивает большую подвижность цепи во всех направлениях. Пластинчатые цепи состоят из стальных пластин, соединенных валиками. Число пластин возрастает с увеличением разрывающей нагрузки. Пластинчатые цепи надежнее сварных, но они не могут навиваться на барабаны и действуют только со звездочками. Для обеспечения нормального соединения цепи со звездочкой сварные и пластинчатые цепи должны находиться одновременно в полном зацеплении не менее чем с двумя зубьями звездочки.

*Электропогрузчики* приводятся в движение от аккумуляторных (кислотных и щелочных) батарей. При эксплуатации механизмов, имеющих аккумуляторный источник энергии, необходимо учитывать, что как щелочные, так и кислотные батареи выделяют большое количество водорода и кислорода. При этом при зарядке щелочные аккумуляторные батареи выделяют несколько больше водорода и кислорода, чем кислотные.

Зарядная станция для аккумуляторных батарей должна иметь следующие помещения: агрегатную — помещение для установки зарядных агрегатов; зарядное отделение — помещение, где производится зарядка батарей аккумуляторов (это помещение взрывоопасно; зарядка в одном помещении кислотных и щелочных аккумуляторных батарей не допускается); щелочную или кислотную — помещение, где готовят электролит, для чего его оборудуют установками для приготовления дистиллированной воды и электролита и вытяжным шкафом (приготовление в одном помещении кислотного и щелочного электролитов не допускается); ремонтное отделение, где производится ремонт погрузчиков, электрокар и тягачей, обслуживаемых зарядным отделением (ремонтное отделение оборудуется подъемником для машин или смотровой канавой, необходимым слесарным оборудованием, тисками и сверлильным станком).

Зарядное отделение обязательно оборудуют системой вентиляции, которая должна иметь вдвоенные блоки вентиляторов и блокировку, обеспечивающую при выходе из строя одного из вентиляторов немедленное переключение на резервный. Система основной вентиляции должна обеспечивать такой воздухообмен, при котором в случае совпадения

режимов зарядки всех одновременно заряжаемых батарей и максимального выделения водорода в верхней зоне зарядного отделения концентрации его не превышала бы 20 % от нижнего уровня взрывоопасной концентрации. Забор воздуха системой основной вентиляции производится на  $\frac{2}{3}$  из верхней зоны и на  $\frac{1}{3}$  из нижней.

Аварийная вентиляция включается на основании показаний газоанализаторов.

*Автопогрузчик* — универсальная самоходная подъемно-транспортная машина, предназначенная для погрузки, выгрузки и транспортирования на небольшие расстояния различных грузов. Автопогрузчик осуществляет захват груза, его транспортирование, подъем на требуемую высоту, укладку и штабелирование. В основном он работает со штучными и пакетированными грузами, но его также можно использовать для перегрузки сыпучих грузов.

Автопогрузчик состоит из грузоподъемного оборудования и пневмоколесной ходовой части. В зависимости от расположения рабочего оборудования на ходовой части различают автопогрузчики с фронтальным и боковым грузоподъемником.

На рис. 2.7 изображен автопогрузчик с боковым грузоподъемником 2, где в качестве грузозахватного приспособления используются вилы 1. Грузоподъемник в этом случае служит для погрузки и выгрузки груза с платформы.

Для погрузки сыпучих и кусковых материалов в качестве грузозахватного приспособления вместо вилок может быть установлена стрела с грейферным приспособлением.

Ходовая часть 4 автопогрузчика состоит из рамы, на которой установлены двигатель, агрегаты, система силовой передачи и ходовое устройство. Колеса ходового устройства образуют четыре опоры автопогрузчика и обеспечивают ему устойчивое положение, передвижение и маневрирование по площадке с помощью рулевого управления 3.

Шарнирная подвеска позволяет сохранить контакт всех колес при движении по площадке с неровностями и равномерно распределять нагрузку на управляемые колеса.

Автопогрузчик приводится в движение двигателем внутреннего сгорания. Последний преобразует работу продуктов сгорания топлива в механическую энергию, которая передается исполнительным механизмам с

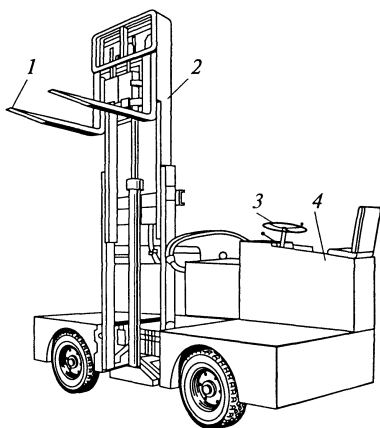


Рис. 2.7. Автопогрузчик

помощью силовых передач. На погрузчике используются механические и гидравлические передачи. Механическая передача от коленчатого вала двигателя с помощью зубчатых передач, валов и муфт передает энергию непосредственно исполнительным механизмам. Гидравлическая передача включает приводимые двигателем погрузчика гидронасосы, которые передают энергию рабочей жидкости гидравлическим двигателям, приводящим в действие исполнительные механизмы.

Механическая передача на автопогрузчиках применяется для привода ведущего моста и гидронасосов, гидравлическая — для привода грузоподъемного оборудования и рулевого управления. На погрузках большой грузоподъемности применяется пневматическая передача для привода колесных тормозов, использующая энергию сжатого воздуха.

\* \* \*

Эксплуатация всех грузоподъемных машин должна осуществляться в строгом соответствии с требованиями и правилами Госгортехнадзора. К работе на грузоподъемном оборудовании допускается только специально обученный персонал.

Канаты и цепи, применяемые в грузоподъемных машинах, должны иметь этикетки с указанием завода-изготовителя, заводского номера и свойств каната или цепи (относительное удлинение, временное сопротивление разрыву, изгибу и т.п.).

Все виды погрузчиков требуют ухода за трущимися частями. Необходимо периодически проверять и регулировать рулевое управление, механизмы подъема, опускания и перемещения груза, гидропривод исполнительных механизмов. В качестве рабочей жидкости для гидросистемы рекомендуется использовать масло веретенное марки З или турбинное марки Л.

Все грузозахватные устройства должны находиться под постоянным контролем. Их необходимо смазывать, а при обнаружении дефектов — немедленно устранять или заменять.

**Гравитационные устройства.** К гравитационным транспортирующим устройствам относятся наклонные гладкие, роликовые и винтовые спуски. Достоинствами этих устройств являются простота конструкции, отсутствие приводных механизмов и, как следствие, низкая стоимость.

*Наклонные спуски* применяются для подачи мешков или других грузов с верхних этажей в нижние под действием силы тяжести.

Наклонный спуск состоит из загрузочного стола, наклонной плоскости с бортами и приемного стола. Наклонные спуски могут быть деревянными и металлическими.

Для спуска груза в ящиках применяются наклонные гладкие металлические или деревянные лотки, обитые листовой сталью,

а для спуска мешков с мукой или сахаром, готовых изделий в таре или без тары и т.п. — наклонные желоба. Угол наклона спуска должен быть таким, чтобы трение груза о плоскость не остановило его движение, а скорость груза в конце спуска не была бы чрезмерно велика.

Кроме гладких наклонных спусков существуют также *роликовые спуски* (рольганги), которые применяются для перемещения лотков и контейнеров с изделиями, ящиков и т.п. Рольганг состоит из ряда параллельно установленных роликов, оси которых укреплены или вложены в прорези станины, выполненной из угловой стали.

Ролики изготовляют из обрезков труб, на концах которых находятся втулки с шарикоподшипниками. Шаг роликов должен быть в 2...3 раза меньше длины груза, а угол наклона рольганга — не более 3...4°. Под действием составляющей силы тяжести, параллельной плоскости рольганга, груз преодолевает небольшое сопротивление трения качения в подшипниках роликов и перемещается по вращающимся под ним роликам. Угол наклона рольганга может быть тем меньше, чем легче ролики, больше их диаметр и меньше трение в подшипниках.

Для изменения угла наклона рольганга станины делают раздвижными. Чтобы длинные рольганги не затрудняли сообщение между помещениями, в проходах устанавливают откидные секции. Радиус закругления станины на поворотах должен быть в 3...4 раза больше ширины рольганга.

*Винтовые спуски* применяются для вертикального перемещения штучных грузов с большой высоты. По оси винтовой (спиральной) поверхности спуска с бортами проходит неподвижная стойка. Поверхность спуска составлена из отдельных выгнутых сегментов, соединенных между собой и со стойкой. Наружный диаметр их составляет около 1,8 м. При движении по винтовому спуску груз не развивает большой скорости, так как при перемещении по выражу он меняет направление и тормозит.

Угол подъема наружной винтовой линии должен быть равен (или несколько меньше) углу трения груза о поверхность, так как часть груза, находящаяся ближе к стойке, перемещается по более крутой поверхности. В правильно сконструированных винтовых спусках груз должен двигаться с постоянной скоростью 1...2 м/с.

Для нормальной работы спусков поверхность, по которой скользит груз, должна быть хорошо обработана и иметь определенный уклон. Кроме того, спуски должны соответствовать требованиям техники безопасности. Уклон спусков для мешков с мукой или сахаром должен быть в пределах 30...35°. Поверхность спусков должна быть гладкой, без уступов, впадин и других препятствий, тормозящих движение груза. Лучшим материалом для покрытия спус-

ков считается листовая сталь. Чтобы груз не падал со спусков, по бокам их устанавливают борта достаточной высоты. Для снижения трения грузов поверхность спуска выполняют в виде рольгангов.

Основное требование ко всем спускам — спуск груза без его деформации. Для этого на криволинейных участках наклонных спусков и на всем протяжении винтовых гладких или роликовых спусков должны быть установлены боковые ограждения, с которыми грузы при нормальном движении не соприкасаются. При незначительном перекосе подшипников прекращается вращение ролика и перемещение груза. По этой причине в роликовых конвейерах применяют ролики на невращающихся осях с подшипниками качения внутри корпуса ролика.

Загрузочные люки спусков снабжены крышками, которые в нерабочее время должны быть закрыты, а разгрузочные части — секторными затворами.

### Контрольные вопросы

1. Для какой цели применяются грузоподъемные механизмы?
2. Как устроен и работает домкрат?
3. Как устроены и работают лебедки с ручным и с электрическим приводами?
4. В каких производственных помещениях применяются штабелеры?
5. Какими по конструкции бывают элеваторы (нории)?
6. Каковы основные элементы автопогрузчика?
7. Какие конструктивные особенности присущи гравитационным спускам?

### 2.1.3. Пневмотранспортные устройства

Пневмотранспортные устройства служат для пневматического транспортирования грузов, т.е. для перемещения грузов по трубопроводу системы воздух — твердые частицы. В пищевой промышленности пневматическое транспортирование используется для сыпучего сырья (мука, сахар-песок).

Несмотря на более высокий удельный расход энергии, пневмотранспортные устройства вследствие их существенных эксплуатационных преимуществ находят все большее применение даже на предприятиях малой мощности.

Существуют пневмотранспортные установки всасывающего и нагнетающего типов, а также аэрозольтранспортные установки.

Опыт эксплуатации показывает, что установки всасывающего типа пылят меньше, чем нагнетающего. Однако эти установки имеют недостатки: громоздки, энергоемки; их приобретение, мон-

таж и эксплуатация обходятся весьма дорого. Эти установки могут обслуживать только квалифицированные рабочие. Протяженность трасс всасывающих систем, как правило, меньше, чем в системах, работающих в режиме избыточного давления. Пневмотранспортные установки всасывающего типа используются только на малых предприятиях.

Наибольшее распространение на хлебопекарных и макаронных предприятиях получили аэрозольтранспортные установки, характеризующиеся высокой массовой концентрацией сырья в транспортируемой смеси (до 200 кг муки на 1 кг воздуха). Эта позволяет использовать материалопроводы меньших диаметров и компактные фильтрующие устройства.

В аэрозольтранспортных установках мука перемещается в результате давления воздуха, движущегося с незначительной скоростью. Высокое давление в начале материалопровода по мере продвижения муки падает и в конце трассы становится равным атмосферному. Такой режим транспортирования благоприятен как с точки зрения износа материалопровода, так и с точки зрения потребления энергии: скорость несущей среды при этом режиме значительно ниже, чем при транспортировании в разреженной фазе ( $v = 5 \dots 8$  против  $20 \dots 23$  м/с), а концентрация смеси намного больше ( $\mu = 100 \dots 200$  против 30 кг муки на 1 кг воздуха).

Рассмотрим работу аэрозольтранспортной установки (рис. 2.8). Сырье из автомуковоза 12 по магистралям 13 подается в секционные бункеры 8. Мука распределяется по ним с помощью двухпозиционных переключателей 2. Воздух для аэрирования муки в бункерах нагнетается вентилято-

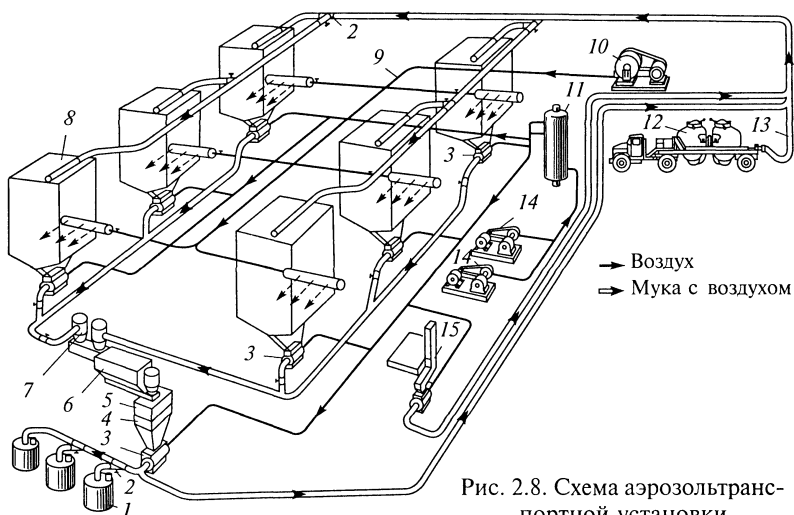


Рис. 2.8. Схема аэрозольтранспортной установки

ром 10 высокого давления по воздушной магистрали 9, снабженной запорной арматурой.

Под каждым бункером устанавливают роторный питатель 3, производительность которого регулируется изменением частоты вращения ротора. Для подачи сжатого воздуха предусмотрены компрессоры 14 и ресивер 11, служащий для выравнивания и стабилизации давления.

Роторными питателями 3 из бункера 8 мука подается в фильтры-разгрузители 7 и просеиватель 6. Затем через автовесы 5 она поступает в промежуточную емкость 4 и роторным питателем подается по мукопроводу в производственные бункеры 1.

При поступлении муки в мешках предусмотрена установка 15, состоящая из приемного бункера пылесоса и шнека для подачи муки в питатель.

При использовании пневмотранспортных устройств сырье перемещается по следующей схеме: доставка сырья → подача сырья в материалопровод → перемещение сырья по основной магистрали материалопровода → направление сырья с основной магистрали в ответвлениях к силосам, бункерам и т.д. → разделение аэро-смеси.

**Доставка муки.** На хлебопекарные и макаронные предприятия при использовании бестарного хранения сырья доставка муки, как правило, осуществляется автомуковозами.

Автомуковоз (рис. 2.9, а) состоит из тягача 1, на котором размещена компрессорная установка 2, и полуприцепа 10 с двумя бункерами 5. Муку загружают в бункеры 5 через люк 6 с герметизированными крышками, а выгружают через трубу 8, присоединяемую при помощи гибкого шланга 9 к продуктопроводу мучного склада.

Муку выгружают с помощью компрессора автомашины, закрытого ограждением. Электродвигатель компрессора подключают к электросети предприятия. Из ресивера 4 по трубе 7 магистрали 3 воздух поступает в верхнюю часть бункера, а по трубе 11 — в аэрируемое днище 12.

Бункер автомуковоза 13 (рис. 2.9, б) закрывается верхней сферической крышкой 4, которая по периметру прижимается к резиновой прокладке 14, уложенной в углублении кольца 15, которое приварено к бункеру и образует верхний люк. Сферическим шарниром 5 крышка 4 крепится к рычагу 3, который поворачивается вокруг пальца 2, установленного в приваренной к бункеру серьге 1. На свободном конце рычага 3 имеется прорезь, куда входит фигурный винт 10, шарнирно закрепленный на серьге 12 пальцем 11. С помощью гайки 6, снабженной рукоятками 7, подшипником 8 и подушкой 9, крышка 4 герметично закрывается. Сферический шарнир 5 обеспечивает равномерное распределение усилия затяжки по контуру резиновой прокладки 14.

При разгрузке бункера сжатый воздух по трубе 19 поступает в сферическое днище 20, болтами прикрепленное к бункеру. Герме-

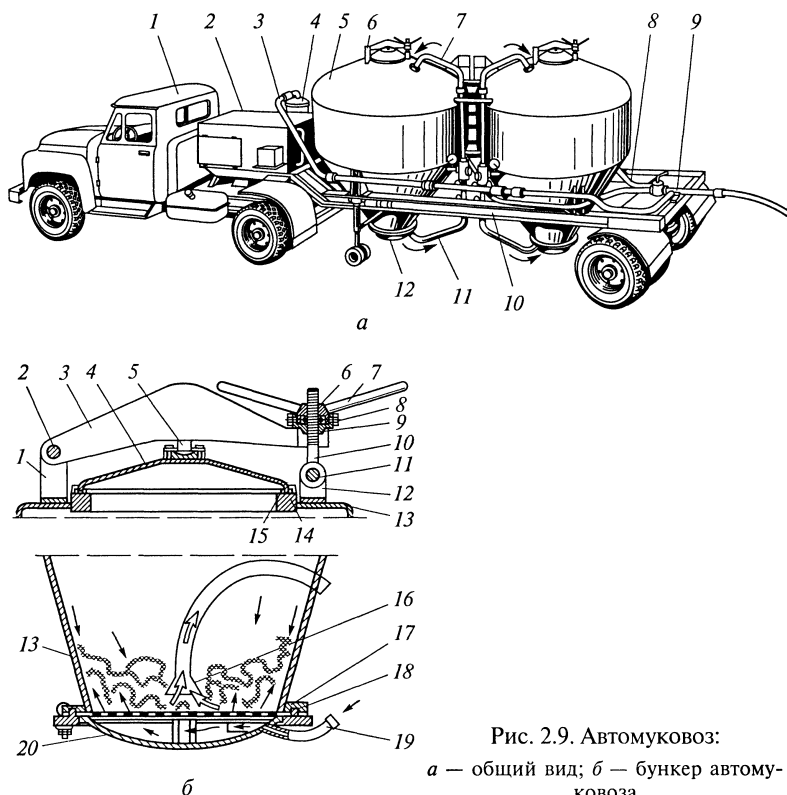


Рис. 2.9. Автомуковоз:

*а* — общий вид; *б* — бункер автомуковоза

точность соединения обеспечивается резиновой прокладкой 18. Между бункером и днищем расположен бельтинг 17. Аэрируемая через бельтинг мука поступает через конус 16 в изогнутую трубку и выводится из бункера.

**Подача муки в мукопровод.** Для подачи муки из автомуковоза в мукопровод аэрозольтранспортной установки применяется *разгрузочный рукав*, изготовленный из прорезиненной ткани с металлическими спиралями. На обоих концах рукава имеются наконечники, каждый из которых снабжен тремя крюками и винтовой гайкой, присоединяемыми к приемному щитку и автомуковозу. Для снятия статического электричества на рукаве предусмотрена цепочка. По окончании работы концы рукава закрываются заглушками.

Для присоединения гибкого разгрузочного рукава автомуковоза предназначен *приемный щиток*, представляющий собой сварной шкаф с четырьмя приемными патрубками и наконечниками. Подключение гибких шлангов к приемным патрубкам шкафа про-

изводится рычажными захватами. Рабочее давление в трубах составляет 0,15 МПа.

Для создания смеси муки и воздуха необходимой концентрации и последующего разгона смеси до скорости транспортирования необходимы *питатели* (рис. 2.10), которые работают при избыточном давлении, поэтому их необходимо хорошо герметизировать. В настоящее время наиболее широкое распространение получили два типа питателей: шлюзовые (роторные) и винтовые (шнековые).

Шлюзовой питатель (см. рис. 2.10, *а*) имеет две торцевые крышки 3 и лопастной ротор 1, закрепленный на валу 5 и вращающийся в подшипниках 4. Привод питателя осуществляется от электродвигателя через вариатор, червячный редуктор и цепную передачу. Вариатор позволяет плавно изменять частоту вращения ротора, что необходимо для достаточно точной дозировки (валки) муки, подаваемой в материалопровод.

При работе питателя мука через воронку 2 поступает в карманы ротора 1. Ротор, медленно вращаясь, подает муку в нижнюю часть корпуса питателя, ограниченную сверху лопастями ротора, а снизу — стенкой корпуса, образующими камеру, в которую входят патрубки, расположенные на одной оси, на двух торцевых крышках питателя. Патрубок 7 служит для подвода воздуха, патрубок 6 — для выхода смеси муки с воздухом.

Шлюзовые питатели сравнительно просты, малогабаритны, имеют небольшую массу. Основное достоинство шлюзовых питателей — малый расход энергии на привод; основной недостаток — большая утечка сжатого воздуха через неплотности. Герметичность

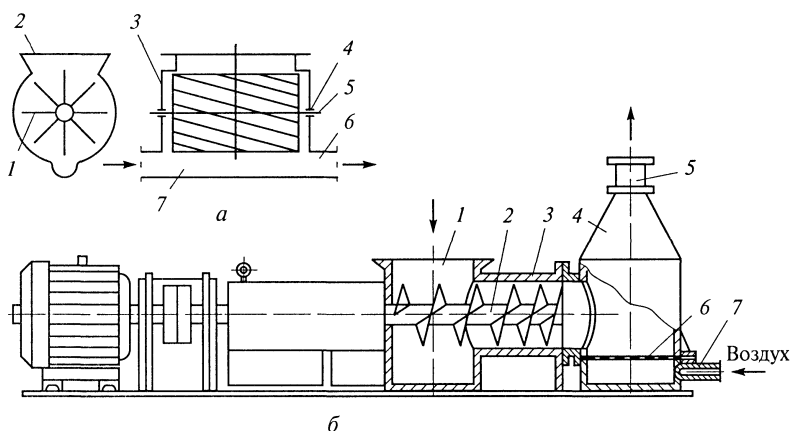


Рис. 2.10. Питатели:

*а* — шлюзовой, *б* — винтовой

шлюзовых питателей, зависящая от величины зазоров между корпусом и ротором, а также между ротором и крышками, сильно снижается вследствие деформации вала из-за большого перепада давления в зонах загрузки и выгрузки материала, что ведет к повышенному износу лопастей ротора. Для улучшения герметизации увеличивают жесткость конструкции, применяют регулируемые бронзовые накладки на лопасти, повышают точность обработки сопрягаемых поверхностей ротора и корпуса.

Шлюзовые питатели рекомендуется применять при избыточном давлении до 0,07 МПа.

Винтовой питатель (см. рис. 2.10, б) внутри цилиндрического корпуса 3 содержит консольный вал 2, который переходит в винт с пятью витками переменного шага, уменьшающегося в направлении к аэрокамере 4. Аэрокамера разделена пористой перегородкой 6, состоящей из 6...8 слоев бейтинга. Нижняя часть аэрокамеры имеет патрубок 7 для подвода сжатого воздуха, а верхняя — патрубок 5 для подачи смеси в материалопровод. Мука в питатель поступает через загрузочный патрубок 1 и винтом перемещается в направлении аэрокамеры, уплотняясь напорными витками; при входе в аэрокамеру мука образует пробку, препятствующую выходу сжатого воздуха из аэрокамеры в загрузочный патрубок.

Сжатый воздух подают в нижнюю часть аэрокамеры под пористую перегородку. Проходя через нее, воздух равномерно распределяется по всему сечению мелкими струйками, что обеспечивает хорошую аэрацию выдавливаемой в камеру муки.

Винтовые (шнековые) питатели нашли широкое применение благодаря простой конструкции, способности обеспечивать непрерывную и равномерную подачу муки, а также сравнительно небольшим габаритам и малой массе. В отличие от шлюзовых в винтовых питателях утечка воздуха не превышает 10...15%, что достигается главным образом в результате образующейся пробки из материала на входе в аэрокамеру.

**Перемещение сырья по основной магистрали материалопровода.** Для внутризаводского транспортирования муки предназначены *материалопроводы*, состоящие из труб, отводов, разъемных беззаступных муфт. Для материалопроводов применяются трубы стальные бесшовные, холоднотянутые и холоднокатанные.

Для создания в пневмотранспортной системе перепада давления, обеспечивающего движение в ней воздушного потока с определенными параметрами, применяют *воздуходувные машины*, которые являются основным элементом пневмотранспортной системы. Работа воздуходувных машин определяет надежность работы всей установки.

К воздуходувным машинам (нагнетателям) предъявляют следующие требования: высокая производительность при возможно малом расходе энергии, постоянная производительность при из-

меняющихся режимах сети, надежность в работе, компактность, простота обслуживания.

Для пневмотранспортных установок в качестве воздуходувных машин используют поршневые или ротационные компрессоры, а также воздуходувки (газодувки). По сравнению с поршневым у ротационного компрессора имеются следующие преимущества: небольшие габаритные размеры, простота обслуживания, возможность установки непосредственно в производственных помещениях, отсутствие потребности в охлаждающей воде. Использование того или иного компрессора вызывает необходимость применения дополнительного оборудования — воздухоочистителя и воздухохранилища, составляющих в комплексе компрессорную станцию. Компрессорная станция (рис. 2.11) состоит из двухступенчатой поршневой машины 4 с V-образным расположением цилиндров и водяным охлаждением, водомаслоотделителя 3 с холодильником, воздухохранилища (ресивера) 2 и водомаслоотделителя 1 вторичной очистки. Атмосферный воздух через воздушный фильтр засасывается компрессором, сжимается поршнями в цилиндрах и после охлаждения поступает для очистки в маслоотделитель, затем в воздухохранилище, который служит для аккумуляции и выравнивания давлений в пневмосети. Окончательная очистка воз-

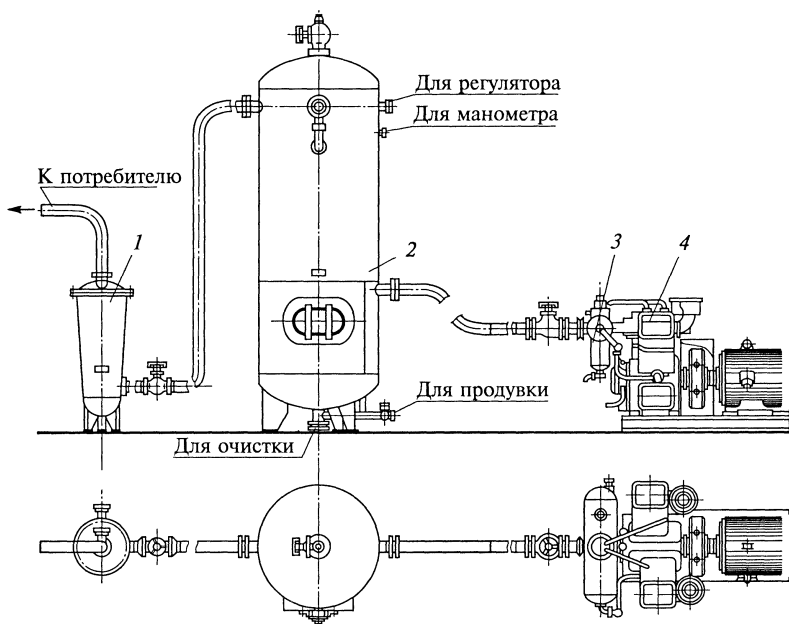


Рис. 2.11. Компрессорная станция

духа происходит в воздухоочистителе 4. Очищенный воздух подается к питателям.

Воздуходувки (газодувки) являются наиболее перспективными генераторами сжатого воздуха в установках для бестарного хранения муки. Преимуществами воздуходувок по сравнению с компрессорной станцией являются: отсутствие в воздухе примесей масла, простота обслуживания, меньшие габаритные размеры и расход электроэнергии. Принцип ее действия заключается в механическом переносе воздуха поршнями со стороны всасывания на сторону нагнетания и идентичен действию шестеренного насоса: два ротора одинакового профиля расположены на параллельных валах, вращение которых синхронизирует пара стальных цилиндрических шестерен.

При использовании воздуходувок схема транспортирования сырья значительно упрощается: шахта с всасывающим фильтром — воздуходувка — потребитель.

Для ориентировочных расчетов следует принимать, что при необходимом давлении в пневмотрассе 30...50 кПа используют одну воздуходувку; при давлении 55...75 кПа — две последовательно работающие воздуходувки; при более высоком давлении (до 130 кПа) — поршневые компрессоры. Большую величину давления в мукопроводах допускать не следует во избежание нарушения герметичности системы.

Поскольку работа воздуходувных машин сопровождается вибрацией, их следует устанавливать на виброизолирующих опорах. Это позволяет снизить величину колебаний опорных строительных конструкций.

Для глушения аэродинамического шума в воздуховодах, примыкающих к воздуходувной машине, необходимо использовать мягкие вставки и специальные глушители, которые представляют собой участки воздуховодов с двойными стенками, пространство между которыми заполнено звукопоглощающим материалом. В качестве звукопоглощающего материала в глушителях применяют вату, капроновое волокно, войлок и др.

**Направление сырья с основной магистрали ответвления.** Для направления смеси муки и воздуха с основной магистрали в ответвления к силосам, бункерам и разгрузителям необходимы переключатели. В хлебопекарной и макаронной промышленности используют двух-, трех- или шестипозиционные переключатели с электромеханическим или пневматическим приводом.

*Двухпозиционный переключатель с электромеханическим приводом* (рис. 2.12, а) состоит из корпуса 12, пробки 9, электродвигателя 4 с редуктором 3 и конечного выключателя 6. В корпусе имеются три цилиндрических отверстия — 1, 5, 8, причем отверстие 8 расположено под углом 45°. В пробке 9 имеется одно отверстие, расположенное эксцентрично (на 17,5 мм) по отношению к ее оси

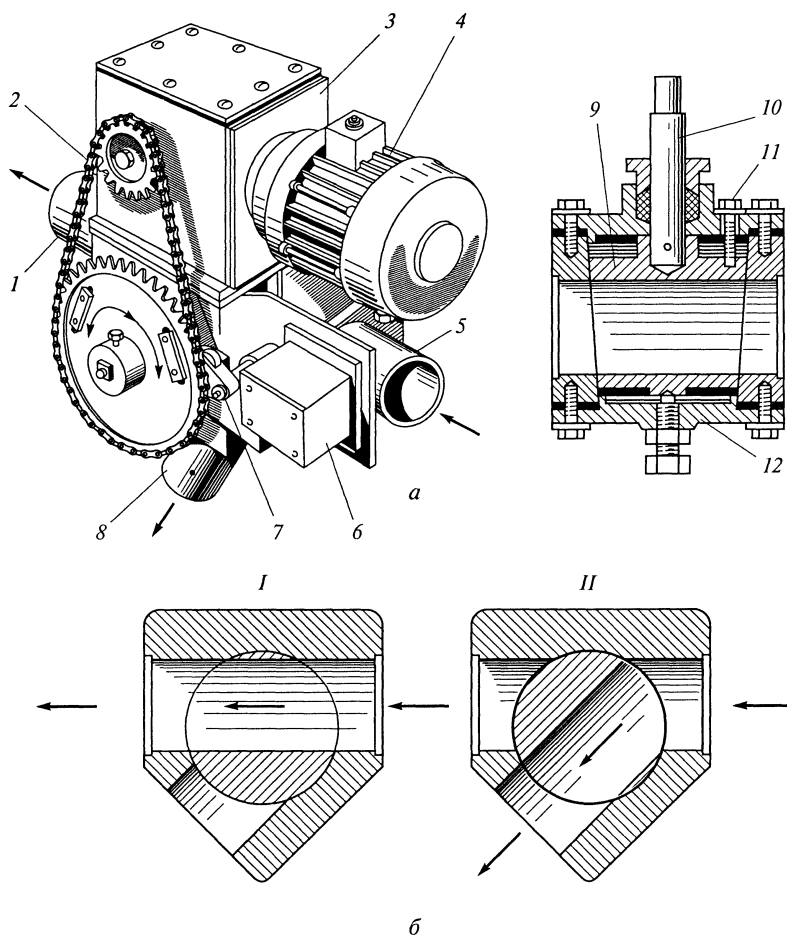


Рис. 2.12. Двухпозиционный переключатель с электромеханическим приводом:

*a* — общий вид; *б* — схема положения пробки при работе переключателя

вращения. Пробка поворачивается от электродвигателя 4 посредством цепной передачи 2 через пробковую цапфу 10. Пробка может перекрыть проход муки или занять одну из двух позиций: *I* и *II* (рис. 2.12, *б*). В положении *I*, когда оси отверстий пробки и корпуса совпадают, мука из подводящей трубы 5 может быть направлена в отводящую трубу 1. В положении *II* подводящая труба 5 через отверстие в пробке совпадает с отводящей трубой 8. Прекращение поворота пробки обеспечивается конечным выключа-

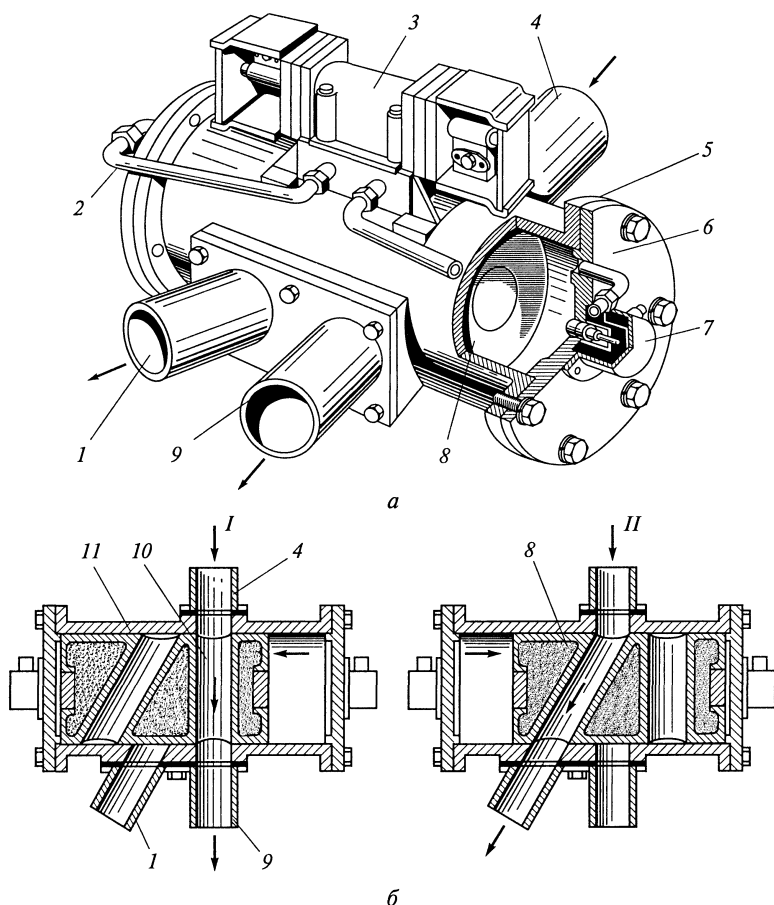


Рис. 2.13. Двухпозиционный переключатель с пневмоприводом:  
*а* — общий вид; *б* — схема перемещения поршня

телом 6, на роликовый рычаг 7 которого воздействуют пластинки, прикрепленные к звездочке, закрепленной на пробковой цапфе 10. Установка пробки в то или иное положение обеспечивается реверсированием электродвигателя. Пальцем 11 фиксируются крайние положения пробки 9.

*Двухпозиционный переключатель с пневматическим приводом* (рис. 2.13, *а*) состоит из корпуса 5 с присоединенными к нему подводящим патрубком 4 и отводящими патрубками 1 и 9. Внутри корпуса находится поршень 8 с двумя каналами 10 и 11, сходящимися под углом. Поршень перемещается сжатым воздухом в ту

или иную сторону в зависимости от того, из какого золотника 7 по трубе 2 в цилиндр 6 подается сжатый воздух из распределительной коробки 3. Как показано на рис. 2.13, б (поз. I), канал подводящего патрубка 4 через отверстие 10 поршня совпадает с каналом отводящего патрубка 9. При перемещении поршня вправо (поз. II) канал подводящего патрубка 4 будет совпадать через наклонное отверстие канала 11 в поршне с каналом отводящего патрубка 1.

**Разделение аэросмеси.** Для разделения аэросмеси, состоящей из транспортируемого сыпучего сырья и воздуха, и для удаления отработанного воздуха служат фильтры. По конструктивным признакам они подразделяются на фильтры-разгрузители и встряхивающиеся.

**Фильтр-разгрузитель** (рис. 2.14) включает в себя две основные части: нижнюю и верхнюю. Нижняя часть состоит из конического циклона 6, удаляющего муку из системы через осевое разгрузочное отверстие, и короткого цилиндра 5 с приемным патрубком 7 для поступления аэросмеси. Верхняя часть представляет собой цилиндр 3 с закрепленными над ним крышкой 2 и рычагом 1, к которому на пружине подвешен фильтрующий стакан 4.

Работа фильтра-разгрузителя заключается в следующем. Продукт с помощью питателя подается в виде воздушно-продуктовой смеси в приемный патрубок 7 фильтра и разделяется в нем: частицы продукта оседают в конический циклон 6, а запыленный воздух проходит через ткани фильтрующего стакана 4, освобождаясь от содержащейся в нем пыли.

Ткани фильтрующего стакана очищаются при периодическом встряхивании, в результате чего осевший на внутренней поверхности ткани продукт попадает внутрь циклона к разгрузочному отверстию. Воздушный фильтр может быть самостоятельно смонтирован на бункерах, силосах или другом оборудовании.

**Встряхивающийся фильтр** (рис. 2.15) предназначен для очистки воздуха от мучной пыли, образующейся при транспортировании муки в бункеры. Он представляет собой раму 2 с кожухом, на котором расположены жалюзи. Внутри рамы смонтированы фильтрующие рукава 4,

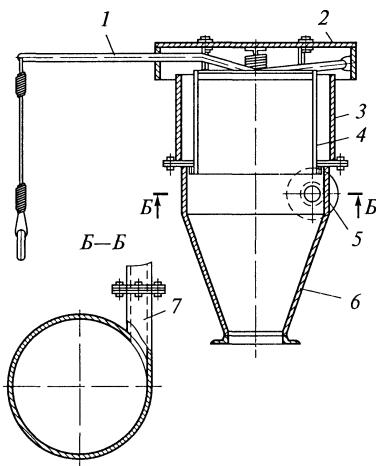


Рис. 2.14. Фильтр-разгрузитель

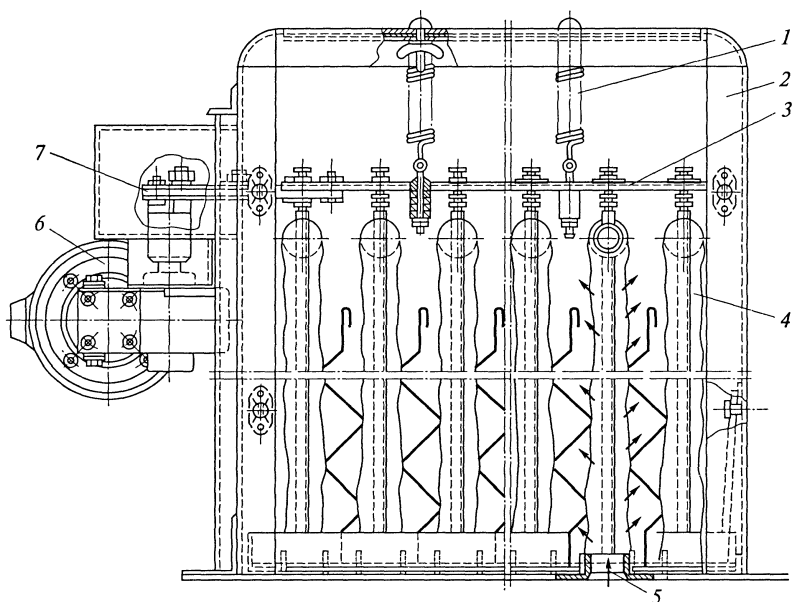


Рис. 2.15. Встряхивающийся фильтр

неподвижно закрепленные в нижней части на патрубках 6, в которые поступает из бункера воздух, смешанный с мукой. Верхняя часть рукавов глухая и закреплена на доске 3, которая подвешена к раме на пружинах 1. Левый край доски соединен с эксцентриком 7 приводного устройства 6.

Для работы фильтра включают привод 6, и эксцентрик 7 передает колебательное движение на доску 3, а следовательно, и на верхние концы фильтрующих рукавов 4. Рукава встряхиваются, и осевшая на их внутренней поверхности мука осыпается в бункер, на котором они установлены. Привод встряхивания фильтрующих рукавов включают на 10...30 с после каждого цикла работы фильтра. Фильтрующие рукава встряхивают, когда воздушно-мучная смесь не поступает в фильтр.

Фильтр подбирают по величине необходимой фильтрующей поверхности, определяемой как отношение количества воздуха, подлежащего очистке в единицу времени, к допускаемой удельной нагрузке  $q$  на ткань, которую принимают равной  $(1,67 \dots 2,5) \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ . Сопротивление фильтров зависит от нагрузки на ткань.

Несмотря на то что матерчатые фильтры имеют высокую эффективность очистки (99,9%), применение их ограничивается такими недостатками, как нестабильность работы вследствие не-

удовлетворительной очистки рукавов при встряхивании, большой подсос воздуха через шлюзовую затвор и в моменты обратных продувок (до 30 %), громоздкость при эксплуатации, высокая стоимость.

**Основы безопасной эксплуатации пневмотранспортных установок.** При эксплуатации пневмотранспортных установок необходимо учитывать, что твердые частицы муки, взвешенные в воздухе, составляют дисперсную систему — аэрозоль. Мука — хороший диэлектрик, ее удельное сопротивление составляет  $10^{10} - 10^{12}$  Ом/см. Мучные продукты в виде аэрозолей хорошо генерируют заряды статического электричества при движении в потоке воздуха, при ударе о металлическую поверхность, раздроблении.

Опасным для возникновения взрыва является наличие минимального количества взвешенной муки в воздухе — так называемый нижний взрывоопасный предел концентрации. Он может возникнуть при влажности муки 14 %, зольности 1,5 % и концентрации в пределах 20 ... 100 г на 1 м<sup>3</sup> воздуха. Температура самовоспламенения мучной пыли 39 °С. Особенно высока опасность возникновения взрыва в пневмотранспортных установках, так как в процессе движения по материалопроводам мука интенсивно электризуется.

Электрические потенциалы заряженных частиц муки и материалопроводов достигают больших значений (десятков тысяч вольт) и зависят от скорости движения аэрозоля, концентрации частиц и степени их измельчения. Накопление таких зарядов может привести к взрыву и пожару. Поэтому при эксплуатации бестарных установок особое внимание следует уделить вопросам надежного заземления всех элементов аэрозольтранспортной установки.

Чтобы предотвратить возникновение высокого потенциала электростатического заряда при пневматическом транспортировании муки в бестарных установках на хлебозаводах и макаронных фабриках, необходимо соблюдать следующие требования:

металлические трубопроводы должны быть заземлены;

оборудование и механизмы, являющиеся источниками возникновения опасных потенциалов статического электричества, т.е. дозаторы муки, металлические емкости, шнеки, питатели и т.п., должны быть заземлены;

фланцевые соединения трубопроводов должны быть шунтированы гибкими перемычками, а матерчатые фильтры прошиты тонкой медной проволокой и заземлены;

параллельно расположенные трубопроводы для выравнивания потенциала и предотвращения искрения должны быть соединены между собой перемычками через каждые 20 ... 25 м;

смотровые вставки из органического стекла в материалопроводах и прорезиненные шланги должны быть шунтированы с внутренней и наружной сторон, а наконечник шланга должен быть

выполнен из металла, не дающего искры при ударе (бронза, алюминий);

автомуковозы в момент разгрузки должны присоединяться к общезаводской сети защитного заземления.

Мучные склады должны быть оборудованы системой аспирации, а в местах наибольшего выделения мучной пыли должны быть установлены пылесосы и вытяжные зонты. Для предотвращения распыла муки необходимо обеспечить герметичность технологического оборудования — на крышках люков, бункеров, норий должны быть уплотняющие прокладки. Мукопроводы должны иметь герметичное соединение.

Одним из недостатков, иногда имеющих место при эксплуатации аэрозольтранспортных установок, являются завалы в мукопроводах. Для их предотвращения необходимо соблюдать последовательность пуска и останова аэрозольтранспортных линий: при пуске сначала производится продувка сжатым воздухом в течение 1...2 мин всей линии от питателя до приемной емкости, после чего мука загружается в мукопровод; при останове сначала прекращают подачу муки и продувают линию (в течение 1 мин) до полного удаления муки.

Для обеспечения ликвидации завалов (пробок) муки при монтаже мукопроводов устанавливают продувочные штуцеры перед коленами, двойными и простыми отводами, а также перед каждым разветвлением. При использовании центральных компрессорных станций для обслуживания двух одновременно работающих питателей или более перед каждым устанавливают регулятор расхода и давления воздуха.

### Контрольные вопросы

1. Можно ли использовать пневматическое транспортирование для сахара-песка?

2. В чем преимущества пневмотранспортных, в частности аэрозольтранспортных, устройств?

3. Какие недостатки характерны для пневмотранспортных установок всасывающего типа?

4. Как определяют момент окончания разгрузки бункера автомуковоза?

5. Какие требования предъявляют к воздушодувным машинам пневмотранспортных установок?

6. При каких расчетных давлениях следует использовать поршневые компрессоры?

7. В чем преимущества и недостатки шлюзовых питателей?

8. Какова температура самовоспламенения мучной пыли?

9. В чем заключается недостаток матерчатых фильтров?

10. Какая концентрация смеси характерна для аэрозольтранспортных установок?

## 2.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИЕМА И ХРАНЕНИЯ СЫРЬЯ

Как уже было сказано (см. подразд. 2.1), основное (сыпучее) сырье хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств (сахар-песок, мука, какао-бобы, сухие молоко и сливки) перевозят и хранят бестарным способом.

Вспомогательное сырье (жиры, молочные продукты, фрукты и др.) поступает на предприятия в бочках, картонной таре, а также бестарным способом. Для бестарного приема, хранения и транспортирования вспомогательного сырья применяют специальные установки, которые позволяют механизировать основные операции.

При бестарном приеме и хранении сыпучего сырья его направляют в силосы, которые в зависимости от их назначения подразделяются: на складские для хранения больших количеств; приемо-раздаточные (проходные), устанавливаемые на предприятиях для приема и кратковременного хранения в них двух- или трехсменного запаса; внутрицеховые, которые являются промежуточными емкостями.

Для создания нормальных условий хранения силосы снабжают системами для притока свежего воздуха и вентилирования сырья.

Для бестарного транспортирования сыпучего сырья применяют пневмотранспортные или механические устройства.

При пневмотранспортировании силосы комплектуют необходимым оборудованием для приема сырья, подачи его в смеси с воздухом в материалопровод (питатели) и переключения потока сырья с помощью переключателей; емкостями для хранения сырья; фильтрами и генераторами сжатого воздуха.

При механическом транспортировании сыпучего сырья россыпью применяют шнековые, скребковые конвейеры и ковшовые элеваторы.

Силосы для приема, хранения и транспортирования сырья комплектуют также вспомогательным оборудованием: пылесосами, мешкоочистителями и др.

При тарном приеме и хранении грузы транспортируют ленточными конвейерами, гравитационными спусками и погрузчиками.

**Установки для бестарного приема, хранения и комбинированного транспортирования сахара-песка с промежуточным подсушиванием.** Если влажность сахара-песка превышает 0,02...0,04 %, то при хранении в силосах он может слеживаться, что резко ухудшает возможность его разгрузки и транспортирования. В этом случае перед загрузкой в силосы сахар-песок подсушивают.

Схема бестарного приема, хранения и транспортирования сахара-песка с промежуточным подсушиванием представлена на рис. 2.16. Контейнеры 1 снимают с автомобиля 18 погрузчиком 17,

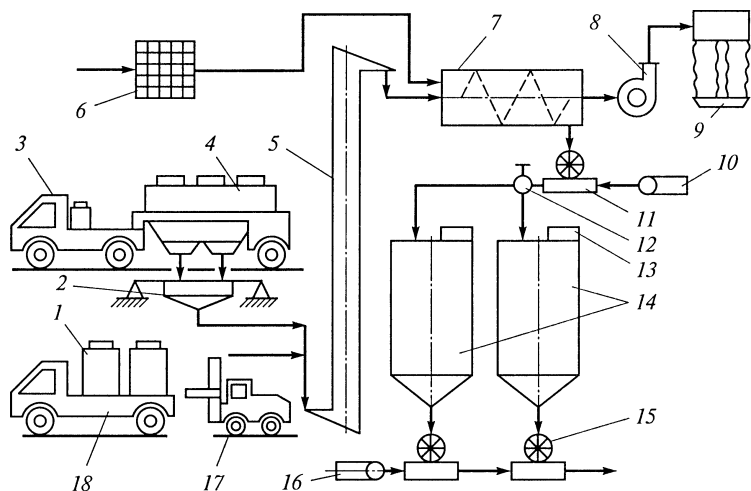


Рис. 2.16. Схема бестарного приема, хранения и транспортирования сахара-песка с промежуточным подсушиванием

раскрывают, и сахар-песок поступает в ковшовый элеватор 5. Из разгрузочной головки элеватора 5 сахар-песок направляется в цилиндрическую сушилку 7, куда поступает горячий воздух от калорифера 6. Увлажненный воздух из сушилки отсасывается вентилятором 8. Частицы сахара, уносимые вентилятором, осаждаются в рукавном фильтре 9.

Подсушенный сахар-песок из сушилки через ротаторный питатель 11 поступает в пневмосистему, смешивается с воздухом, нагнетаемым воздуходувным устройством 10 (компрессором, воздуходувкой и др.), и переключателем 12 направляется в один из силосов 14, снабженных фильтрами 13. Силосы 14 разгружаются роторными питателями 15 в пневмосистему, куда компрессором 16 подается воздух.

Если сахар-песок поступает на предприятие в бункере 4 сахаровоза 3, то в этом случае он разгружается в весовой бункер 2, а затем поступает в ковшовый элеватор 5.

**Установки для приема, хранения и транспортирования сыпучего сырья.** Сыпучие продукты (отруби, крахмал, мука) хранятся в силосах (рис. 2.17). Силос 6 предназначен для измельченной крошки, которую получают из возвратных отходов, силосы 7, 8 — для отрубей, силосы 9 — для муки.

Мука поступает на предприятие автомуковозом 5 и через гибкий шланг по продуктопроводам (см. подразд. 2.1.3) подается в силосы 9 для хранения.

Обычно автомуковозом транспортируется мука, необходимая в большом количестве для производства хлеба, макарон и мучных кондитерских изделий. Отруби и крахмал поступают на предприятие в мешках. В этом случае мешки распарывают и подают в мешкоопрокидыватель 4. Сыпучий продукт направляется в центробежный просеиватель 3, где от него отделяются магнитные и немагнитные примеси, которые после отделения попадают в сборник 2. Очищенный продукт из промежуточного бункера 1 поступает в роторный питатель, куда компрессором через двухпозиционный переключатель 17 подается сжатый воздух. Сыпучий продукт смешивается с ним (соотношение 200 кг продукта на 1 кг воздуха) и в псевдоожиженном состоянии подается в предназначенный для него силос 7. Таким же образом при отсутствии автомуковоза могут быть заполнены и мучные силосы.

Возвратные отходы измельчают в мельнице 18 и с помощью роторного питателя подают в предназначенный для них силос 6.

Каждый силос снабжен фильтром, который обеспечивает выход очищенного воздуха из силоса, а также указателями верхнего и нижнего уровня и виброразгрузочным устройством.

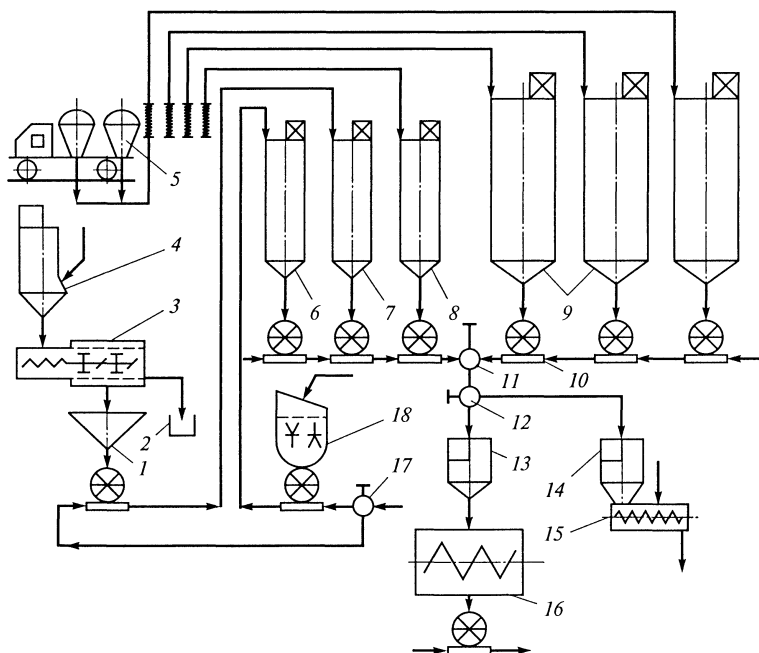


Рис. 2.17. Схема бестарного и тарного приема, хранения и транспортирования муки, крахмала и отрубей

При разгрузке сыпучий продукт из каждого силоса проходит через открытую заслонку, смешивается с воздухом в роторном питателе (например, 10) и через двухпозиционные переключатели 11 и 12 направляется в весовой дозатор 13 или 14.

Весовой дозатор 13 служит для отмеривания порции муки, крахмала, отрубей и мучной крошки, которые затем поступают в смеситель 16, предназначенный для приготовления мучной смеси. Весовой дозатор 14 предназначен для отмеривания порций муки, которая затем поступает в шнековый смеситель 15, где смешивается со стружкой размягченного жира, в результате чего получается отделочная жиромучная смесь, предназначенная в случае необходимости для слоения ленты теста.

**Установки для бестарного хранения какао-бобов с применением механического и комбинированного транспортирования** (рис. 2.18). Какао-бобы можно транспортировать как механическим (шнеки, скребковые конвейеры), так и комбинированным (шнеки, скребковые конвейеры и аэрозольтранспортные установки) транспортом. Схема механического транспортирования представлена на рис. 2.18, а.

Какао-бобы из растаренных мешков, пройдя через приемную воронку нории 1, поступают на автоматические весы 5. После взвешивания какао-бобы направляются в сортировочно-очистительную машину 4. Примеси от какао-бобов собираются в мешках 2. Отсортированные какао-бобы поступают в приемник нории 3, поднимаются вверх и с помощью скребкового конвейера 6 и распределительных устройств загружаются в силосы 7, из которых по мере необходимости через разгрузочные устройства 8 они пода-

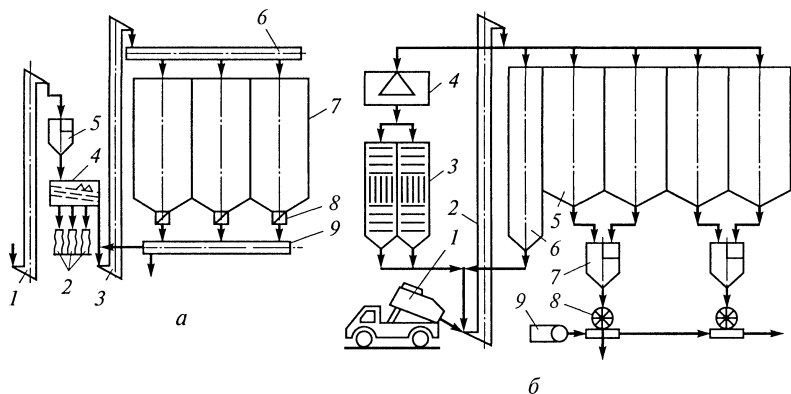


Рис. 2.18. Схема бестарного хранения какао-бобов:

а — с механическим транспортированием; б — с комбинированным транспортированием

ются в скребковый конвейер 9, направляющий их на переработку, или в приемник нории 3. Таким способом какао-бобы могут переместиться из одного силоса в другой. Управление работой всех механизмов склада бестарного хранения какао-бобов осуществляется дистанционно с диспетчерского пульта.

На рис. 2.18, б представлена схема комбинированного транспортирования какао-бобов. Какао-бобы выгружают из автомашин 1 на приемной площадке и засыпают в воронку ковшового элеватора 2. Поднятые им какао-бобы реверсивным конвейером могут быть поданы по двум направлениям. Незагрязненные и не зараженные шоколадной огневкой какао-бобы влажностью, не превышающей 8%, направляются в силосы 5. Какао-бобы засоренные, повышенной влажности или зараженные шоколадной огневкой перед загрузкой на хранение проходят предварительную обработку. Для этого они направляются в сепарационную очистительно-сортировочную машину 4, где происходит очистка от пыли, камней, металлопримесей и других загрязнений. Затем какао-бобы подсушиваются и охлаждаются в камере 3.

Такая обработка необходима, так как какао-бобы влажностью свыше 8% при продолжительном хранении в силосах легко подвергаются плесневению, что снижает их качество. Кроме того, при хранении такие какао-бобы могут образовывать комки.

После подсушивания какао-бобы по элеватору 2 спускаются в фумигационную камеру 6. Из последней обработанные какао-бобы вновь направляются в приемную воронку элеватора 2 и распределяются по силосам. Во избежание повторного заражения огневкой в дальнейшем какао-бобы хранят в условиях пониженной температуры.

Из силосов 5 какао-бобы разных сортов поступают на взвешивание в дозаторы 7 и далее через роторный питатель 8 — в пневмосеть, где они смешиваются с воздухом, нагнетаемым компрессором 9.

Силосы для хранения какао-бобов имеют прямоугольную (или круглую) форму, их монтируют из стандартных элементов, изготовляемых из листовой стали. Изнутри силосы покрывают слоем специальной краски и оборудуют спусками каскадного или спирального типа, препятствующими свободному падению и дроблению какао-бобов при загрузке камер. Для облегчения разгрузки и устранения трения и дробления какао-бобов через весь силос снизу вверх проходит центральная разгрузочная труба. Управление работой силосного хранилища осуществляется с пульта.

**Установка для бестарного приема, хранения и транспортирования жидкого жира.** Установка (рис. 2.19) состоит из двух емкостей 1 с мешалками, оборудованных подогревом; устройства для перекачки жира 2; фильтра 3 для очистки воздуха; двух расходных баков 4 с мешалками и подогревом и воздушного компрессора 5.

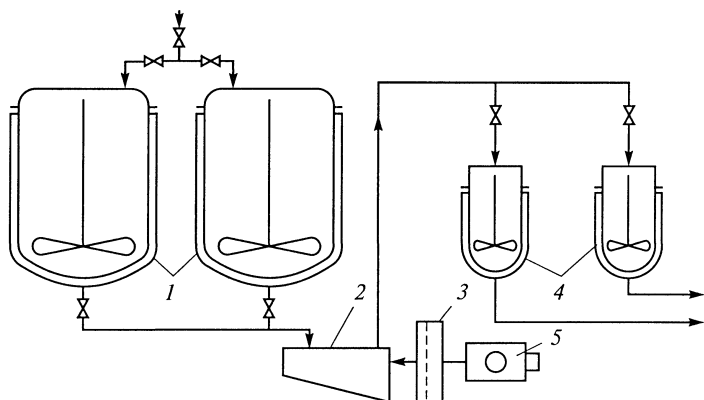


Рис. 2.19. Установка для бестарного приема, хранения и транспортирования жира

Емкость для хранения жира представляет собой резервуар вместимостью 2 м<sup>3</sup> из нержавеющей стали с пропеллерной мешалкой, пароводяной рубашкой. На съемной крышке аппарата установлены гильза для термометра и технологические штуцеры. Емкость оснащена автоматическим устройством для поддержания постоянной температуры жира в пределах 40...45 °С и автоматическим сигнализирующим устройством. Емкость освобождается от продукта через нижний спуск.

**Установка для бестарного приема, хранения и транспортирования молока и молочных продуктов.** Данная установка позволяет полностью механизировать прием, хранение и внутривозовское транспортирование молочных продуктов. Установка состоит из приемных резервуаров, насосов и расходных производственных емкостей.

Из автоцистерны 14 (рис. 2.20) по гибкому шлангу 13 насосом 12 молоко перекачивается в емкость 6, которая снабжена охлаждающей рубашкой. Температура холодной воды, поступающей в рубашку, не должна превышать 12...14 °С. Использованная вода не сливается в канализацию, а употребляется на технологические нужды предприятия. По мере необходимости молоко насосом 11 через сливной кран 7 подается на производство.

Освободившуюся емкость 6 необходимо периодически промывать. Для этого сначала при вращающихся соплах 5 (вертушка) из бака 1 насосом 2 через открытый кран 4 под давлением подают теплую воду. Полученные замывные воды через открытый кран 8 (при закрытых кранах 7 и 9) направляются для приготовления сиропов и т.п. Для тщательной промывки емкости в баке 1 готовят смесь из теплой воды и моющего средства. Растворение мою-

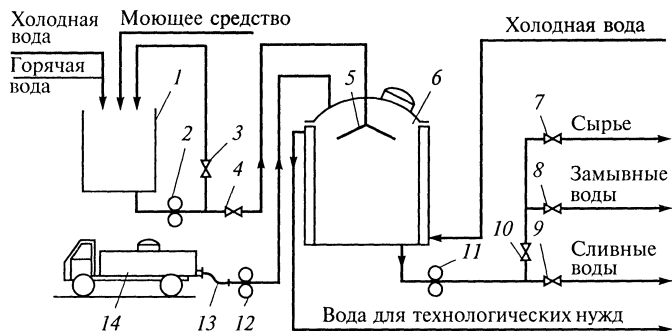


Рис. 2.20. Схема бестарного приема, хранения и транспортирования молока и молочных продуктов

шего средства в воде производят путем циркуляционной перекачки смеси насосом 2 через открытый кран 3 при закрытом кране 4. После этого кран 3 закрывают, открывают кран 4 и промывают емкость 6. Грязная вода перекачивается в канализацию насосом 11 через открытый кран 9 при закрытом кране 10.

Описанная схема бестарного хранения молока может быть использована и для приема жира, но при этом емкость не промывают, а в рубашку емкости 6 подают горячую воду. Для организации такой схемы на предприятиях применяют типовое, серийно выпускаемое оборудование.

**Установка для бестарного и тарного приема фруктово-ягодного сырья.** Если фруктово-ягодные заготовки поступают без тары, то они из машины 1 (рис. 2.21) попадают в емкость 2, откуда по мере необходимости насосом 3 перекачиваются в десульфитатор-шпаритель 7. Если заготовки поступают на предприятия в бочках 4, то бочки сначала обмывают теплой водой в бочкомылке 5, а затем ошпаривают кипятком для уничтожения микробов и бактерий на поверхности бочки. Очищенную бочку устанавливают в бочкоподъемник 6, выбивают верхнее днище и переворачивают над ворон-

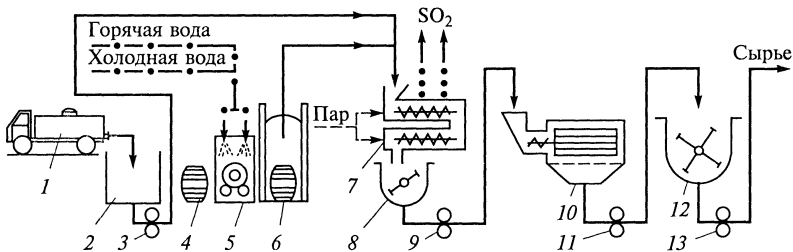


Рис. 2.21. Схема бестарного и тарного приема фруктово-ягодного сырья

кой десульфитатора-шпарителя 7. Здесь фруктово-ягодные заготовки размешиваются и пропариваются, благодаря чему из них удаляется оксид серы ( $\text{SO}_2$ ), который используется в качестве консерванта. Десульфитированная заготовка поступает в измельчитель 8, а оттуда насосом 9 перекачивается в протирочную машину 10. Протертая плодовая мякоть (пюре) из протирочной машины насосом 11 поступает в сборник 12, снабженный лопастным валом, вращение которого предотвращает расслаивание сырья. Насос 13 перекачивает подготовленное пюре к местам потребления.

Если фруктово-ягодные заготовки поступают несульфитированными, то их в десульфитатор-шпаритель 7 не подают.

### Контрольные вопросы

1. В чем преимущества бестарного приема и хранения сырья?
2. С какой целью подсушивают сахар-песок перед загрузкой его в бункеры?
3. Как принимают и хранят муку бестарным способом?
4. Как принимают и хранят какао-бобы бестарным способом?
5. Какие меры по сохранению молока и молочных продуктов принимают при бестарном способе приема и хранения?
6. Для чего устанавливают десульфитатор-шпаритель в схему бестарного приема и хранения фруктово-ягодного сырья?

## 2.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ДОЗИРОВАНИЯ СЫРЬЯ

### 2.3.1. Оборудование для подготовки сырья

Все сырье, кроме муки, поступающее на предприятие в сыпучем или структурированном виде, переводят в жидкое состояние. Полученные растворы, эмульсии и суспензии перекачивают в сборные баки, а из них — в дозаторы. Оборудование для подготовки сырья располагают в отдельных помещениях предприятия (растворных узлах).

**Оборудование для подготовки муки.** Подготовка муки к производству основывается на выполнении трех последовательных операций: смешивания, просеивания и очистки от металлических примесей.

Смешивание необходимо для выравнивания хлебопекарных качеств муки разных партий. Рецептуру смеси дает производственная лаборатория предприятия на основе опытных выпечек.

При бестарном хранении смешивание партий муки можно производить с помощью *дозаторов*, установленных под бункерами,

или с помощью *питателей*. При тарном хранении муки обычно применяют *мукосмесители*.

**Просеивание** является механическим процессом разделения сыпучего сырья на две фракции — проход и сход. Просеивание муки, как правило, носит контрольный характер, способствует ее разрыхлению и аэрации.

На эффективность работы просеивателей влияют многочисленные факторы, характеризующие форму и размер отверстий сита, его материал и скорость движения, а также параметры, описывающие свойства сыпучего материала.

Рабочим элементом просеивателей является сито. Оно может быть выполнено из металлической сетки, изготовленной из латунной или фосфористо-бронзовой проволоки, но может быть и штампованным. Сито характеризуется номером, который указывает размер стороны ячейки в миллиметрах. По форме сита могут быть плоскими или барабанными.

*Просеиватели с плоским ситом* имеют высокую производительность (до 8 т/ч с 1 м<sup>2</sup> поверхности сита), поэтому получили большее распространение на предприятиях большой мощности. Они могут использоваться для просеивания как муки, так и сахара-песка.

Производительность  $\Pi$  просеивателей с плоским ситом находят по формуле

$$\Pi = Bhv_0k\rho,$$

где  $B$  — ширина сита, м;  $h$  — высота слоя продукта на сите, м ( $h = 0,01 \dots 0,005$ );  $v_0$  — скорость перемещения продукта по ситу, м/с ( $v_0 = 0,1 \dots 0,2$ );  $k$  — коэффициент разрыхления ( $k = 0,5 \dots 0,7$ );  $\rho$  — плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>.

В просеивателях с плоским ситом рабочий орган совершает возвратно-поступательное движение в горизонтальной или колебательное (вибрационное) в вертикальной плоскости с амплитудой колебания от 0,3 до 1 мм и частотой колебания до 3000 в минуту.

Недостатками просеивателей данного типа являются повышенный уровень шума и значительный износ сита.

*Просеиватели с барабанным ситом* имеют две разновидности — с подвижным или неподвижным ситом.

Просеиватели с подвижным барабанным ситом в виде усеченной пирамиды, называемые пирамидальными буратами, используются в основном на предприятиях средней мощности. Просеиватели с неподвижным барабанным ситом получили распространение на малых предприятиях.

Просеиватель с подвижным барабанным ситом (рис. 2.22) имеет рабочий орган в виде шести- или пятигранного барабана 4, укрепленного спицами 6 на горизонтальном валу 5, расположенном в подшипниках скольжения 1.

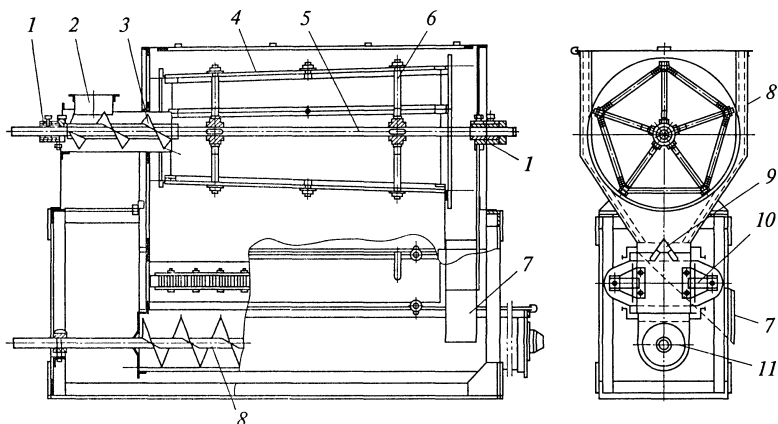


Рис. 2.22. Просеиватель с подвижным барабанным ситом

Грани барабана представляют собой съемные рамки, на которых натянуты плоские сита. Рамки укрепляются на каркасе барабана с помощью болтов. Барабан и все элементы бурата помещены в металлический корпус 8. Вал приводится во вращение от электродвигателя через червячный редуктор и ременную передачу.

Мука поступает через отверстие 2 и шнеком 3 перемещается внутрь барабана, который вращается с частотой  $40 \dots 60 \text{ мин}^{-1}$ . Просеянная мука рассекается на два потока щитками 9 и проходит мимо полюсов магнитов 10, которые очищают ее от ферропримесей. Далее мука поступает в шнек 11, который направляет ее в производство. Сход, перемещаясь вдоль барабана, поступает через канал 7 в сборник. Очистка и замена сит осуществляются путем снятия рамок с каждой грани барабана.

Недостатками таких просеивателей являются неполное использование ситовой поверхности барабана (рабочей является только  $1/6$  часть всей поверхности барабана), попадание муки в сход при перегрузке, забивание сит и низкая удельная производительность.

Производительность просеивателей с подвижными барабанными ситами рассчитывают по формуле

$$\Pi = \frac{\rho n \operatorname{tg} \alpha \sqrt{R^3 h^3}}{60},$$

где  $\rho$  — плотность продукта,  $\text{кг/м}^3$  (для хлебопекарной муки  $\rho = 550 \dots 600$ ; для макаронной  $\rho = 650 \dots 700$ );  $n$  — частота вращения барабана,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $\alpha$  — угол наклона оси барабана, град ( $\alpha = 5^\circ$ );  $R$  — радиус барабана, м;  $h$  — наибольшая высота слоя муки в барабане, м (обычно не более 0,05).

В просеивателях с неподвижным барабанным ситом движение сырья, необходимое для эффективного просеивания, обеспечивается механическими побудителями. Рабочий орган такого просеивателя (рис. 2.23) выполнен в виде двух неподвижных барабанных сит.

Внутреннее сито 5 имеет круглые отверстия ( $d = 1,5$  мм) по всей цилиндрической поверхности и предназначено для задержа-

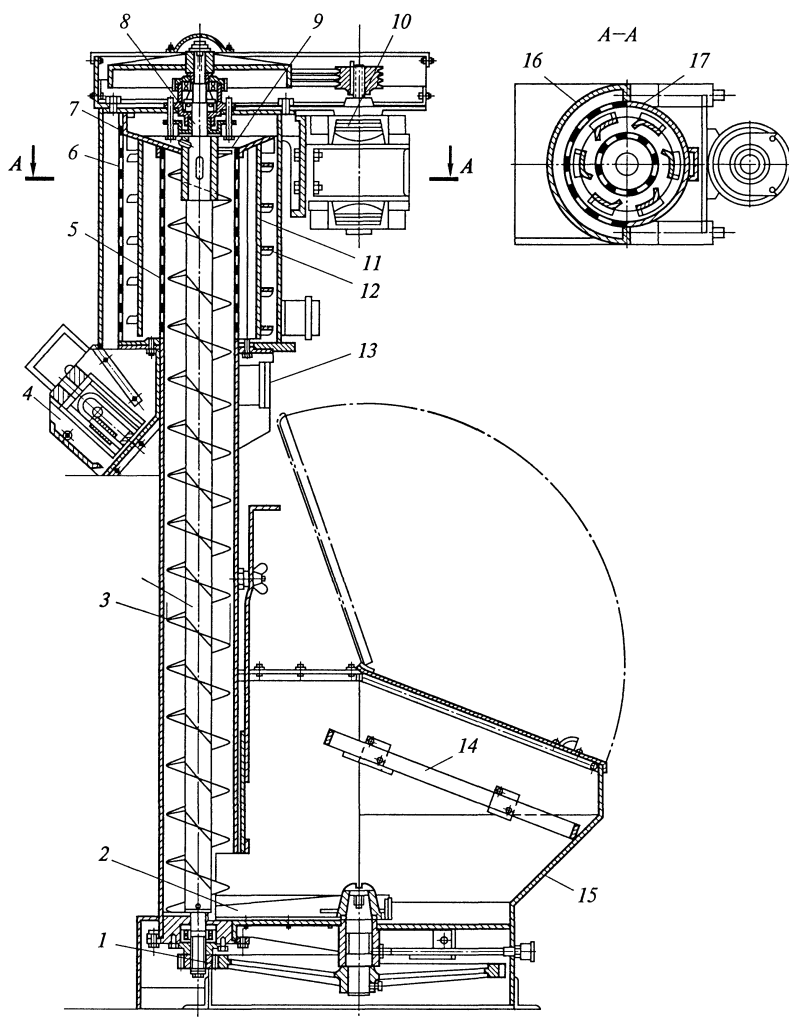


Рис. 2.23. Просеиватель с неподвижным барабанным ситом

ния более крупных примесей, а наружное сито 6 имеет отверстия только на съемной полуцилиндрической поверхности, которая закрыта сплошным кожухом 16. Задняя полуцилиндрическая стенка 17 наружного сита выполнена из сплошного металлического листа. В верхней части вала 8 вертикального шнека 3 укреплен конус 7, к которому приварено шесть вертикальных пластин 11 с укрепленными на них по винтовой линии лопатками 12 и двумя винтовыми лопастями.

Подача и просеивание муки производятся вертикальным шнеком, вал которого приводится в движение от электродвигателя 10 через клиноременную передачу. От вала шнека через зубчатую передачу 1 приводятся в движение спиральные лопасти 2.

Мука для просеивания подается в приемный бункер 15 через предохранительную решетку 14. Спиральные лопасти, захватывая и перемешивая муку, направляют ее к вертикальному шнеку, который поднимает ее вверх и просеивает через внутреннее сито. Затем лопатки вторично просеивают муку через наружное сито. Окончательно просеянная мука проходит через полюса магнитов 4 для улавливания ферропримесей и далее направляется для последующих операций. Крупные примеси, не прошедшие через внутреннее сито, выталкиваются шнеком через отверстие 9 на поверхность вращающегося конуса и центробежной силой сбрасываются в вертикальный канал, откуда поступают в сборник 13. Примеси, задержанные внешним ситом, поднимаются вверх лопатками и выбрасываются через тот же канал в сборник.

Для обеспечения безопасного обслуживания просеивателя предусмотрена электроблокировка, размыкающая контакты, установленные под предохранительной решеткой и кожухом 16, при снятии которых размыкается цепь электродвигателя и машина останавливается.

Достоинствами просеивателя с неподвижным ситом являются компактность и высокая производительность. Недостаток этой машины заключается в том, что в результате протирания муки через сито не исключены возможность дробления и проход совместно с мукой частиц схода.

На предприятиях малой мощности используются более простые конструкции просеивателей с одним барабанным неподвижным ситом и удалением частиц схода вручную. В просеивателе МПМ-800М (рис. 2.24) подъемником 9 мешок с мукой подается к загрузочному бункеру 7, в который постепенно, по мере его опорожнения, высыпает содержимое мешка. На бункере смонтирована предохранительная решетка 6. Мука из бункера крыльчаткой 8 подается на шнек 4, вращающийся в трубе 5. Шнек перемещает муку к просеивающей головке 1, в которой расположено сито 2, насаженное на вал шнека 4. Мука под действием центробежных сил проходит через отверстия в сите 2 и с помощью скребков 3 направляется к

разгрузочному лотку 19. Проходя над блоком магнитов 18, мука очищается от случайно попавших в нее металлических частиц.

Сито выполнено легкосъемным для возможности его быстрой замены и очистки. Состояние сита проверяется через каждые полчаса работы машины и при необходимости вручную очищается от схода. Для очистки вращающегося сита съемный диск 21 снабжен скребками 20. При работе машины просеивающая головка 1 закрепляется крышкой 22.

Привод машины смонтирован внутри станины 10. Он состоит из электродвигателя 17 и двух ременных передач. Ремень 15 с помощью шкивов 14 и 16 передает вращение шнеку 4, а ремень 12 с помощью шкивов 11 и 13 осуществляет привод крыльчатки 8.

Производительность  $\Pi$  (кг/с) просеивателей с неподвижными ситами зависит от площади  $F$  (м<sup>2</sup>) сита:

$$\Pi = qF,$$

где  $q$  — удельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> сита; по опытным данным для пшеничной муки  $q = 2,9$  кг/(м<sup>2</sup>·с), для ржаной  $q = 2,36$  кг/(м<sup>2</sup>·с).

Очистка сыпучего сырья от металлопримесей выполняется как контрольная операция с помощью магнитных уловителей, встраиваемых в зону движения проходových фракций просеивателей. Причина появления металлопримесей — истирание мельничных валков, самотечных металлических труб, сит и т. п. Допустимое количество металлопримесей в муке составляет 3 мг/кг.

Процесс магнитного сепарирования сыпучего сырья и примесей. В результате намагничивания появляется сила притяжения частиц к полюсам источника внешнего поля. В магнитных уловителях используют неоднородные по напряженности поля, которые создаются соответствующей формой и расположением полюсов магнитной системы.

Магнитные уловители выполняются в виде поворотных или съемных секций, в которых может содержаться от 6 до 12 магнитов, расположенных в шахматном порядке или рядами вплотную.

Толщина слоя муки, проходящей под магнитом, не должна превышать 10 мм. Во избежание сбивания металлопримесей, находящихся на полюсах, скорость движения сырья не должна превы-

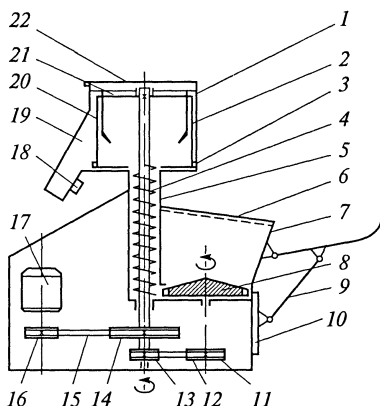


Рис. 2.24. Просеиватель МПМ-800М

шать 0,5 м/с. Расстояние между магнитами и противоположной плоскостью не должно превышать 8... 10 мм.

Необходимое число магнитов определяется исходя из общей необходимой длины магнитных заграждений. Эта длина устанавливается из расчета 2 см на каждую тонну муки максимальной суточной пропускной способности линии.

**Оборудование для подготовки соли.** В зависимости от сорта изделий содержание соли в тесте составляет 1...2,5% общего количества муки. Соль при замесе теста вводится в виде насыщенного раствора, подготовленного в солерастворителе.

В производство солевой раствор поступает после фильтрования. В качестве фильтров используют ткань, песок и гравий. Характерной особенностью солевого раствора является его коррозирующее действие, поэтому для защиты от коррозии емкости и трубопроводы должны покрываться антикоррозионными материалами или полностью изготавливаться из них. В качестве таких материалов применяют глазурованные плитки, нержавеющую сталь, бакелит, полиэтилен, полиметилметакрилат.

На рис. 2.25 представлен *солерастворитель камерного типа*, используемый на хлебопекарных предприятиях малой и средней мощности. Он представляет собой прямоугольный металлический бак 2, облицованный внутри керамическими плитками. Бак разделен перегородкой 8 на два отделения. В крышке одного отделения установлена загрузочная воронка 1 для соли, в другом отделении расположен рамочный фильтр 6 для очистки солевого раствора, представляющий собой

металлическое оцинкованное сито или два-три слоя мешковины, натянутых на деревянную раму.

В верхнюю часть перегородки вставлена изогнутая трубка 7, через которую солевой раствор переливается из первого отделения во второе. В нижней части обоих отделений бака имеются патрубки 4 для периодической очистки бака от грязи. Вода для растворения соли подается в бак по трубе 3 с двумя отрезками, имеющими сверху и сбоку отверстия диаметром 3 мм.

Работа солерастворителя осуществляется следующим образом. Соль загружают в бак 2 до уровня загрузочной воронки 1,

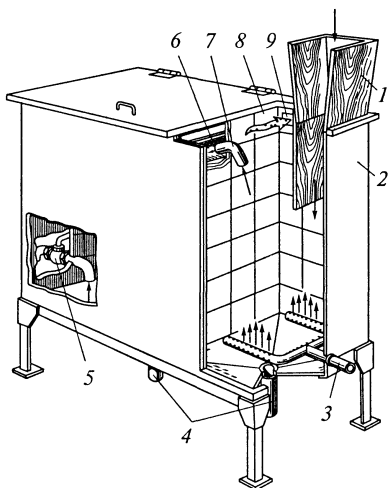


Рис. 2.25. Солерастворитель камерного типа

после чего открывают кран на трубе 3, через которую вода поступает в солерастворитель. Вода, пройдя через столб соли, насыщается, и полученный раствор соли переливается по трубке 7 во второе отделение через фильтры. Пену в случае образования снимают через отверстие 9. По мере надобности отфильтрованный раствор направляют на производство через кран 5.

Для нормальной работы солерастворителя необходимо в первом отделении поддерживать определенный уровень соли (не ниже уровня раствора); в противном случае снижается концентрация раствора. Количество воды, подаваемой по трубе 3, регулируют краном соответственно расходу раствора. При установившемся процессе количество раствора, вытекающего из солерастворителя, будет постоянным с предельной концентрацией около 26 %.

**Оборудование для подготовки дрожжей.** Прессованные дрожжи при подготовке к производству размешивают в теплой воде, используя пропеллерные или лопастные *мешалки*. При необходимости применяют *установки для активации прессованных дрожжей*, что дает возможность снизить их расход и сократить продолжительность брожения тестовых полуфабрикатов. Принцип действия установок для активации дрожжей заключается в выдержке в течение 1...2 ч смеси разведенных прессованных дрожжей и заварке с добавлением белого активированного солода и небольшого количества соевой муки.

**Оборудование для подготовки сахара.** Подготовка сахара заключается в его очистке от посторонних примесей и растворении. Для просеивания сахара-песка применяются *машины с горизонтальным цилиндрическим ситом*.

Для растворения сахара-песка используются пропеллерные *мешалки*. Загрузка сахара и подача воды производятся через верхнюю крышку. Выпуск приготовленного раствора сахара из бака осушается через пробковый кран и сетчатый фильтр.

Для слива излишней воды установлена переливная труба. Слив воды после промывки бака производится через трубу, вмонтированную в днище. В таких же машинах производится разведение прессованных дрожжей.

Более высокую степень механизации имеет *установка для приготовления сахарных растворов* (рис. 2.26) концентрацией до 70 %, а также для подачи растворов в расходные баки и хранения в них. Во избежание кристаллизации сахарного раствора при получении 70%-ного сахарного раствора на 100 кг сахара и 43 л воды температурой 75...80 °С следует добавлять 8 л раствора соли плотностью 1,22 г/см<sup>3</sup>

В состав установки входят аппарат 2 с пневматическим подъемником 1, бак 4 для воды и бак для солевого раствора, расходные баки 6, передвижной компрессор 7, пневмоаппаратура и щит управления.

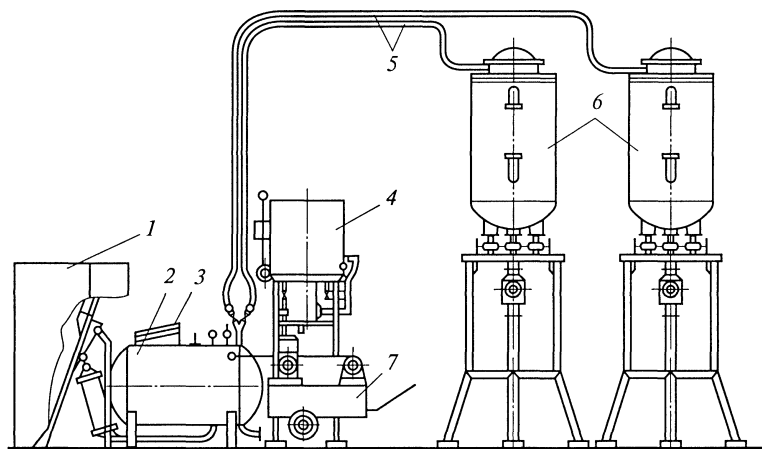


Рис. 2.26. Установка для приготовления сахарных растворов

Аппарат представляет собой емкость с теплообменной рубашкой. Внутри емкости расположен барботер для подачи воздуха. Снаружи емкости установлены предохранительный клапан, термометр и манометр для контроля температуры и давления внутри аппарата. В верхней части емкости имеется люк с открывающейся внутрь герметизированной крышкой 3.

Бак для воды представляет собой прямоугольную емкость, оборудованную трубчатыми электронагревателями для подогрева воды и термометром сопротивления с регулятором температуры воды.

Прямоугольный бак для солевого раствора имеет указатель уровня с мерной шкалой.

Расходные баки имеют теплообменную рубашку и оборудованы двойными фильтрами, указателями уровня и поплавковыми регуляторами уровня, отключающими подачу воздуха в аппарат при заполнении баков. Мешки с сахаром-песком вручную устанавливают в гнездо опрокидывателя. При включении пневмопривода мешок поднимается и устанавливается в наклонное положение, при этом одновременно открывается крышка 3 и сахар поступает внутрь аппарата. Одновременно в аппарат подаются вода и солевой раствор. Далее включается подача воздуха в аппарат через барботер, что способствует быстрому растворению сахара. Для предотвращения остывания раствора включается обогрев аппарата. По окончании растворения сахара закрывается крышка люка, в результате чего под давлением воздуха раствор из аппарата перемещается по трубам 5 в расходные баки 6. Готовый раствор из расходных баков подается в производство.

**Оборудование для подготовки жира.** При изготовлении некоторых изделий используется жир (маргарин, сливочное масло), который подается на замес теста в растопленном состоянии.

*Жирораствопитель* (рис. 2.27) состоит из бака 5 с коническим днищем и рубашкой 6, через которую пропускается горячая вода. Внутри бака установлен вертикальный вал 4 с конусным пропеллером 8. Вал приводится во вращение от электродвигателя 15 через ременную передачу 2 и зубчатую цилиндрическую пару 3 и конический фрикцион 1. Растопленный жир поступает из бака через пробковый кран 14 в бачок постоянного уровня 9, который снабжен водяной рубашкой 10. Постоянный уровень в этом бачке обеспечивается шаровым клапаном 13. Во избежание расслаивания жира мешалку не выключают до полного выпуска из бака растопленного жира. Жир из бачка постоянного уровня подается к тестомесильной машине через трехходовой кран 12 и кран 11. Отстой выпускается из бачка через кран 12.

Жир для растапливания загружают в бак на металлическую решетку 7, после чего включается электродвигатель, а через рубашку пропускается горячая вода. Растопленный жир поступает из бака через пробковый кран 14 в бачок постоянного уровня 9, который снабжен водяной рубашкой 10. Постоянный уровень в этом бачке обеспечивается шаровым клапаном 13. Во избежание расслаивания жира мешалку не выключают до полного выпуска из бака растопленного жира. Жир из бачка постоянного уровня подается к тестомесильной машине через трехходовой кран 12 и кран 11. Отстой выпускается из бачка через кран 12.

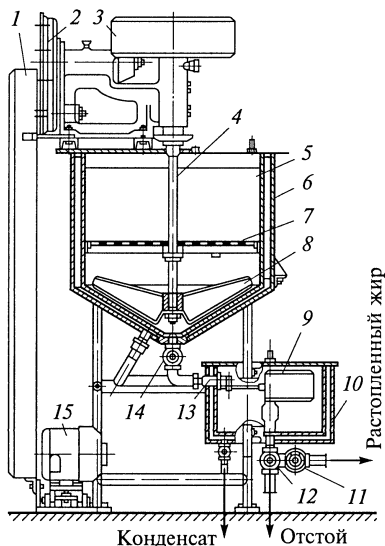


Рис. 2.27. Жирораствопитель

**Оборудование для подготовки яйцепродуктов.** Яйцепродукты (меланж, яичный порошок, яйца) используются как в хлебопекарной, так и макаронной промышленности.

Для предотвращения попадания бактерий, находящихся в большинстве случаев на поверхности скорлупы, яйца перед использованием дезинфицируют, а потом промывают водой. *Машина для обработки яиц* позволяет предварительно производить замачивание, хлорирование, мойку и облучение яиц.

Учитывая сложность и трудоемкость процесса подготовки яиц к внесению в тесто, более целесообразно использовать яичные обогатители в виде меланжа и яичного порошка.

**Оборудование для подготовки обогатительных и вкусовых добавок.** В макаронной промышленности в виде добавок используют яйцо- и томатопродукты, сухое молоко и др.

В установке для подготовки добавок (рис. 2.28) все предусмотренные рецептурой добавки поступают в бак-смеситель 1 через

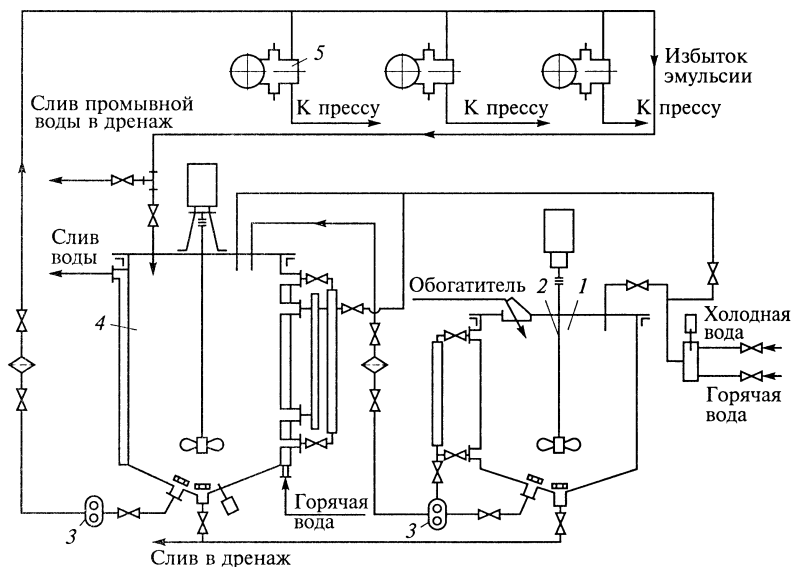


Рис. 2.28. Установка для подготовки вкусовых и обогатительных добавок

загрузочное отверстие, после чего в бак через трубопровод подают воду температурой не выше  $45^{\circ}\text{C}$  до отметки 200 л и включают пропеллерную мешалку 2. Через 5 мин мешалку отключают и доливают бак-смеситель водой до 500 л. Вновь включают мешалку и после 12 мин интенсивного перемешивания жидкость из бака-смесителя перекачивают насосом 3 в бак-сборник 4. Из последнего раствор или водная эмульсия добавок перекачивается насосом в коллектор к дозировочным насосам 5, которые установлены над тестосмесителями каждого пресса. Давление в рабочих трубопроводах поддерживается на уровне 500 кПа и регулируется вентилем, установленным над баком-сборником.

**Оборудование для подготовки воды.** Подготовка воды заключается, как правило, в нагреве (в зимний период при открытом хранении муки) или охлаждении (в летний период при усиленной механической обработке или замесе теста).

Получение теста определенной (заданной) температуры, оптимальной для дальнейших технологических операций, является одним из факторов, определяющих его свойства, условия протекания биохимических процессов при брожении и качество готовой продукции.

Так как основную массу опары и теста составляют мука и вода, а количество остальных ингредиентов (соли, сахара, дрожжей и др.) сравнительно невелико, то регулирование температуры по-

луфабрикатов в начале брожения сводится к регулированию температуры подаваемой на замес воды.

Для контроля и регулирования температуры воды, подаваемой на замес тестовых полуфабрикатов, для разведения прессованных дрожжей, при получении питательных смесей и другого используются *терморегуляторы дилатометрического и плунжерного типов*.

При подготовке воды необходимо учитывать, что используемая для замеса тестовых полуфабрикатов и растворения сырья питьевая вода, поступающая из системы городского водоснабжения, в ряде регионов страны может содержать повышенное количество поверхностно-активных веществ, ионов железа, марганца, кобальта и др. Как правило, содержание хлора в несколько раз превышает допустимые нормы. Поэтому воду целесообразно дополнительно очищать фильтрованием, кипячением или дистилляцией. Хорошие результаты можно получить при использовании для замеса кипяченой или дистиллированной воды с добавлением ионов кальция и магния, а также аскорбиновой кислоты. Очистка воды с помощью *полупроницаемых мембран* (метод обратного осмоса) способствует улучшению структурно-механических свойств полуфабрикатов, увеличению выхода хлеба и замедлению его черствения.

### 2.3.2. Оборудование для дозирования сырья

**Назначение и принцип действия дозирующих устройств.** Основное назначение дозирующих устройств — обеспечение заданного количества материала по массе (или поддержание заданного расхода компонента) с определенной точностью. Дозирование компонентов является одной из важнейших операций технологических процессов производства пищевых продуктов.

По структуре рабочего цикла дозирование бывает непрерывным или порционным, а по принципу действия — объемным или весовым.

При непрерывном объемном или весовом дозировании дозатор подает поток материала с заданным объемным или весовым расходом. При порционном дозировании происходит периодическое повторение циклов выпуска дозы (порции) компонента. Причем при порционном объемном дозировании дозирующее оборудование обычно отмеривает порцию при помощи мерной камеры заданного объема, а при порционном весовом дозировании отмеривается доза определенной массы.

Весовое дозирование, как правило, обеспечивает большую точность.

Объемное дозирование конструктивно является более простым, поэтому дозаторы, основанные на этом принципе работы, более

надежны. Применение объемного дозирования существенно упрощает процесс дозирования жидких компонентов. Вместе с тем объемное дозирование нередко характеризуется более значительной погрешностью, что в отдельных случаях может ограничить его применение.

Точность дозирования характеризует величину отклонений фактических доз или расхода от номинальных значений, т. е. величин, рассчитанных по производственной рецептуре. Отклонение при дозировании представляет собой сумму систематической и случайной погрешностей.

Систематическая погрешность постоянна по величине и знаку или меняется по определенному закону при подготовке контрольных проб. Причинами появления систематических погрешностей являются неправильная сборка и установка дозатора, неточная установка органов настройки дозы, отсутствие учета воздействия температурных и динамических факторов и др. Указанные причины можно предвидеть и полностью исключить.

Причинами случайных погрешностей являются колебания физико-механических свойств дозируемых компонентов (объемная масса, влажность, вязкость, текучесть и др.), изменения в подающих магистралях, техническое состояние оборудования.

По структурно-механическим характеристикам дозируемых компонентов выделяют дозаторы для сыпучих (мука, сахарная крошка, сахар-песок), жидких (вода, солевой и сахарный растворы, дрожжевые суспензии, жидкий жир и жировые эмульсии) и структурированных (меланж, заварка, закваска и другие маловязкие полуфабрикаты) компонентов.

**Дозаторы для сыпучих компонентов.** В зависимости от принципа действия дозаторы бывают объемные и весовые. Принцип действия объемных дозаторов (рис. 2.29) непрерывного действия для сыпучих материалов основан на подаче продукта из емкости (бункера) рабочим органом, совершающим вращательное, поступательное или возвратно-поступательное движение.

В производстве для непрерывного дозирования используются барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные и вибрационные дозаторы.

*Барабанный дозатор* (см. рис. 2.29, *а*) имеет рабочий орган 1, расположенный в корпусе 2, с несколькими карманами-ячейками, заполняемыми сыпучим материалом под действием силы тяжести. При регулировании производительности изменяют объем карманов или частоту вращения барабана. Из карманов материал поступает в выходной патрубок дозатора.

*Тарельчатый дозатор* (см. рис. 2.29, *б*) представляет собой горизонтальный вращающийся диск 1 (тарель), с которого материал сбрасывается скребком 2. Высота слоя материала регулируется передвижной манжетой 3, перекрывающей выходной патрубок бун-

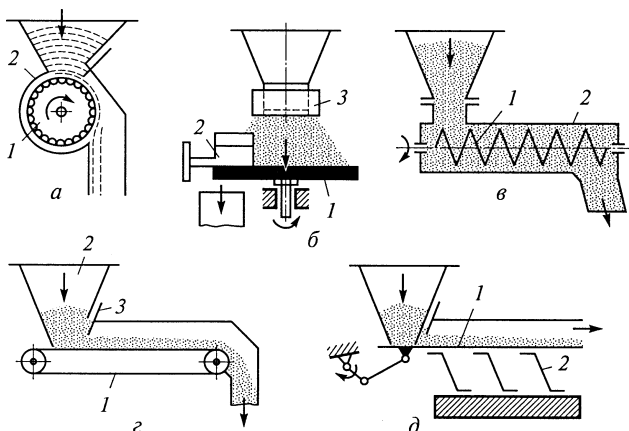


Рис. 2.29. Объемные дозаторы для сыпучих компонентов:  
 а — барабанный; б — тарельчатый; в — шнековый; з — ленточный; д — вибрационный

кера. Материал располагается на тарели усеченным конусом, размеры которого зависят от высоты расположения манжеты.

**Шнековый дозатор** (см. рис. 2.29, в) представляет собой короткий шнек 1 в кожухе 2, забирающий материал из бункера. Производительность дозатора может регулироваться частотой вращения шнека.

**Ленточный дозатор** (см. рис. 2.29, з) является коротким ленточным конвейером 1, расположенным под питающим бункером 2. Подачу материала можно регулировать перемещением заслонки 3 или изменением скорости конвейера.

**Вибрационный дозатор** (см. рис. 2.29, д) имеет рабочий орган в виде колеблющегося лотка 1, подвешенного на гибких опорах 2. При вибрации лотка сыпучий материал перемещается в продольном направлении.

К весовым дозаторам для сыпучих компонентов, работающим в периодическом режиме, относятся бункерный и ленточный дозаторы. В **бункерном дозаторе** (рис. 2.30, а) на концах малого плеча грузоприемного рычага 3 подвешен бункер 1 с открывающимся дном 2. Боль-

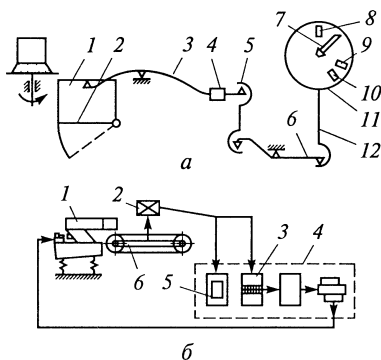


Рис. 2.30. Весовые дозаторы для сыпучих компонентов:  
 а — бункерный; б — ленточный

шое плечо при помощи тяг 5, 12 и промежуточного рычага 6 связано с циферблатным указательным прибором 11, на котором установлены датчики 9 и 10 грубой и точной массы, датчик 8 нулевого положения стрелки 7. На большом плече расположен противовес 4.

*Ленточный дозатор* (рис. 2.30, б) обеспечивает высокую точность дозирования сыпучих компонентов при непрерывных процессах производства.

Питатель 1 подает дозируемый продукт на короткий конвейер 6, движущийся с постоянной скоростью. Масса продукта на конвейере непрерывно преобразуется весовым устройством 2 в пропорциональный электрический или пневматический сигнал, который поступает в систему регистрации и автоматического управления 4, интегрирующий 5 и регистрирующий 3 приборы. Эта система обеспечивает заданную производительность питателя.

Системы автоматического непрерывного весового дозирования обладают гибкостью и хорошо сочетаются с современными средствами комплексной механизации и автоматизации производства и микропроцессорной техникой.

**Дозаторы для жидких компонентов.** Большинство дозаторов для жидких компонентов, кроме мембранного и бункерного, являются объемными. На рис. 2.31 изображены объемные дозаторы для жидких компонентов.

*Дроссельный дозатор* (см. рис. 2.31, а) представляет собой емкость 1, в которой при помощи поплавкового клапана 2 поддерживается постоянный уровень. Жидкость сливается по трубопроводу 3, на котором установлено дросселирующее устройство 4.

*Барабанный дозатор* (см. рис. 2.31, б) осуществляет непрерывное объемное дозирование жидких компонентов за счет формирования тонкого слоя на поверхности быстровращающегося барабана. Барабан 1, погруженный в емкость 2 постоянного уровня, должен вращаться со скоростью 2...3 м/с. Налипший слой жидкости скребком 3 направляется в тестомесильную машину.

*Поплавковый дозатор* (см. рис. 2.31, в) имеет мерную емкость 2, в которую жидкость поступает через электромагнитный клапан 6 и трехходовый кран 7. При наполнении емкости поплавков 1 поднимается вместе со стержнем 3. Когда отмерена заданная порция жидкости, контакт 4 замыкает цепь через неподвижный контакт 5, и электромагнитный клапан 6 закрывает доступ жидкости. Изменение дозы регулируется перемещением контакта 4 по стержню. После поворота крана 7 на 90° против часовой стрелки производится слив отмеренной порции.

*Черпаковый дозатор* (см. рис. 2.31, г) имеет мерные емкости, периодически погружающиеся в жидкость в баке постоянного уровня. После заполнения черпак 1 поднимается и за счет сил гравитации отмеренная порция сливается через трубку 2, на которой за-

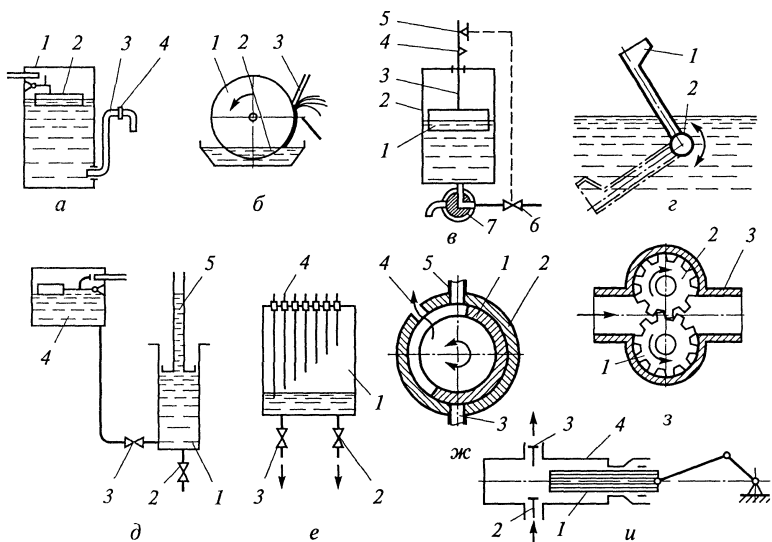


Рис. 2.31. Объемные дозаторы для жидких компонентов:

*а* — дроссельный; *б* — барабанный; *в* — поплавковый; *г* — черпаковый; *д* — фиксированного уровня; *е* — электродный; *ж* — стаканчиковый; *з* — шестеренчатый; *и* — поршневой

креплена мерная емкость. Заданный объем регулируется вытеснительными стаканами, помещенными внутри черпака.

*Дозатор фиксированного уровня* (см. рис. 2.31, *д*) работает по принципу заполнения мерной емкости *1* через впускной клапан *3* до уровня, соответствующего расположению жидкости в бачке *4* постоянного уровня. Слив набранной дозы производится через выпускной клапан *2*. Величина дозы регулируется путем вертикального перемещения трубки *5*.

*Электродный дозатор* (см. рис. 2.31, *е*) используется для порционного отмеривания растворов. В дозаторе этой конструкции фиксация уровня в мерной емкости *1* осуществляется с помощью системы электродов *4*. Впуск раствора производится через электромагнитный клапан *3*. По мере заполнения емкости уровень раствора повышается и доходит до включенного электрода. В этот момент клапан *3* закрывается. Слив дозы осуществляется через электромагнитный клапан *2*.

*Стаканчиковый дозатор* (см. рис. 2.31, *ж*) имеет два основных элемента: вращающийся стакан *1* и неподвижный корпус *2*. В корпусе выполнены отверстия *5*, *3* и *4* соответственно для подачи компонента, слива отмеренной дозы и удаления воздуха. При совпадении паза в стакане с отверстием *5* мерная емкость заполняется

дозированной жидкостью. После поворота стакана на  $180^\circ$  отмеренная доза сливается через отверстие 3.

*Шестеренчатый дозатор* (см. рис. 2.31, з) имеет две шестерни, одна из которых (ротор) 1 получает вращение от электродвигателя, другая (замыкатель) 2 — свободная, приводится в движение первой шестерней.

Ротор, вращаясь по часовой стрелке, передает движение замыкателью. Когда зубья шестерен выходят из зацепления, создается разрежение и происходит всасывание жидкости в корпус 3. Шестерни захватывают жидкость и перемещают ее в направлении вращения. Когда зубья вновь входят в зацепление в области нагнетательного патрубка, жидкость, находящаяся в полостях между зубьями и стенками корпуса, вытесняется в нагнетательный трубопровод.

*Поршневой дозатор* (см. рис. 2.31, и) работает следующим образом. При движении поршня 1 вправо в рабочей камере создается разрежение и жидкость через всасывающий клапан заполняет камеру. При движении поршня влево всасывающий клапан 2 закрывается, поршень давит на находящийся в рабочей камере жидкий компонент и последний через нагнетательный клапан 3 вытесняется в трубопровод.

К весовым дозаторам для жидких компонентов относятся мембранный и бункерный дозаторы периодического действия. *Мембранный дозатор* (рис. 2.32, а) состоит из емкости 1, вертикального стержня 3 с эластичной мембраной 2, весового механизма 4, контактной колодки 5, управляющей впускными и выпускными электромагнитными клапанами. Эластичные мембраны воспринимают давление столба дозируемого компонента и передают усилие на весовой механизм. Величина дозы регулируется установкой гири на весовом механизме.

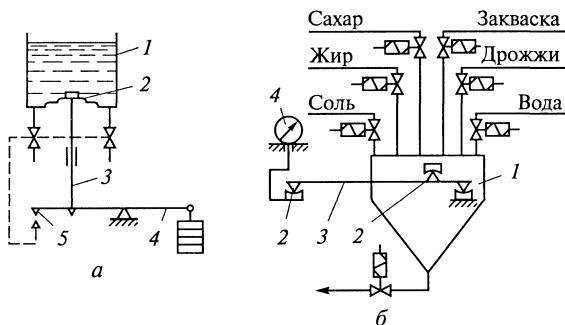


Рис. 2.32. Принципиальные схемы весовых дозаторов для жидких компонентов:

а — мембранного; б — бункерного

*Бункерный дозатор* (рис. 2.32, б) осуществляет последовательное многокомпонентное дозирование нескольких компонентов.

Компоненты поочередно через соответствующие клапаны подаются в приемный бункер-сборник 1, подвешенный на призматических опорах 2 к весовому рычагу 3. Рычаг одним концом опирается на неподвижные призмы, другим давит на тягу силоизмерителя 4, компенсирующего массу продукта.

Дозаторы различных жидких компонентов объединяются в дозирочные станции, которые представляют собой ряд дозаторов, смонтированных в единую установку, позволяющую производить поочередное или одновременное дозирование всех жидких ингредиентов.

Преимуществом дозирочных станций является возможность создания единых механизмов, устройств и схем управления для ряда дозаторов, а также компактность, позволяющая сократить занимаемую производственную площадь.

**Дозаторы для структурированных компонентов.** Дозирование структурированных компонентов связано с определенными трудностями, так как жидкие тестовые полуфабрикаты, заварки и закваски имеют выраженные структурные свойства, содержат значительное количество газовых включений, обладают аномалией вязкости, их плотность может меняться во времени.

Точность дозирования структурированных компонентов можно повысить путем проведения подготовительных операций, заключающихся в разрушении их структуры и стабилизации плотности. В установке для дозирования жидкой опары используется шестеренный насос, подающий опару в мерный цилиндр поршневого дозатора. Работа насоса обеспечивает механическое разрушение фрагментов клейковинного каркаса и повышение давления в подающей магистрали, что способствует растворению углекислого газа в жидкой фазе и, следовательно, стабилизации плотности и вязкости опары.

### Контрольные вопросы

1. Что характеризует номер сита?
2. Какие недостатки характерны для просеивателей с вращающимися ситами?
3. Как удаляется сход в просеивателях, используемых на предприятиях малой мощности?
4. Какими величинами ограничены толщина слоя муки и ее скорость движения в зоне установки магнитных уловителей?
5. Как очищается солевой раствор в солерастворителях камерного типа?
6. Как избежать возможной кристаллизации концентрированных (70%-ных) сахарных растворов?
7. Каковы причины появления систематических погрешностей дозирования?
8. Как регулируется производительность шнекового дозатора муки?

## 2.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ

Смешивание — это механический процесс образования однородного полуфабриката из отдельных компонентов: сыпучих, жидких и газообразных.

В машинах непрерывного действия может быть один или несколько одновременно работающих лопастных валов. Оборудование, применяемое для приготовления однородных масс, по принципу действия подразделяют на машины периодического и непрерывного действия; по типу рабочей камеры — на машины со стационарной камерой и подкатными дежами; по конструктивным признакам — на лопастные, роторные, пропеллерные и турбинные; по системе управления — на машины с ручным, полуавтоматическим и автоматическим управлением.

Машины периодического действия имеют горизонтальный, вертикальный или наклонный рабочий орган. В зависимости от траектории рабочих органов эти машины бывают с простым вращательным, планетарным и пространственным движением.

Получаемая при смешивании однородная масса может быть или тестообразной, когда смешивание помимо равномерного распределения исходных компонентов сопровождается биохимическими и коллоидными процессами, или взбитой массой, увеличенной в объеме за счет перемешивания сырья с воздухом (взбитые сливки, яичные белки, кремы и др.), поэтому оборудование для смешивания компонентов подразделяется на тестомесильные машины, машины для приготовления жидких полуфабрикатов и машины для приготовления взбитой массы.

**Тестомесильные машины.** По видуготавливаемых тестовых полуфабрикатов известны машины для замеса высоковязких пластичных масс влажностью 30...50 % и для приготовления текучих маловязких жидких опар, заквасок, питательных смесей и другого влажностью 60...70 %.

По интенсивности\* воздействия рабочих органов на обрабатываемую массу тестомесильные машины подразделяются на три группы: для интенсивного замеса ( $a = 25...40$  Дж/г); для замеса с усиленной механической проработкой ( $a = 9...11$  Дж/г); для обычного замеса ( $a = 2...4$  Дж/г). Увеличение степени механической проработки тестовых полуфабрикатов ускоряет процесс их созревания, улучшает структурно-механические свойства, газодерживающую и водопоглощающую способность.

*Тестомесильная машина периодического действия для интенсивного замеса* (рис. 2.33) пшеничного и ржано-пшеничного теста может устанавливаться в агрегатах для приготовления теста ускоренным способом, а также работать автономно. Машина состоит

---

\* Величина удельной работы замеса  $a$  (Дж/г).

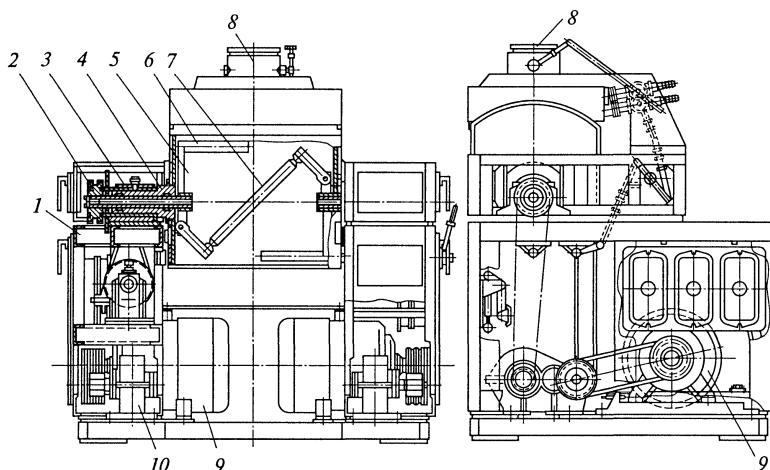


Рис. 2.33. Тестомесильная машина периодического действия для интенсивного замеса

из стационарной месильной емкости 5 с полуцилиндрическим днищем, изготовленной из нержавеющей стали. Внутри емкости расположен месильный орган, состоящий из двух крестовин 6, соединенных между собой штангой 7. Каждая из крестовин укреплена на отдельном шлицевом валу 2, который расположен в опорах 3 и поворотных цапфах 4.

Каждая крестовина месильного органа имеет самостоятельный привод и вращается от трехскоростного электродвигателя 9 через клиноременную передачу, цилиндрический редуктор 10 и зубчатую цепную передачу. Натяжение цепи осуществляется с помощью натяжного устройства. Благодаря принятой конфигурации месильного органа масса теста в процессе замеса перемещается по сложной траектории, в результате чего обеспечивается его интенсивная механическая обработка. Над месильной емкостью 5 установлена неподвижная крышка, укрепленная на кронштейне. Для обеспечения герметизации крышка и месильная емкость имеют совместное лабиринтное уплотнение. В крышке расположены патрубков 8 с шибером для загрузки муки и два штуцера с кранами для подачи в емкость жидких компонентов.

Прекращение подачи муки и жидких компонентов в емкость производится поворотом шибера и кранов через систему рычагов. Выгрузка теста по окончании замеса осуществляется поворотом месильной емкости вокруг горизонтальной оси на угол  $120^\circ$ .

В процессе замеса теста емкость закрепляется в горизонтальном положении фиксатором при помощи рукоятки. Все элементы машины смонтированы на станине 1, состоящей из двух стоек и

основания. Управление работой машины осуществляется от отдельно стоящего блока управления, смонтированного в правой стойке станины.

Замес теста на машине производится в трех режимах движения месильного органа по заранее заданной программе в зависимости от хлебопекарных свойств муки. Частота вращения месильного органа составляет соответственно 60, 90, 120 мин<sup>-1</sup>. Продолжительность работы на каждой скорости обуславливается свойствами сырья. Суммарное время замеса на трех скоростях варьирует от 2,5 до 3 мин. При необходимости замес может осуществляться в автоматическом режиме на двух скоростях. Необходимое время обработки на соответствующей скорости устанавливается при помощи реле, расположенного на панели пульта управления.

Тестомесильные машины непрерывного действия используются в составе тестоприготовительных агрегатов и имеют стационарную емкость в виде одной или двух рабочих камер с месильными органами разнообразной формы, вращающимися на горизонтальном валу.

*Тестомесильная машина для усиленного механического замеса* (рис. 2.34) предназначена для опары и теста из пшеничной и ржаной муки в широком диапазоне влажности (33...54 %).

Рабочая камера машины имеет корытообразный корпус 8, изготовленный из нержавеющей стали, внутри которого расположен центральный вал 10. На валу соосно закреплены месильные элементы. Первые по ходу движения теста три элемента выполнены в виде винтовых крыльчаток 9 (зона смешивания), остальные четыре — в виде плоских дисков 7 (зона пластифицирования).

Съемный блок 3 состоит из шести перегородок. Сверху корпус закрыт перфорированной крышкой 4, что дает возможность наблюдать за процессом замеса.

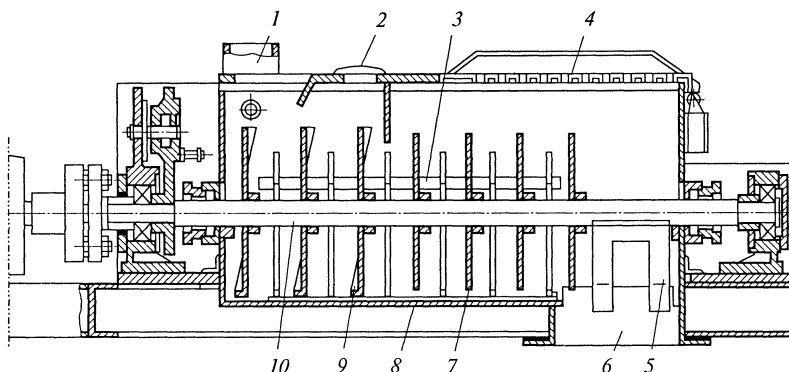


Рис. 2.34. Тестомесильная машина для усиленного механического замеса полуфабрикатов

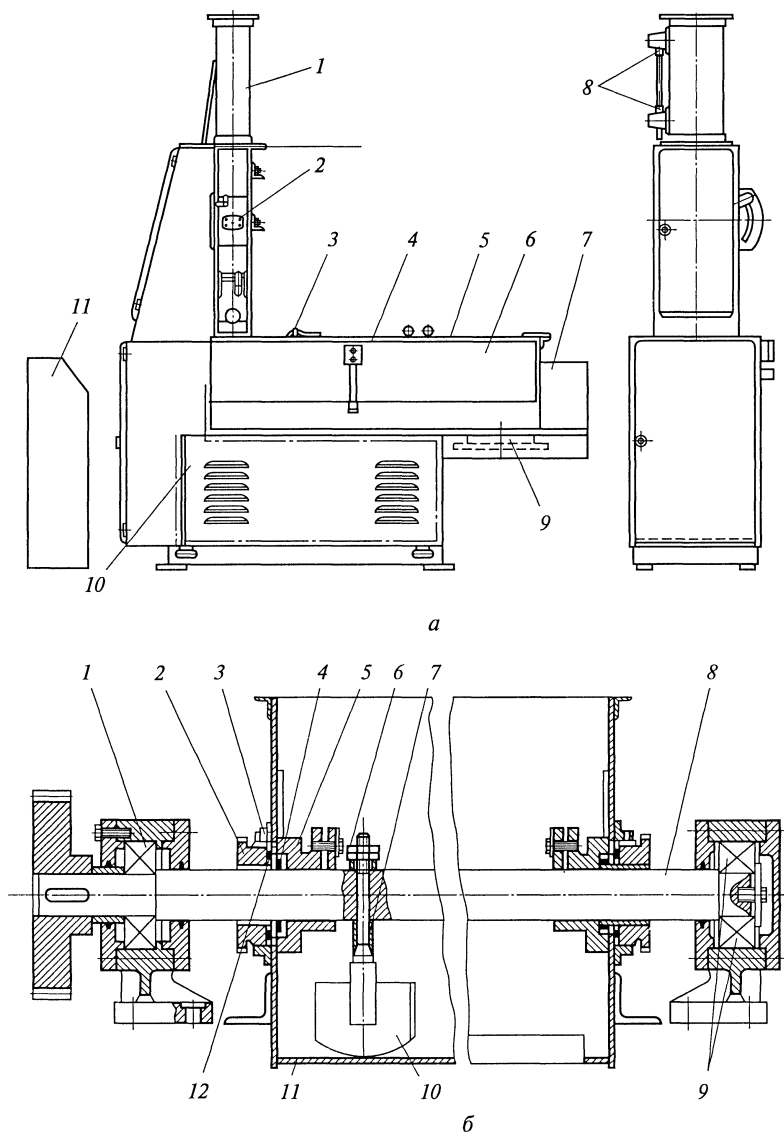


Рис. 2.35. Тестомесильная машина непрерывного действия  
для обычного замеса теста:

*a* — общий вид; *б* — месильная емкость

Жидкие компоненты вводят через патрубок 1, структурированные компоненты (закваски, заварки) — через патрубок 2. Мука из дозатора поступает в переднюю часть рабочей камеры, где она смешивается винтовыми крыльчатками с жидкими компонентами при одновременном перемещении вдоль вала.

Вращающиеся плоские диски в сочетании с блоком перегородок и корпусом камеры обеспечивают усиленную проработку и пластификацию массы. Неподвижный скребок 5, установленный между валом и разгрузочным патрубком, способствует ускоренной выгрузке готового теста. Выход готового теста осуществляется через патрубок 6.

*Тестомесильная машина непрерывного действия для обычного замеса* используется в бункерном тестоприготовительном агрегате и состоит (рис. 2.35, а) из станины 7, емкости 6 для замеса, питателя 1 с ворошителем и сигнализаторами уровня муки 8, барабанного дозатора муки 2. Емкость для замеса сверху закрыта двумя крышками 4 и 5 из органического стекла. Крышка 4 укреплена на съемной крышке 3, изготовленной из нержавеющей стали. В крышке 3 имеются отверстия для подвода и подачи жидких компонентов и опоры. Выгрузка замешенной опары или теста производится через отверстие 9. Электродвигатель и все приводные механизмы закрыты ограждениями 10, в которых имеются открывающиеся двери. Управление работой машины осуществляется с пульта управления 11.

Емкость для замеса 11 (рис. 2.35, б) имеет корытообразную форму и изготовлена из нержавеющей стали. Внутри емкости в выносных подшипниках качения 1 и 9 расположены два параллельных вала 8, на которых укреплены съемные месильные лопасти 10.

Каждая лопасть расположена под углом к оси вала. В целях регулирования интенсивности замеса, а также производительности машины угол между осью месильного вала и касательной к поверхности лопасти можно изменять. Это производится отвинчиванием гаек 6. После установки вручную необходимого угла лопасть фиксируется втулкой 7. Втулка имеет коническое отверстие с одной стороны, совпадающее с криволинейной поверхностью вала. После установки лопасти гайки затягиваются.

В торцевых стенках емкости имеются уплотнения. Уплотняющими элементами являются торцевые поверхности скребка 5 и кольцо 4, которое поджимается к поверхности скребка прижимной гайкой 2 через резиновое демпфирующее кольцо 12. Прижимная гайка фиксируется винтом 3.

Регулирование количества подаваемой муки осуществляется изменением угла поворота дозирующего барабана. Для контрольного отбора муки в боковой части корпуса машины имеется окно, которое закрывается откидной крышкой.

Для эффективного замеса большое значение имеют скорость и траектория движения месильного органа, количество увлекаемого им теста, форма дежи и физико-механические свойства полуфабриката. Чем меньше теста захватывается месильным органом, тем лучше оно разминается и растягивается, тем лучше и быстрее происходит замес теста. Однако слишком малое количество полуфабриката, увлекаемое месильным органом, является нежелательным. При наличии двух месильных органов обеспечивается более интенсивный замес теста.

Машины для смешивания компонентов при изготовлении макаронного теста получили название тестосмесителей. Современные тестосмесители макаронных прессов предназначены для непрерывного смешивания муки, воды, вкусовых и обогатительных добавок до образования однородной по структуре крошковидной тестовой массы. В зависимости от продолжительности смешивания компонентов, а также места вакуумирования тестосмесители могут иметь одну или несколько последовательно установленных камер. Смешивание крошкообразной тестовой массы в них обеспечивается непрерывно вращающимся валом с закрепленными на нем в определенной последовательности лопатками и пальцами. В однокамерном тестосмесителе компоненты поступают с одной стороны, а замешенная крошкообразная масса выходит через отверстие с противоположной стороны. В многокамерных тестосмесителях замешенное тесто движется либо одним потоком последовательно из одной камеры в другую, либо двумя противоположно направленными потоками.

На рис. 2.36 показан *трехкамерный тестосмеситель макаронного пресса с круглой матрицей*.

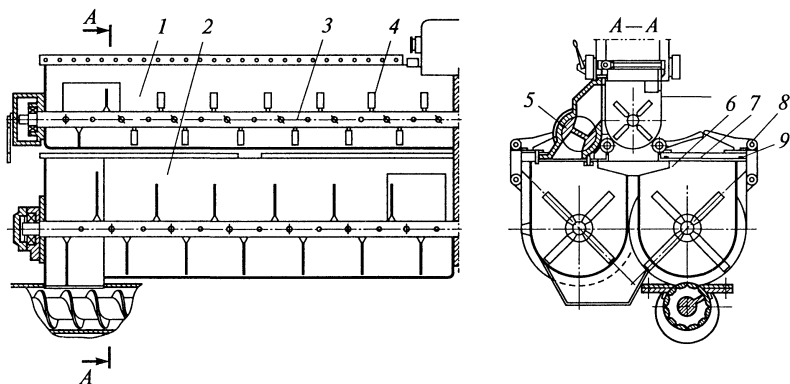


Рис. 2.36. Трехкамерный тестосмеситель макаронного пресса с круглой матрицей

Конструкция трехкамерного тестосмесителя имеет верхнюю камеру 1, расположенную над двумя параллельно установленными нижними камерами 2. Первая камера имеет торцевые стенки и желобчатой формы обечайку из листовой нержавеющей стали с полированной поверхностью, контактирующей с полуфабрикатом. Месильный вал 3 с лопатками 4 установлен в подшипниках. Включение и выключение его могут производиться автономно с помощью кулачковой муфты, заблокированной с приводом. В конце первого корыта тестосмесителя, в месте перехода теста во вторую камеру, установлен шлюзовой затвор 5.

Вакуумная приемная камера отличается наличием на обечайке продольных ребер жесткости, предохраняющих ее от смятия под действием избыточного атмосферного давления. В верхней части камера снабжена дополнительными поперечными связями 6, являющимися опорными для крышки 7. Надежность уплотнения повышается в результате прижатия крышки к резиновой прокладке 9, установленной по периметру камеры. Кроме того, для уплотнения крышек установлены эксцентриковые зажимы 8.

Работа тестосмесителя осуществляется в такой последовательности. Компоненты дозатором направляются в первую камеру, где в течение 5 мин происходит их предварительное смешивание. Затем с помощью шлюзового затвора тесто последовательно направляется во вторую и третью камеры, соединенные между собой перегрузочным окном. Крышки обеих вакуумируемых камер изготовлены из прозрачного органического стекла, что дает возможность наблюдать за ходом процесса.

**Машины для приготовления жидких полуфабрикатов.** Для приготовления жидких опар, заквасок, мучных питательных смесей используются смесители, работающие, как правило, в непрерывном режиме. Конструкция смесителя оказывает значительное влияние на однородность получаемой смеси и активность жизнедеятельности микроорганизмов. Для этого дрожжи должны быть равномерно распределены по всей массе полуфабриката.

В периодических смесителях вследствие высокой неоднородности начального распределения контактирующих фаз достижению однородности полуфабриката препятствует практически мгновенное связывание жидкости и муки. Интенсификация процесса резко повышает сопротивление материала деформационному воздействию. Эти недостатки преодолеваются в смесителях непрерывного действия высокой интенсивности.

Рабочим органом *циркуляционно-вихревого смесителя* (рис. 2.37) является открытая дисковая турбина с односторонним двухрядным расположением лопаток, которые создают многомерный неоднородный вихрь, обуславливающий высокую турбулентность потока и эффективное перераспределение смешиваемых фаз.

Ротор смесителя включает три рабочих элемента, вращающихся на валу 5: шнек 7 для подачи муки в зону смешивания, лопастной диск 8 сложной конфигурации, создающий вихревой поток, и транспортный элемент 12 для выгрузки смеси из камеры 1. Диск имеет отверстия 11, расположенные концентрически. Шнеком 7 мука из приемной воронки 6 направляется в вихревой поток, создаваемый лопатками 9 и 10. Жидкость через патрубок 3 в торцевой стенке камеры попадает на фигурные лопасти-ножи 2 и разбрызгиватели 4, а затем распыляется по периферии камеры, контактируя в вихре с мукой. Смесь попадает на обечайку и при необходимости перемешивается лопатками, а затем поступает под разгрузочный элемент и выталкивается из камеры через выходное отверстие 13. Степень обработки полуфабриката может регулироваться заслонкой 14, расположенной в тубусе 15.

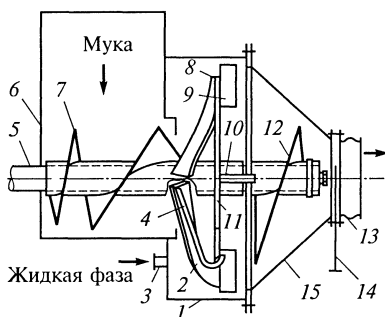


Рис. 2.37. Циркуляционно-вихревой смеситель

Достоинством таких смесителей является протяженная траектория полета частиц, что резко повышает вероятность их контакта и предопределяет малые габариты смесительной камеры. Циркуляция потока в замкнутом объеме исключает вентиляторный эффект и высокие энергетические затраты. Однако в связи с отсутствием аккумуляирования продукта в камере повышается требование к точности подачи сырья за малые промежутки времени. Муку целесообразно дозировать ленточным дозатором, который имеет погрешность менее 1 %, а жидкость — дозаторами с плавным истечением струи (без пульсации потока).

Для уменьшения продолжительности замеса и улучшения качества смеси применяют вибросмешивание с помощью *вибросмесителей*. Особенность вибросмесителей заключается в том, что в них при поступательном движении источника колебаний по круговой или эллипсоидальной траектории частицы смеси, непосредственно соприкасающиеся с источником колебаний, периодически получают ударный импульс, который передается соседним слоям, в результате чего по смеси проходят волны и происходит интенсивное перемешивание.

В общем виде вибросмеситель (рис. 2.38, а) представляет собой камеру 7 с щеками 8 и противовесом 11, образующими жесткую коробчатую конструкцию, в середине которой расположен динамический (инерционный) вибратор 10. Дебалансный вибратор выполнен в виде двухопорного неуравновешенного вала, вращаю-

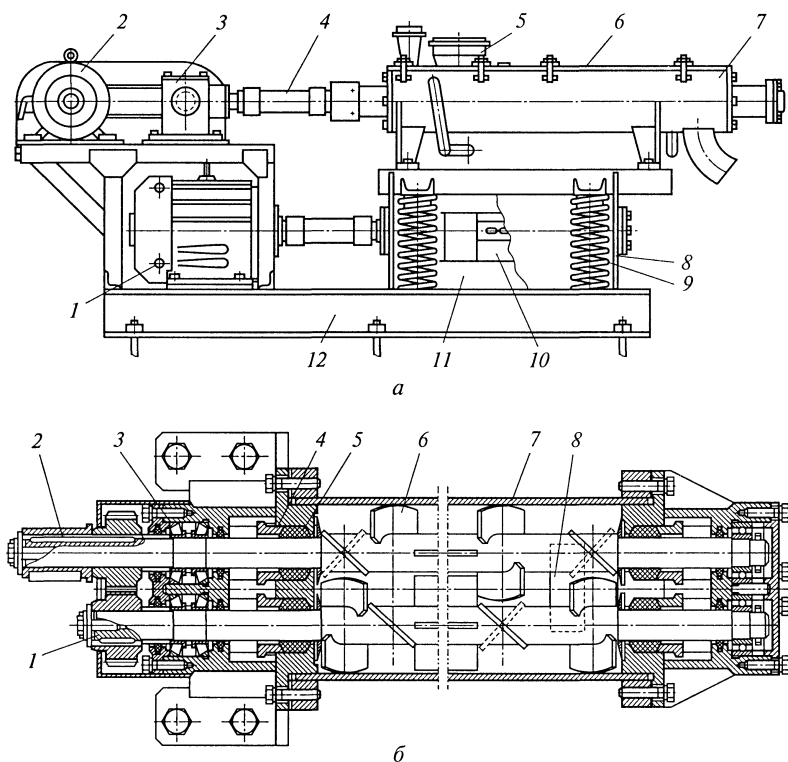


Рис. 2.38. Вибросмеситель:

а — общий вид; б — рабочая камера

шегося в роликовых сферических подшипниках. На валу посажены диски с регулирующими противовесами.

Вся система установлена на упругих пружинных опорах 9, которые обеспечивают под действием центробежных сил, возникающих при вращении дебаланса, возможность поступательного перемещения конструкции по замкнутой круговой или эллипсoidalной траектории в плоскости, перпендикулярной оси вибратора.

Частота колебаний конструкции равна частоте вращения вала вибратора.

Исходные компоненты поступают через загрузочную воронку 5, снабженную крышкой.

Упругие опоры из спиральных пружин обеспечивают снижение вибрации станины 12 до наименьших значений. Внутри корпуса б в противоположных направлениях вращаются два лопастных

вала, приводимые в движение от электродвигателя 2 через редуктор 3. Дебалансный вибратор работает от электродвигателя 1.

Вращающий момент на вибратор и лопастные валы передается гибкими соединительными муфтами 4, представляющими собой резинотканевый шланг, зажатый с двух концов хомутами.

Устройство рабочей камеры вибросмесителя показано на рис. 2.38, б. На двух валах с горизонтальной осью вращения (ведущем 2 и ведомом 1) под углом к оси вала расположены лопасти 6. В результате этого компоненты перемещаются и продвигаются в месильной камере 7 с разгрузочным отверстием 8. Для того чтобы при эксплуатации машины смазка из подшипникового узла 3 не попадала в камеру, между ними установлены сальники 5. Плотное соединение между сальником и вращающимся валом обеспечивается нажимной втулкой 4.

При эксплуатации вибросмесителей, меняя взаимное расположение грузов дебалансного вибратора, можно изменять амплитуду колебаний от 0,2 до 5 мм в зависимости от вязкости получаемой смеси (для более вязких смесей нужна большая амплитуда).

Коэффициент заполнения камеры должен быть в пределах 0,7...0,88.

**Машины для приготовления взбитой массы.** На предприятиях кондитерской промышленности для приготовления стойких эмульсий и смесей, насыщения их воздухом при интенсификации процесса смешивания применяют смесители-эмульсаторы: непрерывнодействующие скоростные дисковые с горизонтальной осью вращения вала, а также периодического действия.

*Дисковый смеситель-эмульсатор непрерывного действия* работает в непрерывном режиме и применяется для сбивания эмульсий в тех случаях, когда в рецептурной смеси используется сахарная пудра. Он состоит из корпуса, в котором на горизонтальном валу вращаются сбивальные диски. Внутри корпуса 5 (рис. 2.39) эмульсатора на консольном валу 7 вращаются диски 2 и 4 с радиальными ребрами. Рецептурная смесь из воронки 6 попадает в центральную часть первого диска 4 и центробежной силой отбрасывается на стенки корпуса 5. Затем смесь проходит через центральное отверстие неподвижного диска 3 и подхватывается вторым диском 2, который опять отбрасывает ее на стенки корпуса. В торец неподвижного диска запрессованы пальцы, а в радиальных ребрах диска 2 соответственно имеются вырезы. При ударе частиц о пальцы происходят гомогенизация и стабилизация рецептурной смеси, которая выходит через центральное отверстие крышки эмульсатора 1.

Щель между валом 7 и отверстием в корпусе 5 герметизируется уплотнителем 8, для периодического поджима которого служит втулка-фланец 9. Приводной вал вращается в двух конических упорных подшипниках, установленных в корпусе 10, который вместе

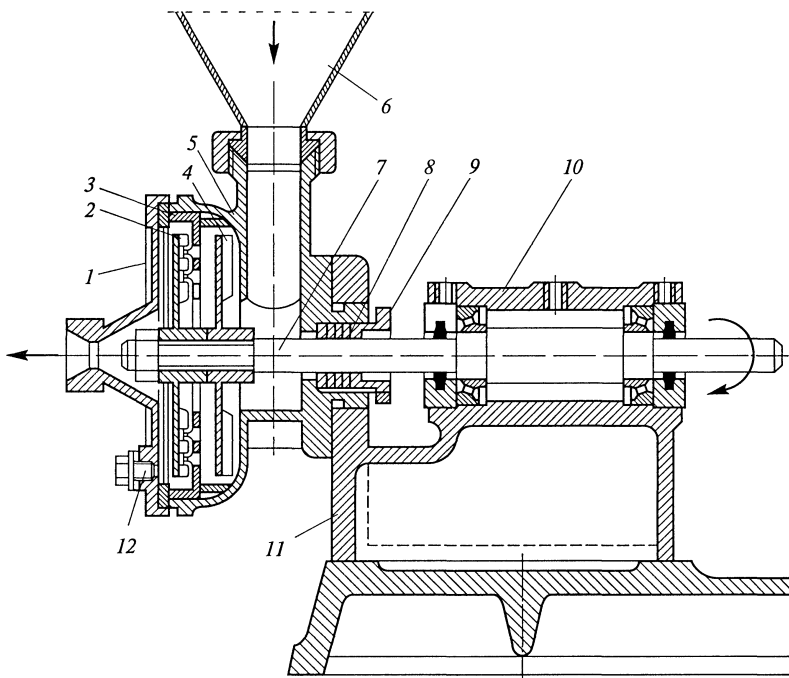


Рис. 2.39. Дисковый смеситель-эмульсатор непрерывного действия

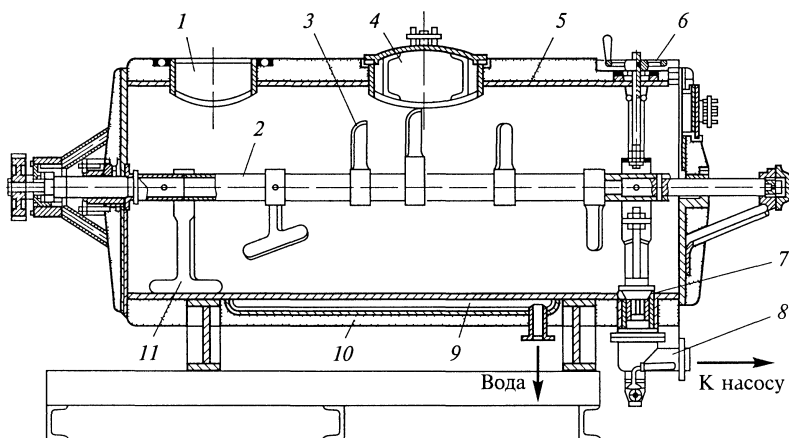


Рис. 2.40. Смеситель-эмульсатор периодического действия

с эмульсатором крепится на постаменте 11. Пробка 12 предназначена для спуска смеси при останове эмульсатора.

*Смеситель-эмульсатор периодического действия* (рис. 2.40) представляет собой цилиндр 5 с горизонтальным валом 2. На валу укреплены две перемешивающие лопасти 11 Т-образной формы и четыре лопасти 3 прямоугольной формы; все они повернуты по отношению к оси вала на угол  $35 \dots 40^\circ$ . В цилиндре имеется патрубков 1 для загрузки сырья и смотровой люк 4. Готовая смесь выпускается из цилиндра через патрубок 8, перекрываемый клапаном 7. Клапан поднимается при вращении штурвала 6 или автоматически с помощью электромагнита. Для поддержания необходимой температуры смеси цилиндр снабжен водяной рубашкой 9. Изоляция 10 уменьшает потери тепла в окружающее пространство.

Компоненты эмульсии загружаются в смеситель, где они перемешиваются в течение нескольких минут. Если в смеситель поступила сахарная пудра, то готовая эмульсия затем перекачивается в промежуточный бак, откуда дозируется в тестомесильную машину.

**Основы технологического расчета тестомесильных машин.** *Производительность тестомесильных машин периодического действия*  $\Pi_n$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_n = \frac{V \rho k_1}{\tau + \tau_b},$$

где  $V$  — объем месильной камеры,  $\text{м}^3$ ;  $\rho$  — плотность теста до брожения ( $\rho = 1080 \dots 1100 \text{ кг/м}^3$ );  $k_1$  — коэффициент заполнения месильной камеры ( $k_1 = 0,3 \dots 0,6$  для машин с подкатными дежами,  $k_1 = 0,4 \dots 0,85$  для машин со стационарной емкостью);  $\tau$  — продолжительность замеса, с;  $\tau_b$  — продолжительность вспомогательных операций, с.

*Производительность тестомесильных машин непрерывного действия*  $\Pi_n$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_n = \frac{V \rho k_2}{\tau},$$

где  $k_2$  — коэффициент заполнения месильной камеры ( $k_2 = 0,3 \dots 0,5$  для тихоходных машин,  $k_2 = 0,7 \dots 0,9$  для машин интенсивного действия).

Для тестомесильных машин непрерывного действия с рабочими органами в виде вращающихся лопастей или лопаток

$$\Pi_n = z \pi D^2 S \rho n k_3,$$

где  $z$  — количество валов месильных органов;  $D$  — диаметр окружности, описываемой крайними точками лопатки, м;  $S$  — шаг лопатки, м;  $n$  — частота вращения вала с лопатками,  $\text{с}^{-1}$ ;  $k_3$  — коэффициент подачи, зависящий от формы лопаток и расположения их на валу ( $k_3 = 0,3 \dots 0,5$ ).

Для обеспечения возможности работы с любой из хлебопекарных печей производительность тестомесильной машины (по тесту)  $\Pi$  (кг/ч) должна быть не менее

$$\Pi = \frac{\Pi_{\text{т}} (100\% - W_{\text{м}})}{B (100\% - W_{\text{т}})} \frac{100 \cdot 1000}{23 \cdot 0,9},$$

где  $\Pi_{\text{т}}$  — техническая производительность печи, т/сут;  $B$  — выход хлеба, %;  $W_{\text{м}}$ ,  $W_{\text{т}}$  — влажность соответственно муки и теста, %; 23 — норма работы оборудования в сутки, ч; 0,9 — коэффициент технического использования.

Ориентировочно мощность электродвигателя  $N$  (кВт) тихоходных тестомесильных машин периодического действия определяется по формуле

$$N = \frac{0,4 m_{\text{т}} R \omega g z}{1000 \eta},$$

где  $m_{\text{т}}$  — масса теста в деже или рабочей камере машины, кг;  $R$  — максимальный радиус вращения месильного органа, м;  $\omega$  — угловая скорость вращения месильного органа,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\eta$  — КПД приводного механизма машины ( $\eta = 0,8 \dots 0,85$ ).

Необходимую мощность электродвигателя тестомесильных машин непрерывного действия со сложной пространственной траекторией месильного органа рассчитывают по формуле

$$N = \frac{\mu B v^2 l z}{\delta \eta k},$$

где  $\mu$  — эффективная вязкость теста [ $\mu = (0,6 \dots 0,8) \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ];  $B$  — ширина лопасти, м;  $v$  — окружная скорость лопастей, м/с;  $l$  — длина лопасти, м;  $z$  — количество лопастей;  $\delta$  — зазор между корпусом и лопастью, м;  $\eta$  — КПД механических передач привода ( $\eta = 0,8$ );  $k$  — коэффициент использования мощности ( $k = 0,9$ ).

Наименьшие затраты энергии при постоянной кратности обработки могут достигаться при увеличении продолжительности замеса и снижении частоты вращения месильных органов. Минимальную частоту вращения необходимо определять с учетом длительности цикла работы оборудования (необходимой производительности машины) и зависимости эффективной вязкости от частоты вращения.

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируются тестомесильные машины в зависимости от степени интенсивности воздействия на обрабатываемую массу?
2. Можно ли менять режимы замеса в машине для интенсивного замеса теста?
3. Для чего меняют угол установок лопаток в машине для обычного замеса теста?
4. Зачем в трехкамерном тестосмесителе макаронного прессы установлен шлюзовой затвор?
5. Как регулируется степень обработки полуфабрикатов в циркуляционно-вихревом смесителе?
6. В чем особенности работы вибросмесителя?
7. Как можно уменьшить затраты энергии при интенсивном замесе теста?

## ГЛАВА 3

# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

К специализированному оборудованию хлебопекарного производства относятся тестоприготовительные агрегаты; оборудование для деления и формования теста; оборудование для расстойки, посадки и выгрузки тестовых заготовок; хлебопекарные печи и расстойно-печные агрегаты; оборудование для производства специальных сортов хлебных изделий; оборудование хлебохранилищ и экспедиций.

### 3.1. ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ

Брожение теста по времени занимает около 70 % продолжительности производственного цикла приготовления хлеба; оно сопровождается рядом физических, коллоидных, биохимических и других процессов, в результате которых тесто созревает, приобретает определенную структуру, происходит накопление ароматических и вкусовых веществ.

Тестоприготовительный агрегат представляет собой комплекс машин и аппаратов, обеспечивающих согласованное по количественным и качественным параметрам последовательное выполнение операций и стадий приготовления теста, включая подачу и дозирование компонентов, замес, брожение и транспортирование тестовых полуфабрикатов. Состав оборудования, входящего в этот комплекс, и его компоновка определяются выбранной схемой тестоприготовления.

Тестоприготовительные агрегаты подразделяются по ритму работы на агрегаты периодического и непрерывного действия и комбинированные; в зависимости от схемы приготовления теста — на однофазные (безопарные) и многофазные (опарные); по способу управления рабочими процессами — на агрегаты с ручным или автоматическим управлением.

При безопарном способе приготовления теста брожение обычно длится от 2 до 4 ч. При опарном способе сначала замешивают опару, т. е. расходуют часть компонентов (около 50 % муки, воду и дрожжи), дают ей выбродить 3 ... 4,5 ч, а затем на опаре замешивают тесто, которое сбраживают в течение 1 ... 1,5 ч. Безопарный способ применяют при приготовлении теста из пшеничной муки выс-

шего и 1-го сортов, изделия из которой характеризуются низкой кислотностью.

Опарный способ приготовления теста характеризуется большей общей продолжительностью брожения, поэтому в тесте накапливается больше ароматических и вкусовых веществ, более глубокой обработке подвергаются составные части муки, что приводит к повышению эластичности мякиша и лучшему сохранению его свежести. Поэтому, хотя опарный способ требует больше технологического оборудования, большинство тестоприготовительных агрегатов основано на двухфазной схеме приготовления теста.

**Тестоприготовительные агрегаты периодического действия.** Эти агрегаты полностью механизмируют процесс приготовления теста, значительно облегчают труд рабочих и обеспечивают поточность производства. В агрегатах периодического действия замес тестовых полуфабрикатов производится порциями, а брожение осуществляется в отдельных сосудах, которые периодически поворачиваются вокруг своей оси (агрегаты бункерного типа) или перемещаются на жестком кольцевом роликовом (агрегаты кольцевого типа) или на цепном двухконтурном (агрегаты цепного типа) конвейере. Агрегаты для порционного приготовления теста дают возможность производить более широкий ассортимент продукции.

*Агрегат бункерного типа* (рис. 3.1) используется в поточных линиях большой производительности, предназначенных для производства массовых сортов ржаного и пшеничного теста.

Агрегат имеет два пятисекционных бункера для брожения головки (опары) и теста, которые периодически поворачиваются

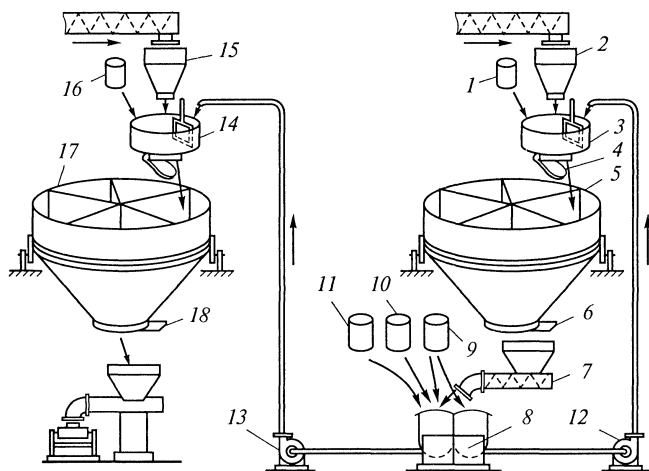


Рис. 3.1. Агрегат бункерного типа

во время работы. Замес головки (опары) и теста осуществляется тестомесильными машинами с вертикальной осью вращения месильного органа в стационарной деже, вращающейся во время замеса. Для освобождения от теста в центре днища дежи сделано отверстие, перекрываемое клапаном, который приводится в движение при помощи специального механизма.

Верхняя часть секционного бункера — цилиндрическая, нижняя — коническая. Верхняя и нижняя части разделены пятью вертикальными перегородками, доходящими до нижнего отверстия конической части. Отверстие перекрывается неподвижным диском, в котором тоже имеется отверстие, закрываемое заслонкой.

Бункер опирается на три ролика, получающих движение через привод от электродвигателя. Продолжительность полного оборота головочного и тестового бункеров соответствует брожению головки (опары) и теста.

Агрегат работает следующим образом. В соответствии с рецептурой приготовления хлеба в дежу тестомесильной машины 3 для замеса головки подают разжиженную головку прежнего приготовления, из автомукомера 2 загружают муку, из автоматического водомерного бачка 1 подают воду и производят замес головки.

По окончании замеса при помощи специального механизма открывают откидной клапан 4 в днище дежи, и замешенная головка выгружается в свободную секцию бункера 5. Выгрузка головки из дежи происходит при непрерывном вращении рабочего органа тестомесильной машины, что способствует быстрому опорожнению дежи.

В каждую секцию бункера выгружают замешенную головку из четырех дежей; после этого включают электродвигатель, бункер проворачивают на  $\frac{1}{5}$  оборота и устанавливают под загрузку головкой следующую порожнюю секцию. Цикл замеса головки и заполнения секции бункера повторяется.

За время загрузки следующих четырех секций бункера в первой секции головка успевает выбродить, и в момент, когда пятая секция становится под загрузку, первая, повернувшись на  $\frac{4}{5}$  оборота, устанавливается под выгрузку, при этом шибер 6 неподвижного диска открывается и головка попадает в приемную воронку шнекового дозатора 7. Дозатор отмеривает необходимые порции головки,  $\frac{1}{3}$  часть головки направляется в первое отделение смесителя 8, а  $\frac{2}{3}$  — во второе отделение; здесь головка смешивается с водой, соевым раствором и мочкой\*, поступающими из соответствующих дозаторов 9...11. В смесителе перемешивание продолжается до получения однородной жидкой массы. Из первого

---

\* Нестандартный или черствый ржаной хлеб, измельченный и размоченный в воде.

отделения смесителя разжиженная только водой головка насосом 12 направляется в дежу тестомесильной машины 3; из второго отделения смесителя головка, разжиженная водой, мочкой и соевым раствором, перекачивается насосом 13 в дежу тестомесильной машины 14 для замеса теста.

В дежу тестомесильной машины 14 кроме разжиженной головки загружают муку из автомукомера 15, воду — из автоматического водомерного бачка 16, и здесь замешивают тесто. По окончании замеса тесто выпускают через отверстие в днище дежи в пустую секцию вращающегося бункера 17 (ее объем рассчитан на четыре порции теста); после этого бункер поворачивается на одну секцию. При повороте бункера на  $\frac{4}{5}$  оборота первая секция попадает под выгрузку, тесто выпускается через шибер 18 в воронку тестоделительной машины.

*Агрегат кольцевого типа для двухфазного приготовления теста* (рис. 3.2) включает в себя дежевой конвейер 1, состоящий из двух концентрических колец, скрепленных связями и имеющих круглые гнезда для установки дежей 6 вместимостью 1000 л. Кольца лежат на роликах, установленных на определенном расстоянии один от другого. Конвейер получает вращение относительно центральной оси от трех пар роликов, приводимых во вращение отдельными электродвигателями. Остальные ролики служат опорами конвейера.

Около каждого кольцевого конвейера последовательно, на определенном расстоянии одна от другой установлены месильные машины (7 — для опары, 2 — для теста и 4 — для обминки) и дежеопрокидыватель 5. За время одного оборота конвейера осуществляется полный процесс приготовления опары и теста. Значительная часть конвейера заключена в камеру 3, в которой создаются необходимые условия для брожения.

При работе кольцевой конвейер периодически передвигается на один шаг между дежами и останавливается. Во время остановки конвейера одновременно производится в одной деже замес опары, в другой — замес теста, в третьей — обминка теста; четвертая дежа в это время опрокидывается для направления теста в тестовый бункер; в то же время в другие дежи подаются мука, вода, дрожжевой и солевой растворы, отмериваемые соответствующими дозаторами. После окончания этих операций кольцевой кон-

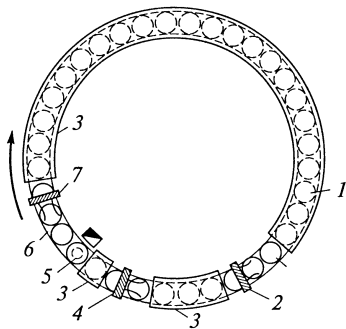


Рис. 3.2. Агрегат кольцевого типа для двухфазного приготовления теста

вейер снова передвигается, и очередные дежи подводятся к тестомесильным машинам и опрокидывателю. Специальный остановочный механизм фиксирует точное положение дежей под машинами.

В целях безопасности работы агрегат снабжен электроблокировкой, не позволяющей включать электродвигатель приводного механизма конвейера пока работают электродвигатели тестомесильных машин и дежеопрокидывателя.

*Агрегат кольцевого типа с однофазной схемой приготовления теста* (рис. 3.3) состоит из жесткого кольцевого конвейера 4 с восемью съемными дежами вместимостью 330 л, тестомесильной машины 3 с интенсивной обработкой теста, дозатора муки 2, дозировочной станции 1 для подачи жидких компонентов, дежеопрокидывателя 5 и пульта управления 6. Кольцевой конвейер периодически вращается вокруг своей оси. Кольца установлены на ролики, из которых два являются ведущими и вращаются от привода, а четыре — опорными.

В тестомесильную машину 3 подаются мука из автомукомера 2 и жидкие компоненты из дозировочной станции 1. Замешенное тесто из тестомесильной машины выгружается в дежу, после заполнения которой кольцевой конвейер поворачивается на один шаг дежей. При этом дежа с тестом перемещается на брожение и одновременно к тестомесильной машине устанавливается последующая освобожденная от теста дежа. После перемещения дежи от тестомесильной машины до дежеопрокидывателя тесто выбрасывается и дежа снимается с кольца для подъема и освобождения ее от теста.

Подъемная площадка серийного дежеопрокидывателя заменяется специальным вилочным захватом с реечным механизмом для

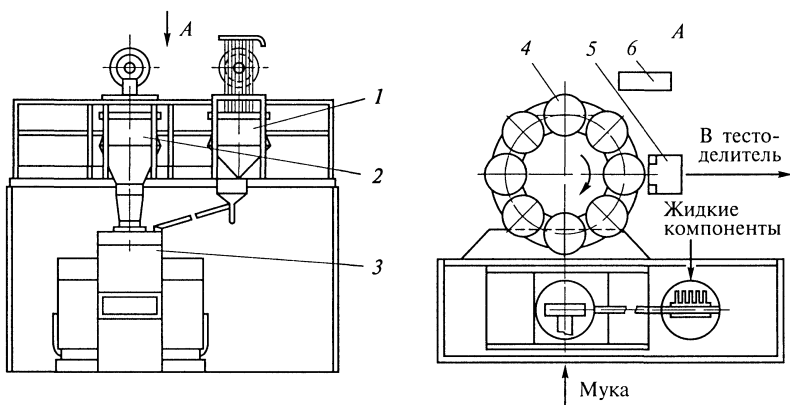


Рис. 3.3. Агрегат кольцевого типа с однофазной схемой приготовления теста

съемы дежей с кольцевого конвейера и перемещения их к дежеопрокидывателю с последующей фиксацией дежи для ее подъема и опрокидывания.

Продолжительность брожения теста можно регулировать в диапазоне 30...70 мин.

*Агрегат цепного типа с однофазной схемой приготовления теста* (рис. 3.4) включает в себя цепной конвейер, состоящий из четырех пар свободно вращающихся на отдельных пальцах цепных звездочек 5, 7, 12, 15. Звездочки 8 приводные, а звездочки 13 — натяжные. На звездочки натянуты две бесконечные втулочно-роликовые цепи 6 с шагом 140 мм, которые перемещаются по направляющим 3. К цепям шарнирно укреплено через восемь звеньев 15 емкостей 2 вместимостью 330 л. Конвейер смонтирован на каркасе 4 Г-образной формы.

Привод конвейера осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор 10, цепную передачу, вращающую промежуточный вал 9, от которого через две цепные параллельные передачи вращаются приводные звездочки, укрепленные на отдельных пальцах.

Замешенное тесто из тестомесильной машины 1 выгружается в емкость 2. Заполненная тестом емкость перемещается на брожение, а последующая — устанавливается под загрузку. Когда емкость достигает механизма 11, она поворачивается на 145° вокруг оси подвески и выброженное тесто поступает в воронку тестоделителя 14. При необходимости увеличения продолжительности брожения в конструкции механизма 11 предусмотрена возможность производить разгрузку после 11-й или 12-й емкости.

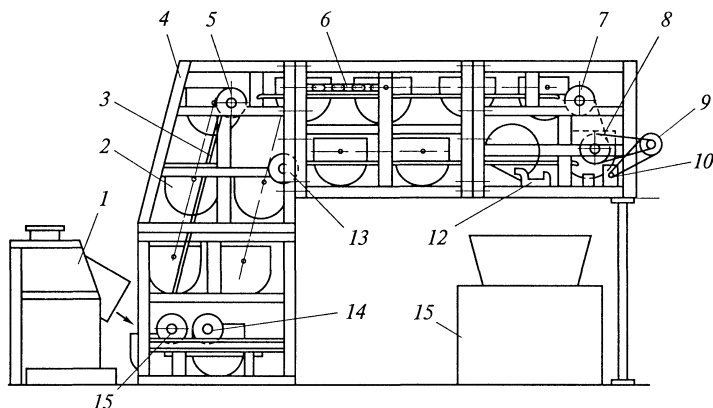


Рис. 3.4. Агрегат цепного типа с однофазной схемой приготовления теста

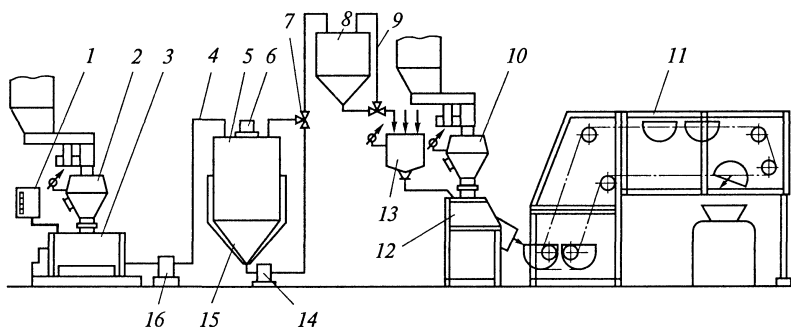


Рис. 3.5. Агрегат цепного типа с двухфазной схемой приготовления теста

В агрегате цепного типа с двухфазной схемой приготовления теста (рис. 3.5) на первой фазе готовится концентрированная молочно-кислая закваска (КМКЗ).

Питательная смесь готовится в заварочной машине 3, в которую дозатором подают муку 2 и воду из бачка 1. Полученная питательная смесь шестеренным насосом 16 по продуктопроводу 4 перекачивается в емкость 5 для приготовления КМКЗ, в которой в течение 8 ч протекает молочнокислое брожение. При брожении закваска периодически перемешивается мешалкой 6, установленной в емкости 5, где закваска бродит до кислотности 15...18°. Готовую закваску шестеренным насосом 14 по продуктопроводу 7 перекачивают в расходный бак 8.

Для стабилизации кислотности в расходный бак 8 добавляют около 8% соли к массе муки в закваске. При трехсменном режиме один раз в смену отбирают 50% готовой закваски, при односменном — 70%. В оставшуюся часть закваски в емкость 5 подают питательную смесь в количестве, равном количеству отобранной закваски. Из расходной емкости закваска самотеком поступает в дозатор жидких компонентов 13. При необходимости закваску по продуктопроводу 9 можно возвращать в емкость 8. Из этого дозатора закваска, вода и все необходимые жидкие компоненты, а также мука дозатором 10 подаются в тестомесильную машину 12. После замеса тесто из тестомесильной машины выгружается в емкости конвейера 11 для брожения в течение 70...90 мин. Для интенсификации брожения теста при замесе дозу дрожжей увеличивают на 0,5...1% массы муки по сравнению с нормой по рецептуре.

Достоинствами приготовления теста ускоренным способом на КМКЗ являются уменьшение длительности приготовления теста, улучшение качества готовой продукции, предохранение хлеба от развития в нем картофельной болезни. Появляется возможность организовать производство хлебных изделий в две или одну сме-

ну, так как КМКЗ можно «законсервировать» на 8...16 ч, при этом понижают температуру закваски, пропуская холодную воду через рубашку 15 емкости 5. Для продолжения производственного процесса освежают полуфабрикат питательной смесью за 3...4 ч до начала работы.

**Тестоприготовительные агрегаты непрерывного действия.** В отличие от агрегатов периодического действия агрегаты непрерывного действия характеризуются низкой энерго- и металлоемкостью, компактностью и простотой конструкции. Тестоприготовительные агрегаты поточного действия предназначены для изготовления одного сорта продукции.

Процесс непрерывного приготовления теста имеет специфические особенности, влияющие на качественные показатели теста. Прежде всего это жестко фиксированная последовательность технологических операций, исключающая возможность их повторения в целях исправления дефектов полуфабриката или конечного продукта.

В этих агрегатах замес опары и теста, а также брожение осуществляются в стационарных емкостях с одновременным перемещением опары и теста непрерывным потоком относительно емкости. В зависимости от направления движения полуфабриката в процессе брожения можно выделить агрегаты горизонтального и вертикального типов.

*Агрегат с горизонтальной схемой брожения* (рис. 3.6) состоит из двухсекционного бродильного аппарата 18, двух тестомесильных машин непрерывного действия 7 и 13 с автоматическими дозировочными станциями 8 и 14, шнекового дозатора опары 23.

Бродильный аппарат представляет собой корытообразную емкость 18, разделенную перегородкой 22 на две секции I и II и установленную под углом 3° к горизонту. Вдоль емкости расположен на трех опорах вал 19, на котором укреплено два шнековых витка 5 и 21. Вал периодически вращается от электродвигателя 1 через цилиндрический редуктор 2, зубчатую цилиндрическую передачу, кривошип 3 и храповой механизм 4.

Дрожжи, раствор сахара и жир готовятся в аппаратах 10...12 и подаются в автоматические дозировочные станции 8 и 14. Мука для замеса опары и теста подается к дозаторам шнеком 9. В тестомесильной машине 7, установленной над секцией I, непрерывно замешивается опара, которая через спуск 6 поступает в секцию I бродильного аппарата, где она бродит, медленно перемещаясь вдоль емкости под напором шнекового витка 5 и сил тяжести, возникающих в результате наклона емкости. Выброженная опара в конце секции выгружается через отверстие емкости и далее шнековым дозатором 23 по трубопроводу 17 подается в тестомесильную машину 13, куда поступают мука дозатором 15 и жидкие компоненты из дозировочной станции 14. Шнековый дозатор, или

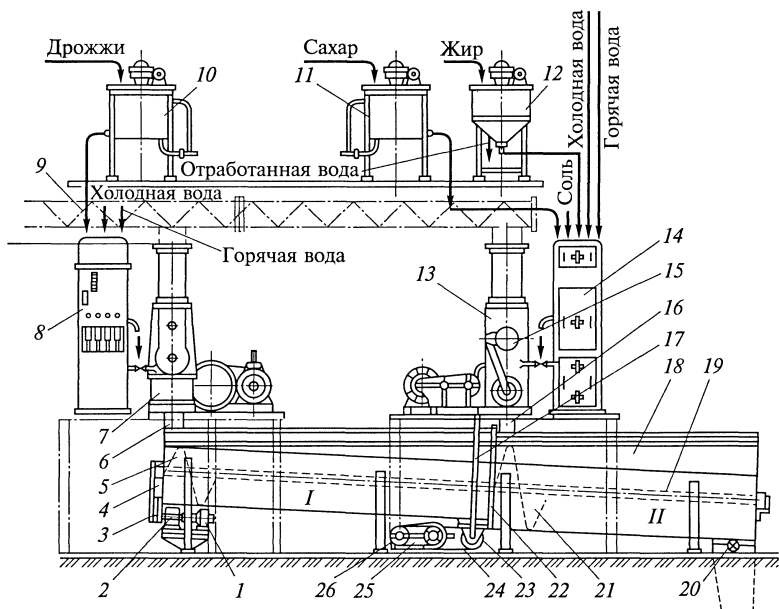


Рис. 3.6. Агрегат с горизонтальной схемой брожения

нагнетатель, приводится в движение от электродвигателя 26 через вариатор скорости 25 и цепную передачу 24. Количество подаваемой опары регулируется изменением частоты вращения шнека дозатора с помощью вариатора скорости 25.

В тестомесильной машине 13, установленной над секцией II, непрерывно замешивается тесто, которое через спуск 16 поступает во второй отсек емкости, где оно бродит, медленно перемещаясь вдоль корыта под напором шнекового витка 21. Выброженное тесто через отверстие емкости, регулируемое шибером 20, поступает в тестodelительную машину. Время брожения опары и теста регулируется изменением скорости вращения вала 19 с помощью храпового механизма.

Основным недостатком горизонтальной схемы брожения является неравномерная скорость течения полуфабриката в бродильной емкости. Она максимальна по центру свободной поверхности и минимальна в пристенных слоях. Это обстоятельство может являться причиной значительных колебаний плотности и кислотности полуфабриката на выходе.

Агрегат с вертикальной схемой брожения (рис. 3.7) включает в себя бродильную емкость в виде бункера прямоугольной формы, изготовленного из нержавеющей стали толщиной 3 мм. Бункер

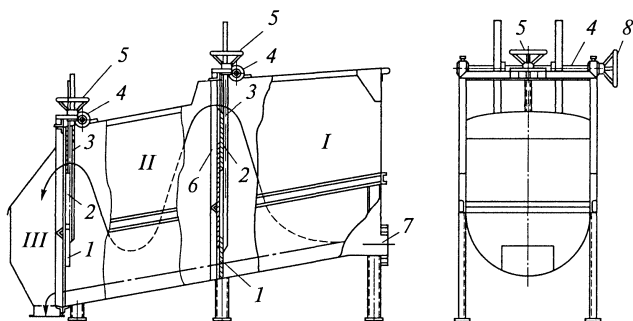


Рис. 3.7. Агрегат с вертикальной схемой брожения

разделен перегородками 6 и подвижными шиберами 2 на отдельные отсеки I... III. Тесто поступает из тестомесильной машины через отверстие 7 в первый отсек и по мере выбраживания переходит через первую перегородку и направляется во второй отсек, затем — в третий, а из него — в тестоспуск.

Переход теста из одного отсека в другой осуществляется вследствие непрерывного поступления новых порций теста, подаваемых тестомесильной машиной. При этом выброженное тесто с меньшей плотностью поднимается вверх и перетекает через вертикальные перегородки.

Посредством штурвалов 8 и реечных передач 4 можно перемещать шиберы в вертикальных перегородках и таким образом регулировать движение теста от первого отсека до последнего, а следовательно, и продолжительность брожения теста.

Для возможности освобождения бродительной емкости от теста (при остановке и чистке) в нижней части перегородок установлены шиберы 1, при открытии которых посредством штурвалов 5 и тяг 3 полуфабрикат направляется в тестоспуск.

К агрегатам с вертикальной схемой брожения относится конструкция *агрегата с интенсивной обработкой теста* (рис. 3.8). Агрегат предназначен для приготовления массовых сортов пшеничного хлеба по двухфазной схеме приготовления теста на жидком полуфабрикате.

Агрегат включает в себя непрерывнодействующий смеситель 3 для приготовления жидкой опары. Смешивание осуществляется в тонком слое между поверхностями коаксиальных цилиндров при большой частоте вращения, обеспечивающей гомогенизацию массы за короткое время. В агрегате применены шнековый дозатор муки 2 и двухкомпонентная дозировочная станция жидких компонентов 1.

Бродильная емкость для брожения опары представляет собой ванну 4 корытообразной формы, сваренную из листовой нержавеющей

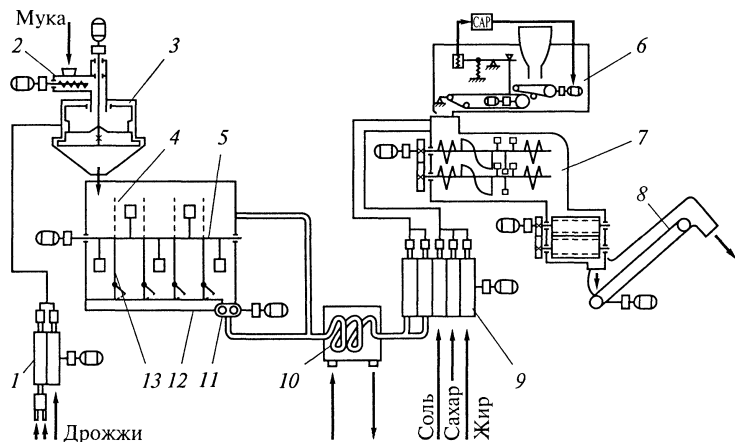


Рис. 3.8. Агрегат с интенсивной обработкой теста

ющей стали и установленную на двух кронштейнах, крепящихся к полу цеха. Ванна разделена перегородками 13 на пять равных по объему секций. В первой секции расположен патрубок подачи питательной смеси, в последней — патрубок для выхода выброженной опары. Фланец этого патрубка крепится к фланцу всасывающего трубопровода шестеренного насоса 11. Перегородки выполнены из листовой нержавеющей стали с прорезами шириной 35 мм для свободного перелива по секциям. Сверху каждый отсек ванны закрыт двумя крышками. В аппарате предусмотрена блокировка: при открывании любой из десяти крышек вал аппарата останавливается.

Ванну со всех сторон охватывает рубашка 12, в которую поступает горячая или холодная вода по системе трубопроводов. Подача горячей и холодной воды в рубашку осуществляется снизу через трубу с насадками, а отвод воды происходит через сборный коллектор, расположенный по верхнему периметру ванны.

Вдоль ванны расположен вал 5 с лопастями, опирающийся на два подшипника, которые установлены на каркасе передней и задней стоек, и вращающийся с частотой  $10 \dots 12 \text{ мин}^{-1}$ . В торцах ванны вал снабжен сальниками. На валу закреплено пять лопастей по одному в каждом отсеке, предназначенных для перемешивания бродящей опары. Питательная смесь, попадая в первый отсек, по мере его заполнения через отверстие в перегородке поступает в следующий отсек, затем в третий, четвертый и пятый. Из пятого отсека выброженная опара попадает в приемный патрубок шестеренного насоса 11.

Жидкая опара проходит по трубчатому теплообменнику 10 и затем поступает в дозатор жидких компонентов 9. Последний од-

новременно дозирует все остальные жидкие компоненты, необходимые для замеса теста. Мука дозируется специальным дозатором 6 с весовым устройством. Тесто замешивается в тестомесильной машине 7, выпрессовывается в виде ленты на транспортер 8 и после 30-минутного брожения подвергается делению на куски.

Технологическая и эксплуатационная надежность тестоприготовительного агрегата зависит от соблюдения определенной последовательности пуска и останова машин и аппаратов, входящих в состав агрегата. При пуске открывают вентили трубопроводов холодной и горячей воды и включают температур воды; затем запускают в работу двухкомпонентную дозировочную станцию и после появления воды и раствора дрожжей в емкости для брожения включают смешивающую головку приготовления питательной смеси для жидкой опары.

Перед запуском тестовой части контролируют кислотность опары и включают вал с лопатками для перемешивания жидкой опары. В процессе брожения контролируют с пульта управления температуру жидкой опары в каждом из отсеков.

С пульта управления поочередно включают шестеренный насос, дозировочную станцию и тестомесильную машину. Перед пуском дозировочной станции открывают краны в магистралях подачи к дозировочной станции растворов соли, сахара и жира. После появления в приемных воронках тестомесильной машины всех жидких компонентов включается в работу дозатор муки. При изготовлении теста из ржаной или ржано-пшеничной муки резервный (шестой) канал секционной дозировочной станции используется для возврата в первый отсек емкости для брожения спелой закваски в количестве 50 % расходуемого на замес теста. После стабилизации замеса включается транспортер для теста, и оно подается на отлежку и разделку. При вынужденных кратковременных простоях тестоприготовительного агрегата опарная часть не выключается, отключается только тестовая часть, для чего с пульта отключают дозатор муки, тестомесильную машину и перекрывают краны на трубопроводах подачи жидких компонентов теста. При длительных остановах агрегата отключают все машины и аппараты, входящие в его состав.

Если длительность останова тестоприготовительного агрегата превышает 3...6 ч, то во избежание переокисления жидкую опару консервируют. Процесс консервации происходит в следующем порядке: открывают заслонки между отсеками емкости и включают привод вращения вала с лопатками. В теплообменник подают охлаждающую жидкость и включают шестеренный насос. Опара проходит через теплообменник и по магистрали возврата поступает в емкость для брожения. Одновременно в рубашку емкости подается холодная вода. Когда температура жидкой опары достиг-

нет 12... 16 °С, теплообменник отключается и продолжается только подача воды в рубашку.

Для возобновления работы в рубашку емкости для брожения подают горячую воду температурой 40... 45 °С и включают привод вала с лопатками. При достижении температуры жидкой опары 28... 30 °С перекрывают подачу воды в рубашку емкости, закрывают заслонки между отсеками и включают агрегат.

По окончании работы агрегата выключают подачу компонентов в опарную часть, открывают заслонки между отсеками и, когда вся жидкая опара израсходуется, отключают дозировочную станцию, дозатор муки и тестомесильную машину. Затем проводятся чистка и санитарная обработка оборудования агрегата. Для этого в дозировочную станцию подают воду температурой 35... 40 °С, и в течение 3... 5 мин идет промывка магистралей и смешивающей головки для приготовления питательной смеси. Затем со смешивающей головки снимают гайку и ротор с помощью съемника и промывают его отдельно. Водой температурой 35... 40 °С моют емкость для брожения, для чего включают шестеренный насос и открывают магистраль слива в канализацию.

Камеру смешивания и камеру пластификатора тестомесильной машины очищают от остатков теста, для чего открывают крышку камеры смешивания, снимают крышку пластификатора и выдвигают его рабочие органы.

Затем подают теплую воду в шестикомпонентную станцию и включают ее привод. Лоток тестомесильной машины переводят под выходной патрубок пластификатора. Водой, поступающей в приемные патрубки, моют полости камеры смешивания и пластификатора, а также рабочие органы. Через выходную горловину пластификатора вода стекает в лоток и далее сливается через шланг в канализацию.

*Агрегат для непрерывного приготовления теста на диспергированной фазе* (рис. 3.9) применяется в линиях выработки булочных и сдобных изделий, в рецептуру которых входят различные молочные продукты.

В смеситель 3 подаются дозатором 1 мука, дозатором 2 дрожжи, сыворотка, молоко и другие жидкие компоненты, кроме соли. При этом доза прессованных дрожжей увеличивается до 3... 5 %. В смесителе в результате интенсивного сбивания получается сметанообразная масса, которая шестеренным насосом 13 перекачивается в емкость 4, где она бродит 20... 40 мин, причем температура диспергированной фазы после сбивания должна составлять 33... 34 °С, а влажность — около 60 %.

Замес теста производится в тестомесильной машине непрерывного действия 7, в которую из емкости 4 подаются дозатором 12 диспергированная фаза, дозатором 5 мука и дозатором 6 раствор соли. Замешенное тесто нагнетателем 11 по тестопроводу 10 пода-

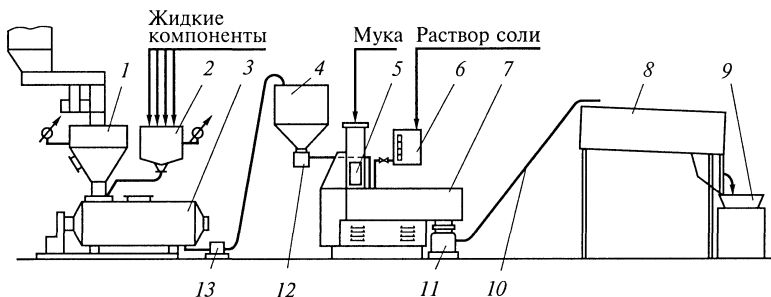


Рис. 3.9. Агрегат для непрерывного приготовления теста на диспергированной фазе

ется в корытообразную емкость 8 для брожения. Выброженное тесто поступает в воронку тестоделителя 9 для разделки.

**Тестоприготовительные агрегаты комбинированного типа.** При изготовлении ржаного и ржано-пшеничного теста для массовых сортов хлеба непрерывным способом используются агрегаты комбинированного типа, в которых брожение заквасок производится в цилиндро-коническом бункере, а теста — на ленте конвейера.

Цилиндро-конические бункеры разделены вертикальными перегородками на отдельные секции и работают в сочетании с тестомесильными машинами и дозаторами непрерывного действия. Таким образом, при брожении полуфабриката в раздельных емкостях при установившемся режиме работы на выходе получают непрерывный поток выброженного теста.

*Агрегат ФТК-1000* (рис. 3.10) состоит из мучного бункера 1 и весового дозатора муки, включающего в себя питающий шнек 2, емкость 3 с датчиками 5 верхнего и нижнего уровней, виброротор 4 с электромагнитным вибратором 6 и электрическим датчиком. Последний связан с весовым устройством 7 и реагирует на изменение массы муки на взвешивающем транспортере 8.

Для приготовления жидкого полуфабриката (жидкой фазы) используется станция 13, в которую из бачков 10, 11 подаются самотеком вода и дрожжи, а из емкости 28 — жидкая закваска.

Замес жидкой фазы осуществляется в течение 40 с в смесителе 9 интенсивного действия при частоте вращения вала 400 мин<sup>-1</sup>. Жидкая фаза поступает на брожение в неподвижную двенадцатисекционную емкость 28, днище которой имеет уклон к центру, где установлен двенадцатипозиционный дисковый переключатель 24, работающий синхронно с поворотным переключателем 23 заполнения секций. Выбродившая опара перекачивается двумя шнековыми насосами 25 (в бак 12 для приготовления жидкой опары) и 22 (в охладитель 20 и дозатор жидких компонентов 17). К последнему подается из производственных емкостей 14... 16 соль, солод

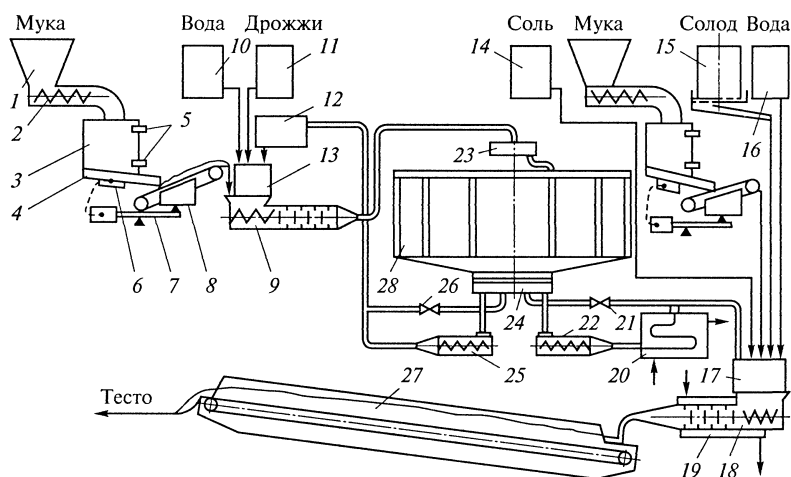


Рис. 3.10. Агрегат ФТК-1000

и вода. Тесто замешивается в машине 18 интенсивного действия, снабженной водяной рубашкой 19, при частоте вращения вала  $200 \text{ мин}^{-1}$  и длительности замеса 60 с. Из месильной машины тесто выпрессовывается в виде жгута и поступает на ленточный транспортер 27 для брожения в течение 12...20 мин.

Управление работой агрегата осуществляется с центрального пульта, оборудованного показывающими и самопишущими приборами. На пульт вынесены указатели уровнемеров, положения регулирующих клапанов, потребной мощности тестомесильной машины, температуры опары, теста и др. В коммуникациях имеются краны 21 и 26, служащие для возврата жидкой опары при переполнении расходных баков.

*Агрегат И8-ХТА* (рис. 3.11), предназначенный для приготовления пшеничного теста на больших густых опарах с сокращенным временем брожения, оборудован стационарным шестисекционным бункером для опары объемом 6 или  $12 \text{ м}^3$  и наклонным корытом для брожения теста объемом 0,4 или  $0,7 \text{ м}^3$ . Тесто замешивается в тестомесильных машинах непрерывного действия, а транспортируется по трубам с помощью лопастного насоса-дозатора. Бункер 3 агрегата установлен на опорах 2.

Тестомесильные машины 10 для замеса опары и теста расположены так, что под ними размещаются лопастной дозатор опары 9 и аналогичный по конструкции нагнетатель теста. Замешенная опара поступает в бункер по транспортной трубе 8 и с помощью распределительного поворотного лотка 11 направляется в определенную секцию бункера. Лоток закреплен на общем валу с поворотным

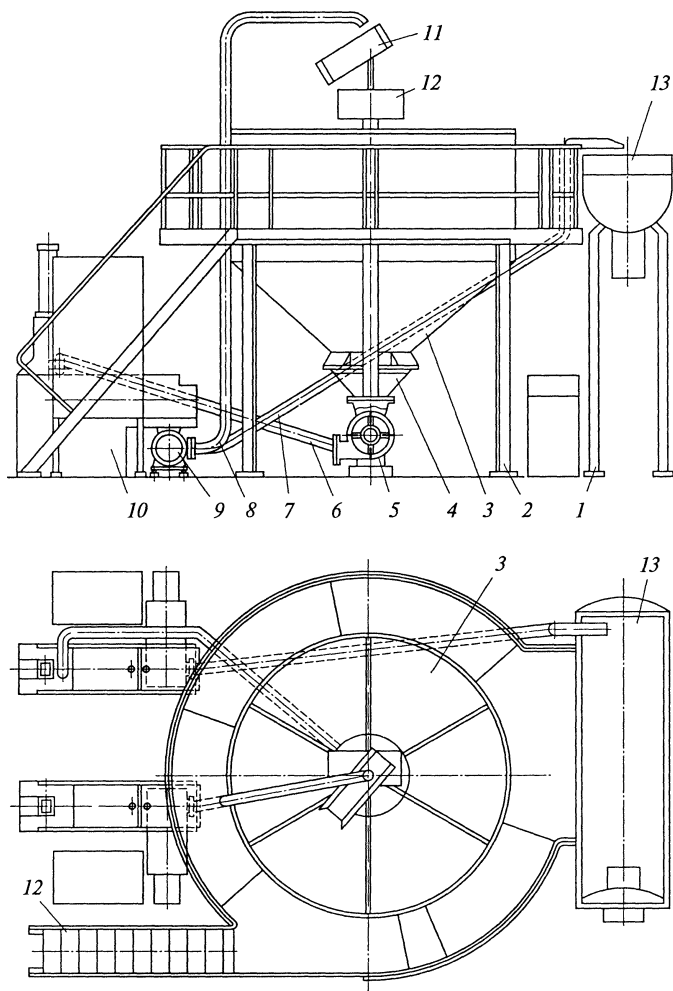


Рис. 3.11. Агрегат И8-ХТА

днищем, размещенным в конусе 4. В поворотном днище имеется вырез для выгрузки опары из одной секции бункера. Приводное устройство 12 периодически по мере загрузки секции опарой поворачивает лоток и поворотное днище на один шаг и переводит загрузку на следующую секцию. Выброшенная опара с помощью насоса-дозатора 5 транспортируется по трубе 6 к тестомесильной машине. Замешенное тесто подается лопастным насосом по трубе 7 в наклонное корыто 13, установленное на четырех опорах 1.

Отличительной особенностью агрегата является то, что в нем применены лопастные дозаторы опары и аналогичные по конструкции нагнетатели теста, работающие более надежно, чем шнековые, и не вызывающие заметного нагрева теста. Для брожения теста применено наклонное корыто без механического побудителя перемещения теста. Объем корыта уменьшен в связи с сокращением длительности брожения теста из-за более интенсивной его проработки в тестомесильной машине.

Все элементы агрегата, контактирующие с тестовыми полуфабрикатами, изготовлены из нержавеющей стали. В агрегате предусмотрены пульта для управления работой тестомесильных машин, нагнетателей полуфабрикатов и заслонки емкости для брожения теста.

Загрузка тестовых полуфабрикатов в бункер брожения сверху может вызывать их нагрев на  $5 \dots 7^\circ\text{C}$ , что связано со значительным давлением нагнетателя и трением по внутренним стенкам трубопроводов. Это ухудшает структурно-механические свойства полуфабрикатов и сказывается на качестве продукции. При нижней загрузке бункера существенно сокращаются путь транспортирования и величина необходимого давления. Однако в этом случае нарушается поточность движения полуфабриката в бродильной емкости, приводящая к колебаниям его кислотности.

**Основы технологического расчета тестоприготовительных агрегатов.** При технологическом расчете тестоприготовительных агрегатов определяют необходимый объем бродильного бункера, исходя из заданной производительности линии.

Объем бродильного бункера  $V_6$  ( $\text{м}^3$ ) определяют по формуле

$$V_6 = \frac{a\Pi\tau D_6}{600bq(D_6 - 1)},$$

где  $a$  — количество перерабатываемой муки в рассчитываемой стадии процесса на 100 кг муки (для теста  $a_t = 100$ , для большой опары  $a_o = 70$ );  $\Pi$  — производительность линии по хлебу, кг/ч;  $\tau$  — продолжительность брожения, мин (для большой опары  $\tau = 240 \dots 270$  мин, для закваски  $\tau = 180 \dots 210$  мин);  $D_6$  — число секций бункера (для серийных агрегатов  $D_6 = 6$ );  $b$  — выход хлеба, %;  $q$  — норма загрузки муки, зависящая от сорта, кг.

В табл. 3.1 приведены нормы загрузки бродильного бункера мукой для приготовления закваски, опары и теста.

Объем бродильной емкости в агрегатах непрерывного брожения  $V_n$  ( $\text{м}^3$ ) определяют по формуле

$$V_n = \frac{\Pi\tau}{6bq},$$

где  $\Pi$  — производительность линии, кг/ч;  $\tau$  — продолжительность брожения полуфабрикатов, ч.

Таблица 3.1

**Норма загрузки на каждые 100 л бродительного бункера**

Мука	Норма загрузки $q$ (кг) для приготовления		
	закваски	опары	теста
Ржаная:			
обойная	45	—	41
обдирная (87%-ная)	40	—	38
Пшеничная:			
обойная	—	34	39
2-го сорта	—	30	37,5
1-го сорта	—	25	35
высшего сорта	—	23	30

Необходимое количество дежей  $D_d$  в кольцевых и цепных агрегатах определяется по формуле

$$D_d = \frac{P \cdot 100 \cdot 100\tau}{b \cdot 60qV_d} + D_o,$$

где  $V_d$  — вместимость дежи, л;  $D_o$  — количество дежей у опрокидывателя и на холостом участке конвейера. Минимальное значение  $D_o$  равно 1.

В случае брожения на одном конвейере опары и теста

$$D_d = \frac{a_o P \cdot 100 \cdot 100\tau_o}{b \cdot 60q_o V_d} + \frac{a_t P \cdot 100 \cdot 100\tau_t}{b \cdot 60q_t V_d} + D_o,$$

где  $a_o = 50 \dots 70$ ;  $a_t = 100$ ;  $\tau_o$ ,  $\tau_t$  — продолжительность брожения соответственно опары и теста;  $q_o$  и  $q_t$  — норма загрузки соответственно опары и теста.

**Контрольные вопросы**

1. Какие машины и аппараты входят в состав тестоприготовительного агрегата?
2. Как производится разгрузка дежи тестомесильной машины в бункерном агрегате большой мощности?
3. Сколько тестомесильных машин используется в составе двухфазного агрегата кольцевого типа?
4. Как регулируется продолжительность брожения теста в агрегате цепного типа?
5. В чем преимущества агрегатов непрерывного действия по сравнению с агрегатами порционного брожения?
6. В чем причина возможных колебаний плотности и кислотности полуфабрикатов при использовании агрегатов с горизонтальной схемой брожения?

7. Как осуществляется консервация жидкой опары в агрегате с интенсивной обработкой теста?

8. Каковы преимущества и недостатки верхней и нижней загрузки опары в аппарате брожения агрегатов И8-ХТА?

## 3.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕЛЕНИЯ И ФОРМОВАНИЯ ТЕСТА

### 3.2.1. Тестоделительные машины

Тестоделительные машины предназначены для получения тестовых заготовок определенной массы, соответствующей с учетом упека и усушки массе вырабатываемых хлебных изделий.

**Принцип работы, конструктивные особенности и классификация тестоделительных машин.** Трудности деления теста обусловлены сложностью и специфичностью объекта обработки, который представляет собой полуфабрикат капиллярно-пористой структуры, удерживаемой упругим эластично-вязким клейковинным каркасом. Поры тестовой массы заполнены углекислым газом, парами воды, спиртом и другими продуктами брожения. Под действием образующегося в процессе брожения газа увеличивается объем теста, уменьшается плотность и меняются структура и свойства составных частей. Выраженная липкость теста существенно затрудняет процесс деления.

Основным качественным показателем работы тестоделительной машины является точность массы кусков теста. Определение точности работы тестоделительной машины имеет конечной целью обеспечение выпуска стандартной продукции, сокращение производственных потерь и обнаружение возможных отклонений в технологических параметрах приготовления тестовых полуфабрикатов.

В соответствии с действующими стандартами допустимые отклонения массы отдельных изделий определяются в конце технологического процесса — по остывшему хлебу. Максимальное отклонение массы десяти одновременно взвешенных изделий не должно превышать  $\pm 2,5\%$  номинальной массы, а отклонение одного изделия — не более 3 %.

Рабочий процесс тестоделительной машины состоит из следующих операций: приема теста и передачи его в рабочую камеру, нагнетания теста, отмеривания определенного объема полуфабриката, стабилизации плотности, выталкивания или отсекаания кусков и удаления их из машины.

Конструкция тестоделительных машин должна обеспечивать: возможность регулирования массы отмериваемого куска теста в заданных пределах в зависимости от сорта, состава и консистенции теста;

плотное заполнение тестом заданного объема мерного кармана или постоянную скорость выпрессовывания жгута;

постоянную плотность теста отмериваемых кусков для обеспечения точности массы кусков.

Все тестоделительные машины делят тесто по объемному принципу. Наиболее важными функциональными элементами тестоделителей являются нагнетатель теста и делительное устройство.

В зависимости от способов нагнетания полуфабриката тестоделители можно классифицировать на машины с поршневым, шнековым, валковым, лопастным, комбинированным нагнетанием. Тестоделители с роторным и пневматическим нагнетанием получили ограниченное применение.

Делительное устройство может представлять собой барабан с мерными карманами, расположенными по окружности или образующей барабана, или узел отсекающего куска выдавливаемого из камеры нагнетания жгута теста. Известны также машины, осуществляющие отделение кусков методом штампования предварительно отмеренного количества полуфабриката. Такие делители получили ограниченное применение в мини-пекарнях. Тестоделители с мерными карманами целесообразно использовать в линиях выработки пшеничного хлеба, а с отсекающим делительным устройством — в производстве ржаных и ржано-пшеничных сортов формового хлеба.

Тестоделительные машины можно подразделить на две группы: с фиксированным и нефиксированным ритмом работы. В машинах с фиксированным ритмом привод всех рабочих органов осуществляется от жесткой кинематической схемы с определенной периодичностью.

В тестоделителях с нефиксированным ритмом работы механизм, отделяющий кусок от общей массы, не связан с общим приводом машины и включается в действие от импульса, получаемого при заполнении тестом всего объема мерного кармана, или при достижении куском заданной длины.

Для получения кусков теста равной массы большое значение имеют условия и режим работы машины: уровень теста в приемной воронке, величина и постоянство давления на тесто в конце нагнетательного процесса, взаимодействие рабочих органов и теста. Уровень теста в приемной воронке должен поддерживаться постоянным, что обеспечивает надежное заполнение рабочей камеры.

Постоянное давление на тесто в конце нагнетания в мерные карманы в течение всего периода работы машины обеспечивает постоянную степень уплотнения теста. Для большинства конструкций тестоделительных машин рабочий диапазон давлений составляет 0,1 ... 0,2 МПа. Величина давления существенно влияет на точность деления и качественные показатели теста. Известно, что

с увеличением рабочего давления повышается точность работы тестоделителя, однако когда давление превысит определенное значение, произойдут нежелательное изменение структуры теста, ухудшение его качества.

При выборе рационального значения рабочего давления тестоделителя необходимо учитывать, что при снижении рабочего давления с 0,2 до 0,1 МПа качество теста улучшается, снижаются мощность приводного электродвигателя и расход энергии примерно на 30 %, почти в два раза уменьшаются максимальные нагрузки на все подвижные элементы машины, значительно повышаются долговечность и безотказность работы делителей. Давление на полуфабрикат может изменяться при регулировании массы тестовых заготовок, что приводит к изменению свободного объема мерных емкостей, или при колебаниях консистенции теста, поступающего в тестоделительную машину.

Стабилизация давления в конце цикла нагнетания достигается оснащением тестоделителей уравнивателями (стабилизаторами) давления, как правило, пружинного типа. При этом передача усилий от привода на нагнетающий поршень осуществляется с использованием гибкого (пружинного) элемента. Иногда в качестве уравнивателя давления используется подпружиненная заслонка, ограничивающая объем камеры сжатия.

**Виды тестоделительных машин.** Для деления теста из ржаной, ржано-пшеничной и пшеничной обойной муки предназначена *тестоделительная машина со шнековым нагнетателем* (рис. 3.12). Тесто из воронки 5 шнеком 7 нагнетается через угловой отвод 3 в мерный карман делительного барабана, периодически вращающегося внутри головки 2. Внутри мерного кармана расположен двухсторонний поршень. При давлении теста поршень перемещается вниз до упорных шпилек, освобождая карман для заполнения тестом. По окончании заполнения кармана делительный барабан с помощью храпового механизма 19 поворачивается на 180°. При этом тесто, находящееся в камере, оказывая давление на двухсторонний поршень, перемещает его вниз. При движении поршень выталкивает из кармана кусок теста, одновременно освобождая верхнюю часть мерного кармана для последующего заполнения. Куски теста поступают на ленточный транспортер 1.

Регулирование массы кусков теста производится путем изменения объема мерного кармана в результате сближения или удаления половинок поршня с помощью винта и пружины.

Машина приводится в движение от электродвигателя 16. Движение клиноременной передачи 15 передается на блок 11 шкива и звездочки, полый вал которых установлен на шариковых подшипниках на главном валу 10. Цепная передача 12 передает движение на блок звездочек 13, от которого цепной передачей 14 вращается вал 18. От этого вала цепной передачей 9 приводится во вращение

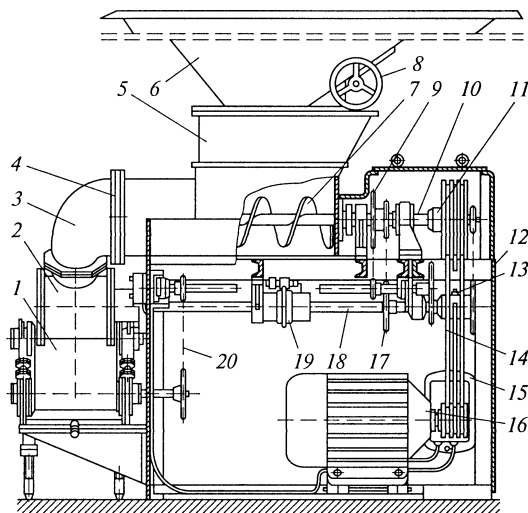


Рис. 3.12. Тестоделительная машина со шнековым нагнетателем

главный вал 10 с нагнетательным шнеком 7. От вала 18 цепной передачей 20 приводится в движение ленточный транспортер 1. От главного вала цепной передачей 17 вращение непрерывно передается ведущему валу, а от него — делительному барабану. Прерывистое движение барабана осуществляется с помощью специального механизма.

Тестоделитель выпускается с загрузочным бункером 6, который имеет заслонку, предназначенную для регулирования подачи теста в воронку делителя с помощью штурвала 8. Для предупреждения попадания инородных предметов в делительный механизм и выравнивания давления по поперечному сечению отвода между фланцами отвода и корпуса шнека вставлена решетка 4. Левый конец шнека у решетки расположен в опорной чугунной втулке, которая соединена с фланцем четырьмя спицами.

Тестоделительные машины со шнековым нагнетанием отличаются простотой конструкции и значительным механическим воздействием на полуфабрикат. Однако такое воздействие нежелательно при обработке пшеничного теста. Другим недостатком этих машин является значительное колебание давления в мерных карманах ввиду непрерывного вращения шнека и периодического отбора отмеренных кусков.

Тестоделительные машины с валковым нагнетателем (рис. 3.13) предназначены для деления пшеничного теста при изготовлении наиболее распространенных сортов хлеба и мелкоштучных изделий.

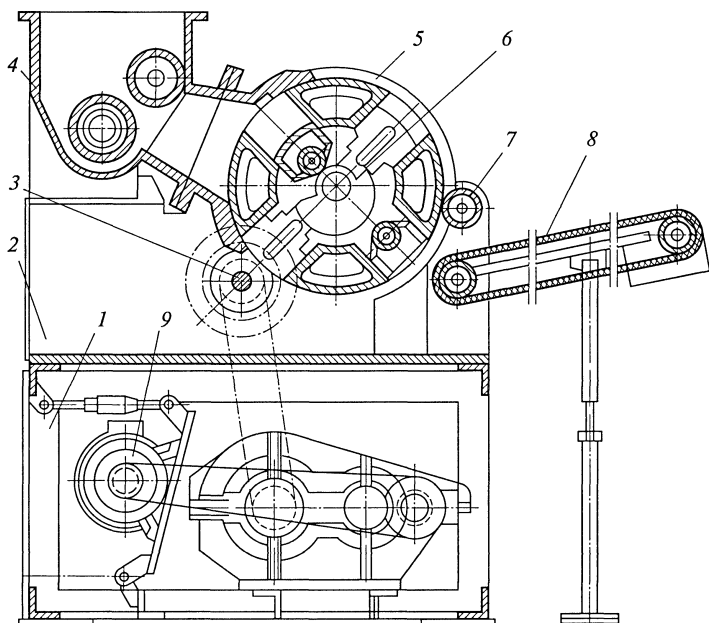


Рис. 3.13. Тестоделительная машина с валковым нагнетателем

Нагнетание теста производится одной или двумя парами валков, вращающихся навстречу друг другу с постоянной скоростью. В этих машинах стабилизаторы давления, как правило, не используются. Мерные карманы могут быть расположены по окружности делительного барабана или по его образующей.

Валковый делитель для изготовления батонообразных изделий состоит из постаментов 1 с приводом 9, станины 2, приводного вала 3, приемной воронки с нагнетательными валками 4, делительного барабана 5, механизма регулировки массы куска теста и его выталкивания 6, сбрасывающего валика 7 и разгрузочного ленточного конвейера 8.

Внутри станины 2 находятся электродвигатель, закрепленный на подвижной регулируемой плите, редуктор и установленный на двух радиально-упорных подшипниках приводной вал 3. Приемная воронка состоит из тестовой камеры с одной парой нагнетательных валков и переходного патрубков.

Тестоделительный барабан 5 имеет четыре радиально расположенных мерных кармана диаметром 125 мм, внутри которых перемещаются поршни. Каждый поршень снабжен пальцами и роликами. Для ограничения хода и предотвращения поворота на поршне прорезан паз, в который входит специальный болт. К фланцу

барабана крепится зубчатое колесо, приводящее барабан в движение от приводного вала.

Механизм регулировки массы и выталкивания кусков теста 6 состоит из кулака выталкивания, закрепленного на центральном пустотелом валу с фланцем, один конец которого расположен в подшипнике качения, а второй закреплен на крышке кулака регулировки массы кусков теста, и механизма поворота кулачка регулировки.

Привод 9 машины осуществляется от электродвигателя через вариаторный шкив клиновыми ремнями на редуктор и затем с помощью цепных передач — на приводной вал 3 и все рабочие органы тестоделителя — нагнетательные валки 4, делительный барабан 5, приводной барабан ленточного конвейера 8 и сбрасывающий валик 7.

Тесто поступает самотеком из бункера, расположенного над тестоделителем, в приемную воронку, откуда нагнетательными валками подается в тестовую камеру. При совмещении мерных карманов делительного барабана с отверстием переходного патрубка тесто заполняет карман. Под давлением теста поршни отжимаются к центру делительного барабана, пока не встретятся роликами с кулачком регулировки массы. При дальнейшем вращении барабана ролики поршней обкатываются по профилю кулачка. В этот период тесто уплотняется до тех пор, пока отверстие мерного кармана не выйдет из-под козырька переходного патрубка.

При последующем вращении барабана ролики поршня переходят на профиль кулачка выталкивания тестовых заготовок. Поршни передвигаются к наружной поверхности тестоделительного барабана и выталкивают отмеренную тестовую заготовку из мерного кармана на валик 7, с которого тестовая заготовка сбрасывается на транспортную ленту разгрузочного конвейера.

Основными недостатками валковых нагнетателей являются неудобство регулирования подачи теста и отсутствие стабилизатора давления в рабочей камере. Однако у тестоделителей с валковыми нагнетателями имеются и существенные достоинства: сравнительная простота конструкции, надежность в работе и щадящее воздействие на структуру теста.

*Тестоделительные машины с лопастным нагнетателем* (рис. 3.14) отличаются универсальностью: они могут перерабатывать как пшеничное, так и ржаное тесто всех сортов.

В тестоделителе с лопастным нагнетателем 2 (см. рис. 3.14, а) деление теста осуществляется непрерывновращающейся делительной головкой 6, расположенной в полусферическом козырьке 15. В головке имеется мерный карман 7, в который вставлен двухсторонний поршень 4. Из бункера 9 тесто поступает в тестовую камеру 14, где оно захватывается непрерывновращающейся лопа-

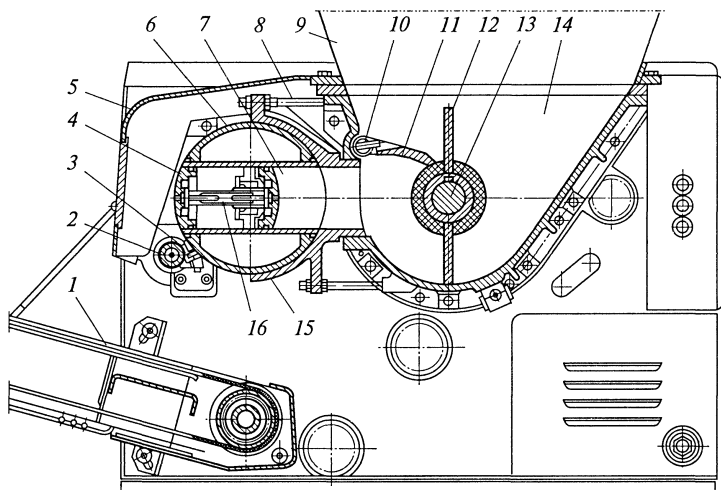
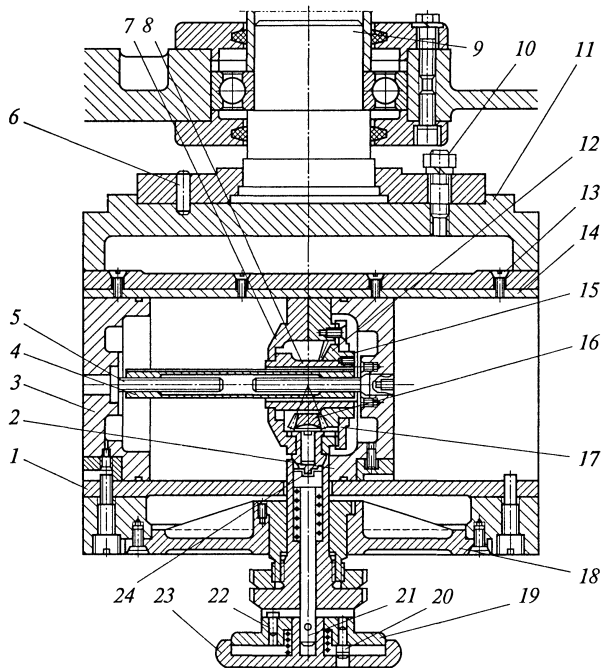
*a**б*

Рис. 3.14. Тестоделительная машина с лопастным нагнетателем:

*a* — общий вид; *б* — делительная головка

стью 12, укрепленной на валу 13, и нагнетается в мерный карман. При этом сначала заслонка 11 открыта, и содержащиеся в тесте газы выталкиваются в бункер. Затем заслонка, поворачиваясь по часовой стрелке, закрывается. При достижении в камере необходимого давления тесто лопастью нагнетается в мерный карман, когда он находится напротив тестовой камеры. При этом избыток теста, приоткрывая заслонку 11, перетекает в тестовой бункер, что исключает перегрузку двигателя. Открытие заслонки при дроселировании осуществляется благодаря растяжению пружины 10, установленной в приводе заслонки.

При дальнейшем вращении тестоделительной головки и совмещении кармана с тестовой камерой нагнетаемое лопастью тесто оказывает давление на поршень, который, освобождая мерный карман, одновременно выпрессовывает из него тесто. Отделенный кусок теста отсекается ножом 3 и отбрасывается вращающимся валиком 2 на ленточный транспортер 1. Регулирование массы кусков теста осуществляется изменением объема мерного кармана путем вращения резьбовой втулки 16, что приводит к изменению общей длины поршня.

Полусферический козырек крепится к корпусу тестовой камеры шпильками 8, и весь делительный механизм машины закрыт щитком 5.

Тестоделительная головка (см. рис. 3.14, б) состоит из корпуса 11, в который запрессована гильза 1. Внутри гильзы помещен плавающий двухсторонний поршень, состоящий из двух головок 2 и 3, связанных между собой резьбовой втулкой 4 и двумя винтами 5, имеющими правую и левую резьбу.

Механизм изменения расстояния между головками заключен в корпусе 7 с крышкой 17. Он состоит из пары конических шестерен 12, колеса 15, втулки 8, укрепленной на втулке 4, и ведущей конической шестерни 16. Изменение расстояния между головками поршня производится вращением штурвала 23, который через валик 21 со шлицами 24 передает вращение через коническую шестерню 12 втулке 4, при вращении которой перемещаются винты 5 вместе с головками поршня.

Вращение маховика возможно только после прижатия диска 19 со штифтами 20 и 22. Механизм регулирования установлен в крышке 18. Для предотвращения поворота головок поршня внутри гильзы винтами 13 укреплен сегментная вставка 14. Корпус делительной головки с помощью шпилек 10 крепится к фланцу, который укреплен на валу 9. Для нормальной установки головки согласно циклограмме служит штифт 6.

**Правила эксплуатации тестоделительных машин.** Для нормальной эксплуатации тестоделительных машин необходимо:

равномерно подавать тесто в приемную воронку и поддерживать в ней наивысший уровень теста;

во время работы машины периодически проверять точность деления кусков теста с соответствующей регулировкой массы; до получения точной массы первые 4...6 кусков возвращают в приемную воронку машины;

очищать от теста и смазывать чистым высококачественным вазелиновым или растительным маслом не менее одного раза в смену рабочие органы машины;

по окончании работы промывать горячей водой все части машины, соприкасающиеся с тестом; обметать, протирать и очищать от засохшего теста станину машины.

Категорически запрещается проталкивать руками тесто через приемную воронку в рабочую камеры во избежание несчастных случаев.

**Основы технологического расчета тестоделительных машин.** Производительность тестоделительных машин  $\Pi_{\tau}$  при заданной массе заготовок определяется из условия полной загрузки печи:

$$\Pi_{\tau} = \frac{pn}{\tau_{\text{в}}} k_{\text{д}},$$

где  $p$  — число тестовых заготовок, располагаемых по ширине печи;  $n$  — количество рядов заготовок, располагаемых по длине печи;  $\tau_{\text{в}}$  — длительность выпечки, мин;  $k_{\text{д}}$  — коэффициент, учитывающий необходимость периодических остановок делителя для наладки, регулирования и синхронизации его работы с укладчиком и расстойным шкафом; обычно  $k_{\text{д}} = 1,15 \dots 1,2$ .

Расчетное число циклов делительной головки  $n_{\text{д}}$  в единицу времени определяют по уравнению

$$n_{\text{д}} = \frac{\Pi_{\tau}}{n_{\text{д}} m_{\text{к}}},$$

где  $n_{\text{д}}$  — количество рабочих мерных камер делительной головки; если мерные камеры спарены, то количество рабочих камер равно только половине общего количества камер в делительной головке,  $m_{\text{к}}$  — масса куска.

Количество тестоделительных машин зависит от требуемого количества тестовых заготовок определенного сорта.

Необходимое количество тестовых заготовок  $n_{\text{т}}$  в единицу времени рассчитывают по формуле

$$n_{\text{т}} = \frac{\Pi_{\tau}}{m},$$

где  $m$  — масса изделий.

Количество тестоделительных машин  $n_m$  для заданного ассортимента рассчитывают по уравнению

$$n_m = \frac{n_t x}{n_d},$$

где  $x$  — коэффициент запаса на остановку делителя и возврат кусков ( $x = 1,04 \dots 1,05$ ).

### 3.2.2. Машины для формования теста

Назначение формовочных машин заключается в придании тестовым заготовкам вида, соответствующего стандартным показателям конкретных сортов и наименований хлебных изделий. Механическая обработка тестовых заготовок на формовочных машинах способствует получению тонкостенной равномерной пористости изделий и повышению объемного выхода.

Обычно формование осуществляется между двумя поверхностями рабочих органов формовочной машины. Поверхность, которая обеспечивает перемещение заготовки, называется несущей, а поверхность, придающая ей определенную форму, — формующей.

Степень механической проработки заготовок при формовании практически не зависит от их массы и определяется в первую очередь величиной зазоров между несущими и формующими органами, фрикционными и адгезионными свойствами полуфабриката, а также соотношением напряжений сдвига и сжатия при обработке заготовок.

В зависимости от формы, которую придает машина тестовой заготовке, различают округлительные машины, формующие шарообразные заготовки, и закаточные машины, формующие удлиненные цилиндрические или сигарообразные заготовки.

Формовочные машины для производства специальных сортов изделий (сухарные, бараночные и др.) основаны на использовании методов штампования и экструзии и рассмотрены в подразд. 3.5.

**Округлительные машины.** Наибольшее распространение в хлебопекарном производстве для округления тестовых заготовок получили округлительные машины конического и ленточного типов.

*Округлительные машины конического типа*, или конические тестоокруглители, предназначены для формования заготовок самой разной массы.

Конический тестоокруглитель (рис. 3.15) относится к машинам с конической несущей и внутренней формующей поверхностями. Конический тестоокруглитель используется для формования тес-

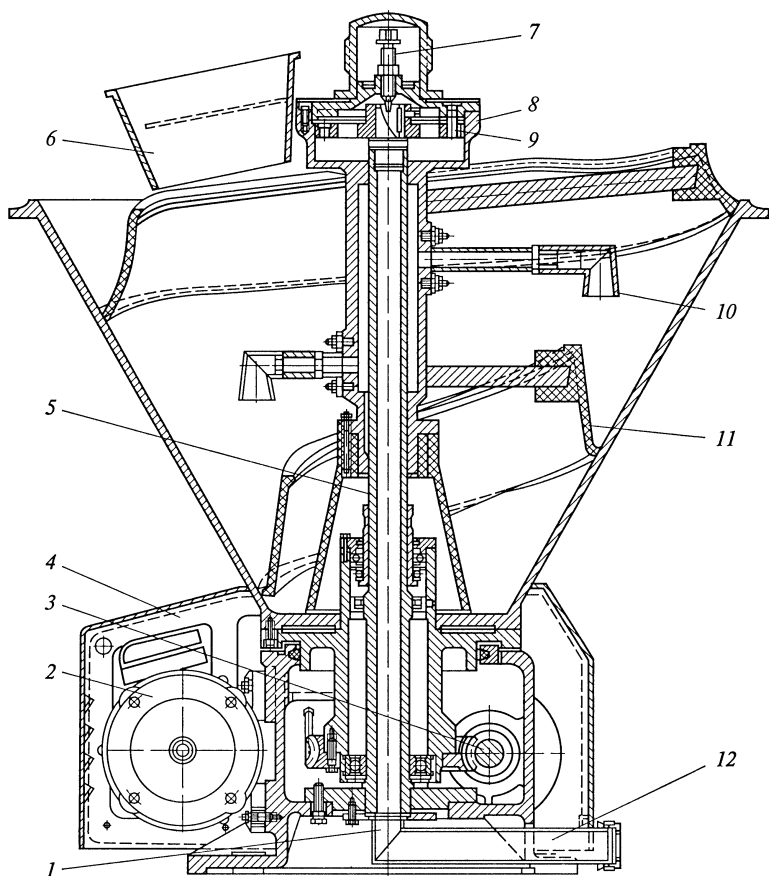


Рис. 3.15. Конический тестоокруглитель

товых заготовок батонообразных и мелкоштучных изделий массой 0,2... 1,1 кг. Внутри корпуса 4 размещены приводной электродвигатель 2, двухступенчатая клиноременная передача и червячный редуктор 3. Внутри пустотелого вала червячного колеса 1 расположен пустотелый вал 5, на котором закреплены формирующая спираль 11 и воздухоподающие патрубки 10, служащие для обдувки заготовок воздухом в целях устранения залипания теста на рабочих поверхностях.

Тестовые заготовки подаются через загрузочную воронку 6 на дно чаши, где захватываются внутренней поверхностью вращающейся чаши и перемещаются по спиральному желобу вверх, совершая при этом сложное движение, в результате чего им прида-

ется шарообразная форма. После округления заготовки поступают на ленточный транспортер.

Благодаря возрастанию окружной скорости в верхней части машины происходит увеличение интервала между заготовками, что предупреждает их сдваивание. Однако в нижней части машины, где скорость наименьшая и подъем спирального желоба более крутой, возможно сдваивание кусков теста. Во избежание этого необходимо обеспечивать ритмичную подачу тестовых заготовок с определенным интервалом.

Чтобы установить выходной участок спирали в нужном направлении, спираль можно поворачивать и фиксировать с помощью диска с отверстиями 8 и пальца 9. Для регулирования зазора между стенкой чаши и формирующей спиралью служит винт 7. Заготовки подаются через приемную воронку 6. Изменяя положение загрузочной воронки, можно менять в небольших пределах длительность проработки заготовок в округлителе. Воздух для обдувки подается в машину по трубе 12, к которой подключается центральная воздухоподающая магистраль. В приводе предусмотрена двухручьевая клиноременная передача с различным передаточным числом; это позволяет предусмотреть две частоты вращения чаши.

К достоинствам машины следует отнести простоту конструкции и удобство обслуживания, возможность регулирования зазора между чашей и спиралью. Аналогичной конструкции выпускается тестоокруглитель для формования заготовок мелкоштучных булочных изделий. Он отличается устройством спирали и уменьшенными размерами.

*Округлительные машины ленточного типа, или ленточные округлители* (рис. 3.16), являются машинами с поступательным движением рабочих органов и предназначены для формования заготовок массой 0,5...2,5 кг из пшеничного теста. Ленточный округлитель достаточно хорошо прорабатывает тестовую заготовку, однако при выходе из машины она не имеет строго шарообразной формы. Последнее требование не играет существенной роли при выработке цилиндрических и сигарообразных подовых изделий, поскольку они после округлителя проходят еще дополнительное формование в закаточных машинах.

Ленточный округлитель смонтирован на наклонной станине 3 (см. рис. 3.16, а), размещенной на тумбах 2 и 4. Передняя тумба расположена на двух роликах 1, задняя — на двух установочных штифтах 5. Роль несущих поверхностей выполняют два транспортера 6 и 8, движущиеся в противоположном направлении. Роль формирующей поверхности выполняют сами транспортеры и неподвижная поверхность 7 между ними. Привод, состоящий из электродвигателя и червячного редуктора, расположен в тумбе 2.

Привод (см. рис. 3.16, б) осуществляется от редуктора 9 через шарнир Гука 10 к валику 11 ведущего барабана с помощью цепи 3.

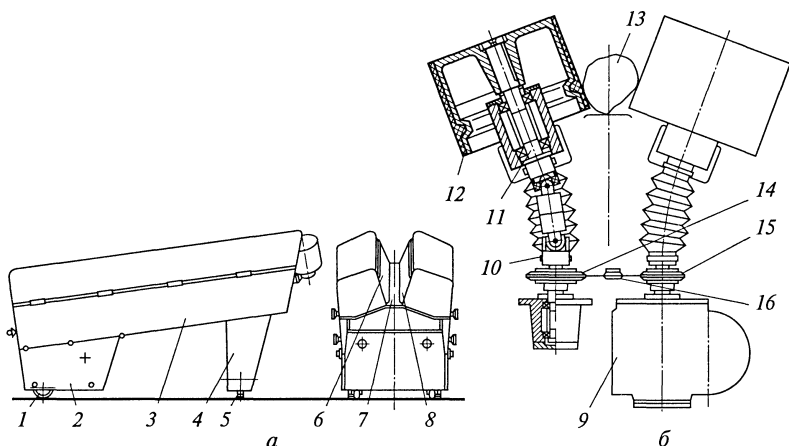


Рис. 3.16. Ленточный тестоокруглитель:

*а* — общий вид; *б* — привод формирующих транспортеров

На транспортной ленте 12 привулканизирован выступ в виде клинового ремня, который удерживает ленту транспортера от смещения по шкиву. Валики барабана установлены в двух подшипниках на кронштейнах с возможностью их перемещения. Конструкция привода позволяет регулировать угол наклона барабана и расстояние между ними в зависимости от массы и свойств заготовки 13. Приводные барабаны соединены цепью 14. Разные диаметры звездочек 14 и 15 обеспечивают разную скорость лент. Звездочка 16 служит для натяжения цепи. При регулировании приводных барабанов одновременно перемещают с помощью винта и натяжные барабаны.

**Закаточные машины.** Формование тестовых заготовок на закаточной машине является многоступенчатым и состоит из вальцевания, завивания рулона и уплотнения заготовки. Вальцевание в плоскую заготовку (ленту) производится двумя парами валков. Затем заготовка с помощью завивающего устройства заворачивается в рулон и поступает на уплотнение в зазоре между несущим и формирующим рабочими органами.

Тестоукаточные машины в зависимости от вида рабочих органов в зоне уплотнения подразделяются на ленточные, барабанные и комбинированные.

В ленточных закаточных машинах в качестве несущего и формирующего органов используют поверхности ленточного конвейера и подпружиненной прижимной доски. При этом тестовая заготовка прокатывается в клиновом зазоре между ними. В отдельных конструкциях для уменьшения габаритов машины вместо неподвижной

прижимной доски используют второй ленточный конвейер с противоположным основному направлением движения ленты, контактирующей с заготовкой. На закаточных машинах ленточного типа, как правило, формируются тестовые заготовки батонообразных изделий.

В *барабанных закаточных машинах* роль несущего органа выполняет вращающийся цилиндрический барабан, а формирующего органа — неподвижный фартук, установленный с зазором относительно барабана. Закаточные машины барабанного типа широко используются в линиях производства булочных изделий.

В *комбинированных закаточных машинах* уплотнение рулона проводится последовательно в зазоре между барабаном и фартуком, а затем между лентой конвейера и прижимной доской. После такой обработки тестовая заготовка хорошо удерживает приданную ей форму на всех последующих операциях производственного процесса. Прижимная доска устроена так, что прокатывает заготовку с перенесением максимального усилия прижима от центра к краям, осуществляя одновременно прокатывание заготовки и продольное растягивание. Эти машины отличаются надежностью и хорошей проработкой теста.

Если формирующая поверхность имеет вогнутость по отношению к заготовке, то по сравнению с плоской поверхностью величина сил трения увеличивается. В случае выпуклой формирующей поверхности силы трения при закатке уменьшаются, а степень механической проработки заготовок увеличивается.

На рис. 3.17 приведена ленточная закаточная машина, которая имеет завивающее устройство в виде грузовой сетки с роликами и предназначена для формования тестовых заготовок цилиндрической или сигарообразной формы длиной до 450 мм из пшенично-

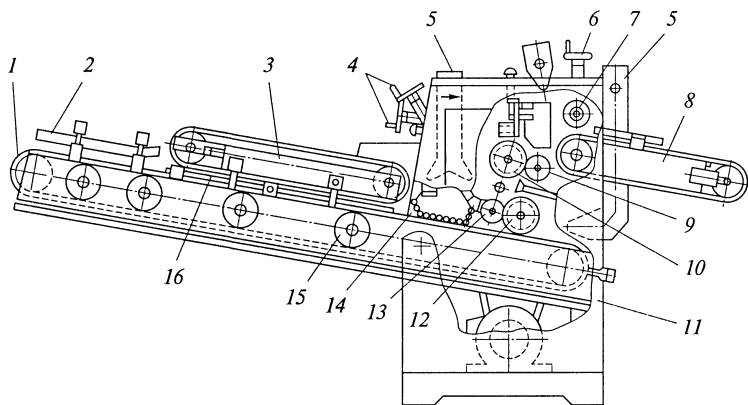


Рис. 3.17. Закаточная машина ленточного типа

го теста. Машина состоит из подающего транспортера 8, двух пар раскатывающих валков 9 и 10, 12 и 13, завивающей гибкой сетки 4, несущего 1 и формующего 3 транспортеров. Все элементы машины смонтированы на станине 11, а транспортеры 1 и 3 — на консольном каркасе.

Тестовая заготовка, пройдя между боковинами центрирующего устройства, поступает на подающий транспортер 8 и перемещается под прикатывающим валком 7, который ее слегка сплюсшивает. Далее валки 9 и 10 раскатывают заготовку в блин толщиной 5...12 мм, а валки 12 и 13 — толщиной 3...9 мм. Затем тестовой блин поступает на ленту транспортера 1, который перемещает его под завивающую гибкую сетку 14. Проходя под ней, тестовой блин сворачивается в рулон, который прокатывается между лентами несущего и формующего транспортеров и профилирующим щитком 2.

При изменении массы тестовой заготовки необходимо производить следующую регулировку: штурвалом 6 опускать или поднимать прикатывающий валок 7; штурвалами 4 изменять расстояние между валками 9 и 10, 12 и 13; штурвалами 15, приподнимая ленту несущего транспортера, менять расстояние между лентами несущего и формующего транспортеров. Длина тестовой заготовки ограничивается двумя направляющими 16. Через насадки 5 производится обдувка воздухом рабочих органов машины.

**Правила эксплуатации тестоформирующих машин.** При эксплуатации тестоформирующих машин необходимо соблюдать следующие правила:

обслуживать тестоформирующие машины должен персонал, обученный приемам работы и прошедший инструктаж по технике безопасности; перед началом работы следует убедиться в полной исправности машины, не работать с открытыми крышками, снятыми щитками, не прикасаться к вращающимся и подвижным частям;

для устранения возможного сдаивания кусков тестовых заготовок необходимо подавать их в формовочную машину со стабильным интервалом, равным величине пяти диаметров обрабатываемой заготовки;

во избежание затягивания и сцепления кусков необходимо обеспечивать минимальный постоянный зазор между несущим и формующим рабочими органами машины;

в закаточных машинах при переходе с сорта на сорт необходимо регулировать зазор между валками и формующими элементами для получения необходимой степени механической обработки заготовок и определенной формы изделий;

необходимо постоянно следить за формой заготовок, выходящих из машины, проводить необходимые регулировки, а также следить за наличием муки в мукопосыпателях и чистотой рабочих поверхностей машины.

Одним из основных условий работоспособности тестоформирующих машин является эффективность методов борьбы с прилипанием и размазыванием тестовых заготовок о рабочие органы этих машин.

Во избежание прилипания к рабочим поверхностям машины тестовых заготовок они обычно подпыливаются мукой с помощью мукопосыпателей, которыми эти машины, как правило, оснащены. Для этой цели применяется мука тех же сортов, из которых приготовлено тесто. На подсыпку расходуют до 1,5 % общего расхода муки. Это количество муки в значительной степени входит в потери производства, что существенно увеличивает непродизводительные затраты.

Для уменьшения прилипания тестовых заготовок в ряде случаев используется смачивание рабочих поверхностей тестоформирующих машин водой (в производстве ржаного хлеба), смазывание растительным маслом или эмульсией.

Неплохие результаты для уменьшения прилипания дает обдувка подогретым воздухом рабочих поверхностей оборудования и тестовых заготовок. Воздух для обдувки забирается непосредственно из верхней зоны помещения и нагнетается вентилятором в воздуховод диаметром 350 мм, откуда по отводам диаметром 100...200 мм воздух поступает к делительной, округлительной и закаточной машинам. Все воздуховоды, заканчивающиеся насадками (соплами), изготовляют из листовой кровельной стали. Насадки следует располагать таким образом, чтобы в потоке воздуха подсушивались как рабочие органы машин, так и поверхность обрабатываемых тестовых заготовок.

Количество воздуха, поступающего для обдувки к отдельным машинам, регулируют шиберы. Температура этого воздуха колеблется в пределах 28...30 °С, а относительная влажность его составляет 40...43 %.

К недостаткам этого способа следует отнести громоздкость металлоконструкций воздуховодов и их крепления, а также возможность образования утолщенных корок выпеченных изделий.

Наиболее эффективной является обработка рабочих органов тестоокруглительных и закаточных машин, деталей и механизмов посадки тестовых заготовок современными полимерными композициями, основу которых составляют фторопласт-4 (тефлон) или кремнийорганические жидкости (силикон). Например, обработка транспортной ленты кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94 проводится следующим образом. Ленту тщательно промывают теплой водой с мылом или щелочью, затем после просушивания на воздухе погружают в 5%-ный раствор ГКЖ-94 в четыреххлористом углероде и выдерживают в нем в течение 1...2 мин. После вторичного просушивания ленту подвергают термической обработке в сушильной камере при температуре 120 °С в течение 1,5 ч.

Пропитку и просушку необходимо проводить под вытяжкой. Примерный расход жидкости ГКЖ-94 на 1 м<sup>2</sup> ленты составляет 214 г.

Нанесение фторопластовых покрытий на металлические детали возможно при окунании их во фторопластовую эмульсию и полимеризации тонкого слоя при последующей сушке. Допускается механическое крепление (винтами) тонкого листа фторопласта на рабочих органах тестоформирующих машин.

Антиадгезионные покрытия позволяют исключить использование растительного масла и пищевых жиров в качестве разделительной смазки формирующих поверхностей, уменьшить потери сырья и готовой продукции, увеличить производительность оборудования, повысить культуру производства, улучшить санитарно-гигиенические условия труда и товарный вид продукции.

Для сокращения производственных затрат в хлебопекарной промышленности целесообразно использовать антиадгезионные покрытия нового поколения с повышенной био- и термостойкостью на основе порошковых полиолефинов и фторопластов. От имеющихся аналогов они отличаются величиной адгезии: повышенной (в 2,5...3 раза) к металлу и пониженной (в 1,5 раза) к продукту; увеличенной (в 2...3 раза) прочностью; стойкостью к термическим, механическим и биологическим повреждениям и воздействию агрессивных сред. Полимерные покрытия легко поддаются санитарной обработке, в результате которой уменьшается возможность развития вредной микрофлоры.

Почти полное отсутствие прилипания тестовых заготовок достигается при охлаждении поверхности раскатывающих валков закаточных и специальных формовочных машин до температуры 2...4 °С за счет подачи в них охлаждаемых жидкостей.

Меньшее прилипание заготовок и более надежная работа характерны для формовочных машин, имеющих высокую скорость движения тестовых заготовок в зоне обработки и специальный рельеф поверхности рабочих органов (рифление, насечки и др.). Это объясняется уменьшением как продолжительности площади контакта тестовой заготовки, так и рабочих органов оборудования.

**Основы технологического расчета тестоформирующих машин.** *Производительность конического тестоокруглителя*  $\Pi_0$  (шт./с) определяют по формуле

$$\Pi_0 = \frac{\lambda \pi D n \mu}{d},$$

где  $\lambda$  — коэффициент, учитывающий отклонение размеров кусков теста ( $\lambda = 0,8 \dots 0,85$ );  $D$  — минимальный диаметр чаши в месте контакта с тестовой заготовкой, м;  $n$  — частота вращения рабочего органа, с<sup>-1</sup>;  $\mu$  — коэффициент проскальзывания заготовки;  $d$  — средний диаметр округленного куска теста, м.

Средний диаметр  $d$  округленного куска теста

$$d = \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi\rho}},$$

где  $m$  — масса куска, поступающего в округлитель, кг;  $\rho$  — плотность теста, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1070 \dots 1200$  кг/м<sup>3</sup>).

*Производительность ленточного тестоокруглителя  $\Pi_{\text{л}}$  (шт./с) определяют по формуле*

$$\Pi_{\text{л}} = \frac{v_{\text{п}}}{a},$$

где  $v_{\text{п}}$  — скорость перемещения куска при округлении, м/с;  $a$  — шаг кусков теста, м;

$$v_{\text{п}} = \frac{v_{\text{н}} - v_{\text{ф}}}{2} \mu,$$

где  $v_{\text{н}}$ ,  $v_{\text{ф}}$  — скорости соответственно несущей и формующей лент, м/с;  $\mu$  — коэффициент проскальзывания ( $\mu = 0,8$ ).

*Производительность тестозакаточных машин ленточного типа  $\Pi_{\text{м}}$  (шт./с) определяют по формуле*

$$\Pi_{\text{м}} = \frac{v_{\text{н}} - v_{\text{ф}}}{a} \mu,$$

где  $a$  — шаг между центрами заготовок, м ( $a \geq 5d$ ).

Необходимую длину зоны уплотнения  $L$  (м) в тестозакаточных машинах находят по формуле

$$L = \frac{k\pi d}{1 - \frac{2v_{\text{ф}}}{v_{\text{н}} - v_{\text{ф}}}},$$

где  $k$  — число оборотов заготовки в зоне уплотнения ( $k = 6 \dots 8$ ).

### Контрольные вопросы

1. Какие функциональные элементы тестоделительных машин считаются наиболее важными?
2. В чем конструктивные отличия тестоделителей с фиксированным и нефиксированным ритмом работы?
3. В каких пределах изменяется рабочее давление в тестоделительных машинах?
4. Какие недостатки характерны для тестоделителей со шнековым нагнетателем?

5. Какие рабочие органы конического округлителя являются несущими и формирующими?
6. Из каких последовательных стадий складывается обработка заготовок в закаточной машине?
7. За счет чего обеспечивают необходимую степень механической обработки заготовок при их формировании на закаточной машине?
8. Какие недостатки характерны для метода снижения прилипания заготовок, основанного на их обдувке теплым воздухом?

### 3.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАССТОЙКИ, ПОСАДКИ, НАДРЕЗКИ И ВЫГРУЗКИ ЗАГОТОВОК

**Оборудование для расстойки тестовых заготовок.** Технологическое назначение расстойки заключается в восстановлении пористой структуры теста, утраченной при делении и формировании заготовок.

В результате расстойки структура тестовых заготовок становится пористой, объем их увеличивается в 1,4...1,5 раза, а плотность снижается на 30...40 %. Заготовки приобретают ровную гладкую эластичную поверхность.

При разделке теста из сортовой пшеничной муки после округления заготовок в течение 5...7 мин производится предварительная расстойка. Эта операция не требует определенных параметров воздушной среды и осуществляется, как правило, при транспортировании заготовок к закаточным машинам. Окончательная расстойка производится в течение 30...60 мин при относительной влажности воздуха 75...80 % и температуре 35...40 °С.

Основным оборудованием для окончательной расстойки являются расстойные люлочные конвейерные шкафы, имеющие или Г-образную, или П-образную, или Т-образную форму. По производимому ассортименту расстойные шкафы подразделяются на универсальные и специализированные. Универсальные шкафы используются в поточных линиях при производстве хлебных изделий широкого ассортимента. Специализированные шкафы предназначены для комплексно-механизированных и автоматизированных линий при производстве изделий только определенных формы и массы.

В расстойных шкафах применяются как однополочные, так и многополочные люльки. В пекарнях малой мощности применяют не шкафы, а расстойные камеры шкафного типа.

По расположению ветвей цепного конвейера люлочные конвейерные шкафы можно подразделить на вертикальные, горизонтальные и комбинированные. Вертикальное расположение ветвей цепного конвейера в расстойных шкафах приводит к нарушению рациональных характеристик процесса и в конечном счете ухуд-

шению качества изделий. Производственный опыт показывает, что колебания температуры и относительной влажности воздушной среды в верхних и нижних зонах расстойных шкафов вертикального типа составляют соответственно около 5...7 °С и 10...15 %.

Горизонтальное расположение ветвей цепного конвейера в расстойных шкафах обеспечивает более стабильные параметры воздушной среды. Однако расстойные шкафы горизонтального типа имеют свои недостатки — естественную вентиляцию камеры, конденсацию влаги на заготовках на начальном этапе расстойки и значительное усыхание поверхности тестовых заготовок на выходе.

Перспективными являются расстойные шкафы комбинированного типа с тремя изолированными технологическими зонами. Первая зона (зона прогрева заготовок) располагается вертикально и имеет регулируемый тепловой источник, необходимый для прогрева тестовых заготовок. Вторая зона (зона расстойки) выполняется в виде нескольких горизонтальных ветвей конвейера. Здесь используются устройства, поддерживающие заданные температурные и паровлажностные параметры среды. Третья зона выполняется в виде закрытого от внешней среды туннеля, благодаря чему не происходит заветривания расстойвавшихся тестовых заготовок при перемещении их в пекарную камеру.

*Шкаф РШВ* для расстойки заготовок мелкоштучных хлебных изделий (рис. 3.18) применяется для окончательной расстойки тестовых заготовок. В зависимости от производительности выпускают шкафы трех типоразмеров для печей с площадью сетчатого пода 25, 40 и 50 м<sup>2</sup>.

Шкаф РШВ относится к расстойным шкафам с вертикальным цепным люлечным конвейером. В комплект шкафа входят роторно-ленточный посадчик 1 и пересадочный ленточный транспортер 11, предназначенный для разгрузки люлек шкафа и посадки тестовых заготовок на под печи.

Каркас шкафа 2 выполнен из уголковой стали. Сверху и с боков он закрыт съемными ограждениями 13. Внутри шкафа расположены 23 пары звездочек 6, на которых натянуты цепи конвейера 3, несущего расстойные люльки 14. Шаг подвески люлек — через четыре шага цепи. Звездочки 15 закреплены на приводном валу 19. Натяжение конвейера осуществляется с помощью натяжной станции 16. Холостая ветвь конвейера 5 перемещается снаружи шкафа по звездочкам 4, 7, 8, что необходимо для подсушки материала ячеек люльки. Перегрузка заготовок на под печи осуществляется на барабане 9 с помощью ленточного транспортера 10, лента которого огибает закругленную кромку пластины 18, расположенной над сетчатым подом.

Заготовки подаются ленточным транспортером в карманы ротора 26, откуда выкладываются с установленным шагом на ленту

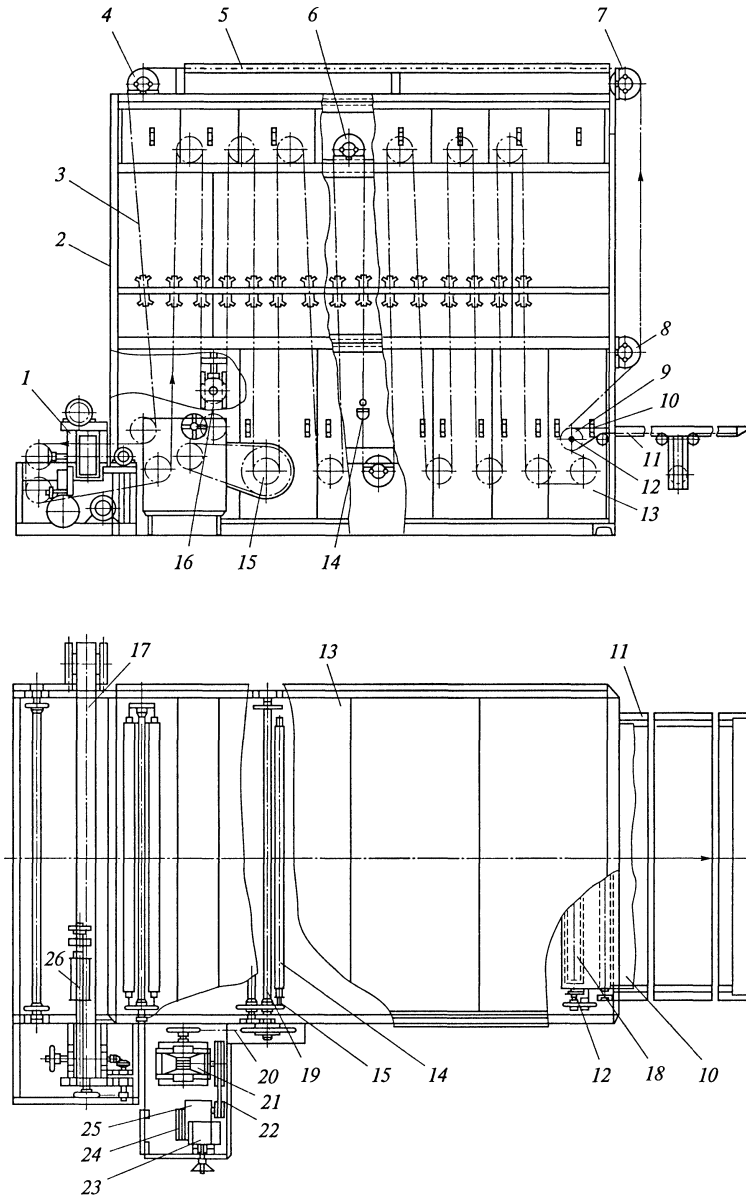


Рис. 3.18. Шкаф РШВ для расстойки заготовок мелкоштучных и хлебных изделий

посадочного транспортера 17. Когда на нем укладывается весь ряд заготовок, лента останавливается и поворачивается специальным механизмом. При этом тестовые заготовки перемещаются на люльку расстойного шкафа, а лента снова занимает горизонтальное положение, и цикл загрузки может снова повториться.

Выгрузка заготовок осуществляется на барабан ленточного транспортера 9, закрепленного на валу 12. При прохождении возле него люлька расстойного шкафа прижимается к ленте и вращается вместе с ней вокруг барабана, при выходе на горизонтальный участок заготовки перекадываются на ленточный транспортер, а освободившаяся люлька принимает исходное положение и уходит вверх. Проходя по верхней горизонтальной ветви конвейера, люльки подсушиваются, что предохраняет ткань от прилипания к ней тестовых заготовок.

Привод конвейера осуществляется от электродвигателя 23 через клиноременную передачу 24, вариатор скорости 21, клиноременную передачу 22, червячный редуктор 25 и цепную передачу 20.

Расстойные шкафы с вертикальным расположением люточного конвейера компактны, удобны в эксплуатации, посадка и выгрузка заготовок полностью механизированы. Однако колебания температуры и относительной влажности воздушной среды в верхней и нижней зонах контейнеров могут снижать качество изделий.

Шкаф Т1-ХРЗ для расстойки заготовок круглого подового хлеба (рис. 3.19) является специализированным и выпускается трех типоразмеров для поточных автоматизированных линий с печами площадью пода 25, 40 и 50 м<sup>2</sup>. Шкафы каждого типоразмера имеют одинаковую конструкцию и различаются числом горизонтальных секций и люлек.

В комплект шкафа входят подающий ленточный транспортер 5, посадчик 4 маятникового типа, механизм 2 выгрузки заготовок из люлек на под печи, пульт управления 6 и патрубки 13 для подачи в шкаф кондиционированного воздуха. Конвейерный шкаф пред-

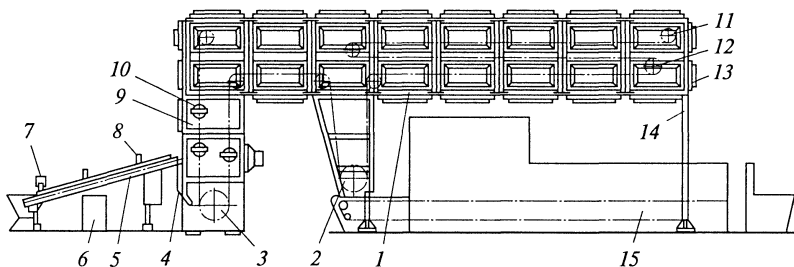


Рис. 3.19. Шкаф Т1-ХРЗ для расстойки заготовок круглого подового хлеба

ставляет собой каркас, собранный из унифицированных секций 1. Консольная часть шкафа опирается на стойки 14. В каркасе вмонтирован конвейер, состоящий из девяти пар цепных звездочек и двух бесконечных втулочно-роликовых тяговых цепей 9. Звездочки 3 являются приводными, а две пары звездочек 11 и 12 — натяжными. К цепи через каждые три звена шарнирно подвешены восьмикарманные люльки 10 для тестовых заготовок массой 0,8...1 кг. Люлечный конвейер имеет периодическое движение с выстоями.

Конвейерный шкаф может работать в ручном или автоматическом режиме.

В автоматическом режиме тестоделитель работает периодически и останавливается после выдачи каждых восьми тестовых заготовок. Пуск делителя производится от датчика, расположенного на печи. Тестовые заготовки в количестве восьми штук поочередно из округлителя поступают на ленточный транспортер 5, снабженный мукопосыпателем 7. Проходя под гибкими пластинами 8, заготовки переворачиваются на 180° и поступают в маятниковый посадчик 4, который укладывает их в карманы люльки конвейера, в результате цепи перемещаются на один шаг люлек и останавливаются конечным выключателем механизма регулирования длительности расстойки.

Когда люлька доходит до разгрузочных упоров 2, ее кассета опрокидывается, и тестовые заготовки выкладываются на под 15 печи. Возврат кассет люлек в исходное положение производится с помощью двух последующих упоров. При выпечке изделий в тупиковых печах выгрузка тестовых заготовок из люлек конвейера производится на плоскость посадочного механизма.

Температура и влажность воздуха в расстойных шкафах должны поддерживаться на таком уровне, чтобы не подсыхала или не увлажнялась поверхность заготовок, т.е. температура поверхности тестовых заготовок должна быть в интервале температур смоченного термометра и точки росы. Оптимальные параметры воздушной среды обеспечиваются кондиционером.

Технологический кондиционер (рис. 3.20) состоит из следующих основных узлов: вентиляторного агрегата 11, камеры орошения 2, узла пароснабжения 6, калорифера 12, каркаса, ограждений, электрооборудования.

Вентилятор своим заборным патрубком через мягкую вставку, диффузор, калорифер и переходник соединен с камерой орошения. Камера орошения предназначена для увлажнения поступающего в кондиционер воздуха. К входному боковому фланцу камеры крепится патрубок для подсоединения канала рециркуляционного воздуха. Над фланцем предусмотрен затянутый сеткой проем для забора из цеха дополнительного воздуха, количество которого регулируется клапаном 3.

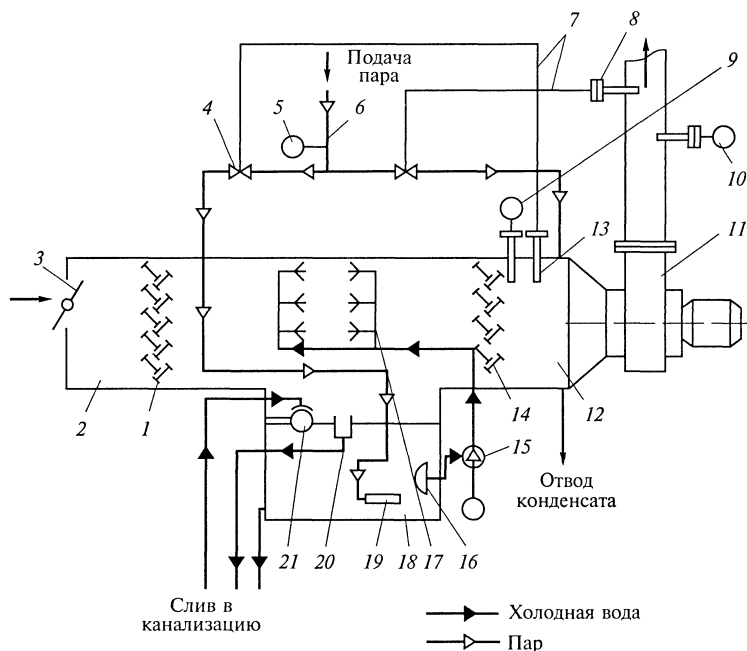


Рис. 3.20. Схема технологического кондиционера

На входе воздуха в камеру орошения установлены изогнутые направляющие пластины 1 воздухораспределителя. На выходе отработанного воздуха из камеры расположены зигзагообразные пластины 14 водоотделителя.

В средней части камеры размещен водораспределительный трубопровод 17, представляющий собой трубу с четырьмя отводами, установленными в двух плоскостях. На отводах-стояках расположены 16 форсунок в шахматном порядке с различным направлением струй относительно потока воздуха: первый ряд с попутным направлением струй, второй — со встречным.

В нижней части камеры находится бак 18 для воды, который через фильтр 16 соединен с заборным патрубком водяного насоса 15. Кроме того, в баке имеются поплавковый клапан 21, регулирующий уровень воды в нем; сифон 20 для слива возможного избытка воды из бака; перфорированная труба (барботер) 19, через которую подается пар в воду для ее нагрева.

Паропровод кондиционера установлен на крышке камеры орошения, откуда пар подается к барботеру и калориферу. Подача пара регулируется регуляторами 4 от датчиков температуры 8 и 13. Кондиционер укомплектован манометром 5.

Под воздействием вентилятора в кондиционер для обработки поступает смесь рециркуляционного и свежего воздуха. Состав воздуха регулируется с помощью клапана, установленного на входе. Через воздухораспределитель воздух попадает в центральную часть кондиционера, где подвергается интенсивной обработке водой, разбрызгиваемой форсунками в разных направлениях. Взвешенные и увлеченные движущимся в кондиционере воздухом капли при выходе из дождевого пространства отделяются в водоотделителе и стекают в бак для воды.

На выходе из камеры орошения установлен манометрический термометр 9, позволяющий контролировать температуру воздуха. Здесь же установлен термобаллон регулятора температуры, соединенный капиллярными трубками 7 с исполнительным механизмом, связанным с регулирующим органом. С помощью регулятора изменяется подача пара для нагрева воды в баке камеры орошения.

В воздуховоде (после вентилятора) установлены манометрический термометр 10 и термобаллон регулятора температуры, исполнительный механизм которого также регулирует подачу пара в калорифер. Воздух, обработанный в камере орошения, проходит через пластины калорифера, где нагревается до заданной температуры (относительная влажность при этом уменьшается).

Более простые способы регулирования воздушной среды — подогрев воздуха в камерах и шкафах калориферами и регистрами, выпуск острого пара. Но при этом в расстойном пространстве получают неодинаковые во всем объеме и неустойчивые параметры воздуха, легко образуется капель на поверхности расстойных камер, поверхность заготовок затвердевает, тепло расходуется в излишних количествах.

Основные правила безопасной эксплуатации и рационального обслуживания оборудования для расстойки тестовых заготовок заключаются в следующем.

Для обеспечения бесперебойной работы расстойного шкафа особое внимание следует уделять свободному вращению люлек на пальцах и равномерной загрузке люлек (по оси подвески). При заедании люлек на пальцах во время перехода на поворотном блоке люлька может перевернуться, заклинить движение конвейера или привести к падению тестовых заготовок внутрь шкафа.

Для предупреждения заклинивания нужно следить, чтобы пальцы обеих цепей находились на одной оси, пальцы люльки также должны быть строго соосны. Пальцы и ролики цепей следует периодически (один раз в месяц) смазывать специальной смазкой (графитная мазь, випор, вискозин). После смазки цепей обычно движение по инерции при выключении электродвигателя продолжается несколько дольше обычного. Для обеспечения остановки люлек в заданном месте необходимо, чтобы упор взаимодействовал с конечным выключателем немного раньше, что достигается

регулировкой установки упоров или регулировкой привода механизма продолжительности расстойки. Расстояние между направляющими цепи должно быть строго выдержано.

По мере ослабления тяговых цепей производят их натяжку с помощью натяжных винтов. Во избежание перекосов осей натяжку обеих цепей следует проводить одновременно.

Не менее трех раз в месяц необходимо чистить конвейерный шкаф внутри через открывающиеся дверки. При этом удаляются осевшая мучная пыль, упавшие куски теста и крошки. Щит управления должен быть вовремя обесточен.

Для обеспечения нормальных условий работы и увеличения продолжительности службы расстойного конвейерного шкафа систематически:

смазывают трущиеся детали;

не реже двух раз в неделю заполняют колпачковые масленки консистентной смазкой;

один раз в месяц смазывают зубья косозубой передачи консистентной смазкой с вводом в нее 10 % графита;

после трех месяцев эксплуатации меняют масло в редукторе;

согласно заводским инструкциям смазывают тяговые цепи;

не реже двух раз в год разбирают подшипниковые узлы шкафа и проверяют степень износа подшипников, а также исправность уплотняющих устройств;

не реже двух раз в год заполняют свежей консистентной смазкой корпуса подшипников привода;

один раз в шесть месяцев промывают в керосине приводные цепи и погружают их в подогретое машинное масло;

периодически стирают холщовые мешочки для расстойки.

В основной технологический расчет расстойных конвейеров входит определение количества люлек в шкафу, мощности электродвигателя конвейера, максимально возможной продолжительности расстойки тестовых заготовок.

*Количество люлек  $K$  в конвейерном шкафу* определяют по формуле

$$K = K_p + K_x,$$

где  $K_p$  и  $K_x$  — количество соответственно рабочих и холостых люлек (для тупиковых конвейеров  $K_x = 0$ ).

Количество рабочих люлек  $K_p$  определяют исходя из производительности поточной линии:

$$K_p = \frac{\Pi t}{q n m},$$

где  $\Pi$  — производительность линии;  $t$  — продолжительность расстойки;  $q$  — масса одной тестовой заготовки;  $n$  — число заготовок на одной полке;  $m$  — число полок в одной люлке.

Мощность электродвигателя  $N$  (кВт) люлечного конвейера расстойки определяют по формуле

$$N = k_3 \frac{Pv}{1000\eta},$$

где  $k_3$  — коэффициент запаса ( $k_3 = 1,25 \dots 1,3$ );  $P$  — тяговое усилие на приводных звездочках;  $v$  — скорость движения люлек;  $\eta$  — КПД привода конвейера.

Максимально возможную продолжительность расстойки тестовых заготовок при изготовлении конкретного вида изделий определяют по формуле

$$\tau = \frac{TK_p}{n},$$

где  $T$  — продолжительность выпечки изделий;  $n$  — количество люлек в печи.

**Оборудование для посадки тестовых заготовок.** На рис. 3.21 приведены схемы основных типов механизмов для посадки заготовок подовых сортов и укладки заготовок формового хлеба.

**Маятниковый посадчик** (см. рис. 3.21, а) имеет рабочий орган в виде маятника 1, закрепленного на оси 2. Кусок теста подается транспортером 3 и, скатываясь по левой полке маятника, движется в одну сторону. Таким образом, последующий кусок попадает на правую полку маятника и направляется ею в другую сторону. Один маятник используется для распределения однорядного потока тестовых заготовок на два потока. Несколько маятников в сочетании с направляющими лотками позволяют распределить однорядный поток на несколько направлений и осуществить посадку на люлечные конвейеры.

**Ленточный посадчик** (см. рис. 3.21, б) используется, как правило, в поточных линиях для изготовления круглого подового хлеба. Тестовые заготовки поступают из округлительной машины на приемный лоток 1, а с него — на ленту транспортера 2. Конечный выключатель 3, срабатывающий под действием силы тяжести заготовки, обеспечивает пульсирующее перемещение транспортера и укладку заготовок с определенным шагом. После набора на ленте определенного числа тестовых заготовок ленточный транспортер поворачивается относительно продольной оси на определенный угол. Заготовки скатываются в ячейки люльки расстойного шкафа, после чего цикл повторяется.

**Роторно-ленточный посадчик** (см. рис. 3.21, в) применяется в линиях для изготовления батанообразных изделий и отличается от ленточного посадчика наличием ротора 1 с ячейками для тестовых заготовок. Ротор является выравнивателем шага заготовок, поступающих от закаточной машины. Лента 4 посадчика движется

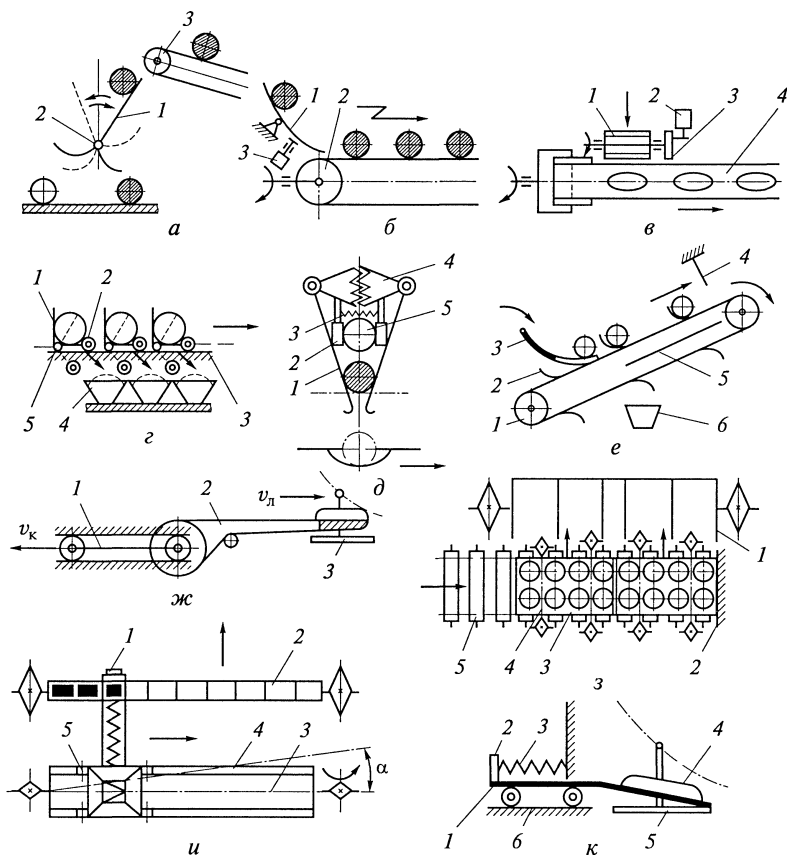


Рис. 3.21. Схема посадчиков и укладчиков тестовых заготовок:

*а* — маятниковый посадчик; *б* — ленточный посадчик; *в* — роторно-ленточный посадчик; *г* — ковшовый укладчик; *д* — створчатый посадчик; *е* — гребенчатый посадчик; *ж* — посадчик типа «убегающая лента»; *з* — цепной посадчик; *и* — укладчик-делитель; *к* — инерционный посадчик

непрерывно и останавливается после набора определенного числа заготовок. Синхронная работа ротора и транспортера обеспечивается их приводом от одного электродвигателя, который выключается при нажатии пальца диска 3 на ролик конечного выключателя 2. Загрузка заготовок в расстойный шкаф осуществляется путем поворота транспортера 4 относительно продольной оси, после чего цикл повторяется.

Ковшовый укладчик (см. рис. 3.21, *г*) используется для укладки заготовок формового хлеба в люльки расстойно-печных агрега-

тов. Тестовые заготовки поступают в ковши 1, закрепленные на цепном транспортере, и перемещаются над формами 4. Ковши шарнирно закреплены на цепях пальцами 5; второй край ковша снабжен роликами 2, которые могут катиться по неподвижной направляющей 3. После заполнения тестовыми заготовками определенного числа ковшей цепной транспортер останавливается, направляющая 3 отводится в сторону, а ковши опрокидываются, поворачиваясь относительно пальцев 5. Тестовые заготовки одновременно заполняют все формы люльки. После перемещения люлек расстойно-печного агрегата на один шаг производится заполнение следующей группы ковшей, и цикл повторяется.

*Створчатый посадчик* (см. рис. 3.21, д) имеет рабочий орган в виде двух створок 1, закрепленных на подвижной каретке, перемещающейся вдоль продольной оси люльки. Валики створок соединены зубчатыми секторами 4 с роликами 2. Пружина 3 удерживает створки в закрытом состоянии. При перемещении вдоль фронта расстойного шкафа между створками посадчика набираются три тестовые заготовки, подаваемые от закаточной машины. Каретка смещается к правой половине люльки. Упор 5, закрепленный неподвижно на станине посадчика, взаимодействует с роликами 2 и открывает створки. Тестовые заготовки заполняют правую часть люльки. Аналогично осуществляется посадка заготовок на левую часть люльки.

*Гребенчатый посадчик* (см. рис. 3.21, е) используется в основном как промежуточное звено для выравнивания шага тестовых заготовок, поступающих из закаточной машины. Выполнен в виде двухцепного транспортера 1, на цепях которого закреплены гребенчатые люльки 2. Тестовые заготовки поступают в магазин 3, нижняя часть которого также выполнена в виде гребенки. Из-за неравномерного поступления заготовок из закаточной машины в магазине может накапливаться несколько заготовок. При движении транспортера гребенчатая люлька захватывает из магазина по одной заготовке. При поступлении в магазин сдвоенного куска люлька перемещает его до ограничителя 4, который сбрасывает кусок с люльки, и он по лотку 5 скатывается в сборник 6.

*Посадчик типа «убегающая лента»* (см. рис. 3.21, ж) применяется для посадки тестовых заготовок подовых изделий на печные конвейеры с люлечным или сетчатым подом. Рабочий орган этого посадчика представляет собой ленточный транспортер 2, закрепленный на подвижной каретке 1. Тестовые заготовки перегружаются из расстойного шкафа на ленту неподвижного транспортера, и каретка перемещается к люлке 3 печного конвейера. Достигнув крайнего положения, каретка перемещается в обратном направлении со скоростью  $v_k$ , а лента транспортера начинает двигаться в противоположном направлении со скоростью  $v_d$ . Так как

векторы  $v_k$  и  $v_d$  равны по величине и противоположны по направлению, тестовые заготовки остаются в покое относительно люльки и пересаживаются на нее без заметных сдвигов и деформаций.

*Ценной посадчик* (см. рис. 3.21, з) используется при расстойке или выпечке хлебных изделий на листах. Листы 3 с отформованными тестовыми заготовками по роликовому транспортеру 5 подаются до неподвижной направляющей 2. После набора необходимого числа листов с заготовками включаются заталкивающие цепи 4 с упорами, которые перемещают листы на люльку 1 конвейера.

*Укладчик-делитель* (см. рис. 3.21, и) применяется при изготовлении формовых сортов хлеба и представляет собой конструкцию, в которой тестоделитель располагается над люлькой расстойной камеры и в процессе укладки перемещается вдоль оси люльки.

Устройство 1 для деления теста размещается на четырех роликовых опорах 5, которые могут перемещаться по направляющим 4 вдоль фронта расстойно-печного агрегата. Перемещение делительного устройства осуществляется от цепной передачи 3.

Тестовые заготовки последовательно загружаются в формы люльки 2. Укладка заготовок может производиться при пульсирующем или непрерывном движении люлечного конвейера. В последнем случае направляющие располагаются под углом к продольной оси люльки.

*Инерционный посадчик* (см. рис. 3.21, к) используется для посадки подовых тестовых заготовок на люльки печных конвейеров. Каретка 1 с заготовками 4 перемещается по направляющим 6 от конвейера расстойки к люлке 5 печного конвейера. При этом упором 2 сжимается пружина 3. Освобождение сжатой пружины обеспечивает резкое перемещение посадочной каретки назад, а тестовые заготовки пересаживаются на люльку.

В основной технологический расчет посадчиков входит определение продолжительности цикла работы посадчика и скорости ленты посадчика.

При работе укладчика-делителя *продолжительность между последовательными загрузками* двух рабочих люлек следует считать циклом работы  $T$  (мин):

$$T = \frac{t_n}{n_p},$$

где  $t_n$  — продолжительность выпечки, мин;  $n_p$  — количество рабочих люлек печного конвейера, например для ХПА-40  $n_p = 50$ .

За цикл работы  $T$  укладчик должен загрузить тестовыми заготовками люльку и вернуться в исходное положение. Продолжительность выстоя в крайних точках можно принять равной 2 с,

тогда продолжительность (с) рабочего  $t_{рх}$  и холостого  $t_{хх}$  (с) ходов можно определить по формуле

$$t_{рх} = t_{хх} = \frac{T - 4}{2}.$$

Например, продолжительность цикла  $T_{ц}$  работы роторно-ленточного посадчика состоит из продолжительности  $t_n$  набора  $m$  тестовых заготовок и продолжительности  $t_n$  углового перемещения ленты для перегрузки заготовок в ячейки люльки. Так как на практике  $t_n \gg t_n$ , то

$$T_{ц} \cong t_n = \frac{m}{P},$$

где  $P$  — производительность роторно-ленточного посадчика, которую находят по формуле

$$P = kn,$$

где  $k$  — число карманов роторного посадчика;  $n$  — частота вращения ротора.

*Скорость ленты посадчика  $v_n$  определяют по формуле*

$$v_n = \frac{L}{T_{ц}} = \frac{LP}{m},$$

где  $L$  — длина люльки.

**Оборудование для надрезки тестовых заготовок.** Надрезка тестовых заготовок необходима для того, чтобы предотвратить трещины на выпекаемых изделиях, а также придать им внешний вид, соответствующий стандартным требованиям.

Надрезка производится после окончательной расстойки и может осуществляться на специальном транспортере, ленте посадочного механизма или непосредственно на поду печи.

Наибольшее распространение в хлебопекарном производстве получили ленточные надрезчики, в которых рабочий орган — нож — монтируется на бесконечной ленте, огибающей два шкива. Для получения качественных надрезов необходимо, чтобы скорость ножа составляла 10...12 м/с.

Ленточный надрезчик (рис. 3.22) состоит из рамы 3, механизма надрезки и привода. Механизм надрезки выполнен в виде двух шкивов 1 с натянутой на них лентой 4. Нижняя ветвь ленты обращена к транспортеру тестовых заготовок или поду печи. Надрезчик устанавливают под углом  $60^\circ$  в плане к продоль-

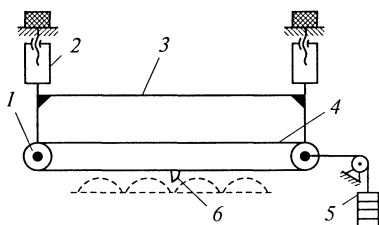


Рис. 3.22. Ленточный надрезчик

ной оси транспортера. Закрепленный на ленте нож *b* осуществляет нарезку заготовок, глубина которой зависит от положения регулировочного механизма 2. Натяжение ленты производится грузом 5. Для предупреждения прилипания теста к ножу последний после каждого цикла смачивается водой.

Правильность нанесения надрезов зависит от выбора геометрических и кинематических соотношений в конструкции нарезчика. Расстояние *l* между соседними надрезами определяют по формуле

$$l = \frac{L}{n_n},$$

где *L* — длина тестовой заготовки; *n<sub>n</sub>* — стандартное число надрезов.

Интервалы времени *t* между надрезами определяют по формуле

$$t = \frac{2S_r}{v_n m \cos \alpha},$$

где *S<sub>r</sub>* — ширина транспортера посадчика; *v<sub>n</sub>* — скорость ножа; *m* — число ножей; *α* — угол поворота оси нарезчика.

Тогда скорость подающего транспортера *v<sub>n</sub>*, обеспечивающую стандартное количество надрезов, находят по формуле

$$v_n = \frac{l}{t}.$$

Большей универсальностью обладает ленточный нарезчик, в котором одна стойка закреплена на фундаментной плите, а другая может перемещаться в зависимости от вида вырабатываемых изделий. Нарезные батоны надрезаются под углом к продольной оси, подмосковные — прямым двойным надрезом, городская булка — специальным косым надрезом. В последнем случае механизм устанавливается под углом 90° относительно оси посадки расстоянного шкафа, а нож — под углом 20...25° относительно вертикальной оси. При изготовлении подмосковных батонов нарезчик устанавливается под углом 90° относительно направления посадки, а два ножа закрепляются на ленте с определенным шагом.

Синхронизация работы нарезчика и перемещения тестовых заготовок на подающем конвейере производится следующим образом. На один из валов конвейера расстойки устанавливается диск с четырьмя пальцами, расстояние между которыми определяется шагом между тестовыми заготовками. Под диском монтируется концевой выключатель, который периодически при нажатии пальца включает нарезчик. После выполнения операции нарезки ряда

тестовых заготовок упор, закрепленный на ленте, взаимодействует с микропереключателем, установленным на станине, и останавливает привод надрезчика. Для фиксированного останова механизма в определенном положении используется тормозная система, установленная на электродвигателе надрезчика.

**Оборудование для выгрузки тестовых заготовок.** Для выгрузки тестовых заготовок из люлек расстойного шкафа на под печи или рабочие поверхности посадочных механизмов, а также для выгрузки готовых изделий из печных конвейеров предназначены разгрузочные механизмы, конструкция которых зависит от вида изготавливаемой продукции (изделия формовые или подовые, сдобные и мелкоштучные, выпекаемые на металлических листах).

Существуют следующие способы выгрузки тестовых заготовок и хлебных изделий:

гравитационный — отличается простотой используемых устройств и применяется как для тестовых заготовок, так и для выпеченной продукции;

механический — характеризуется непосредственным воздействием рабочих органов (в виде скребков, рычага с роликом и т. п.) на объект выгрузки. Этот способ используется также для выгрузки изделий, выпечка которых осуществляется на металлических листах;

вибрационный — применяется в сочетании с наклоном или опрокидыванием люлек; вибрация повышает надежность работы механизмов выгрузки;

инерционный — используется для выгрузки тестовых заготовок и основан на применении механизмов, осуществляющих резкий поворот люлек на  $180^\circ$ ; возникающие при этом силы инерции позволяют преодолевать возможное прилипание заготовок к материалу ячеек люлек;

пневматический — получает все большее распространение для выгрузки выпеченной продукции из форм или съема ее с металлических листов; при этом используются эластичные или жесткие вакуумные захваты, практически не деформирующие горячие изделия. Достоинством этого способа является возможность сохранения после выгрузки первоначальной ориентации изделий.

### Контрольные вопросы

1. Каковы продолжительность окончательной расстойки и основные параметры воздушной среды в шкафу расстойки?
2. Какие преимущества и недостатки характерны для горизонтального и вертикального расположения ветвей люлочных конвейеров расстойки?
3. Как осуществляется разгрузка люлек расстойного шкафа РШВ?
4. К чему может привести заедание пальцев люлек в роликах цепей?

5. Почему в тупиковых шкафах расстойки отсутствуют холостые люльки?
6. Для каких сортов хлебных изделий целесообразно использовать цепной посадчик?
7. Как следует изменить конструкцию делителя-укладчика при неравномерном движении люлечного конвейера расстойно-печного агрегата?
8. Какой должна быть скорость ножа надрезчика, чтобы обеспечить качественную нарезку тестовых заготовок?

### 3.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

#### 3.4.1. Хлебопекарные печи

Комплекс теплофизических, биохимических и коллоидных процессов, протекающих в рабочих камерах хлебопекарных печей, определяет качество вырабатываемой продукции: внешний вид, пропеченность и объемный выход выпекаемого хлеба.

Хлебопекарные печи могут быть классифицированы по нескольким признакам:

по технологическому назначению: печи универсальные — для выпечки широкого ассортимента и специализированные — для выпечки специальных сортов;

производительности: печи сверхмалой производительности (для пекарен), малой производительности (с площадью пода до 25 м<sup>2</sup>) и большой производительности (с площадью пода 25 м<sup>2</sup> и выше);

конструктивным особенностям: печи тупиковые и туннельные;

способу обогрева пекарной камеры печи: жаровые; с канальным обогревом; с рециркуляцией продуктов сгорания; с пароводяным обогревом; с электрообогревом; с комбинированным обогревом (каналы и пароводяные трубки).

**Процесс выпечки хлеба.** Процесс выпечки хлеба состоит из трех этапов: первый — гигротермическая обработка; второй — образование и закрепление формы; третий — допекание.

На первом этапе заготовки увлажняются паром, который, падая на сравнительно холодную поверхность теста, конденсируется. Образующаяся тонкая пленка конденсата способствует образованию тонкой глянцевой корочки. Некоторое количество пара проникает в тестовые заготовки, сорбируется ими, вследствие чего получаются изделия большого объема с хорошо разрыхленным мякишем.

Продолжительность пребывания тестовой заготовки в зоне пароувлажнения печи по сравнению с длительностью выпечки невелика и составляет 120...180 с. Чтобы создать на поверхности теста условия для конденсации максимального количества пара (примерно 100...150 г пара на 1 м<sup>2</sup> поверхности), в зоне пароувлажне-

ния следует поддерживать температуру не более 100...120 °С и максимальную относительную влажность 70...85 %.

После увлажнения тестовые заготовки попадают в зону обогрева, куда подводят тепло с максимально возможной интенсивностью. Эта зона печи непосредственно примыкает к зоне пароувлажнения. В зоне обогрева поддерживают самую высокую из допустимых температуру, подавая в каналы этой зоны больше греющих газов.

На втором этапе выпечки газы, находящиеся в порах заготовок, расширяются, вследствие чего объем и высота тестовых заготовок увеличиваются. Затем рост тестовых заготовок прекращается, а их форма закрепляется образованной корочкой.

Третий этап выпечки, называемый допеканием, характеризуется заметным уменьшением количества тепла, подводимого к тестовым заготовкам. За счет испарения влаги поверхностные слои заготовок превращаются в корку, а их масса уменьшается. Для уменьшения упека и толщины корок температуру на этом этапе поддерживают на сравнительно низком уровне.

На третьем этапе продолжается прогрев внутренних слоев тестовых заготовок. При достижении в центральных слоях мякиша температуры 97...98 °С он считается полностью пропеченным, и процесс выпечки на этом заканчивается.

Режим выпечки каждого вида изделий имеет свои особенности. На него влияют хлебопекарные свойства муки, рецептура изделий, продолжительность расстойки и другие факторы. Например, заготовки из слабой муки или получившие длительную расстойку выпекают при более высокой температуре, чтобы предупредить распыляемость изделий.

Если изделия выпекают из теста с малой продолжительностью созревания, то температуру среды пекарной камеры снижают, а продолжительность выпечки увеличивают, чтобы продлить процессы созревания, которые будут продолжаться в заготовке при выпечке. Изделия, имеющие небольшую массу и толщину, выпекают быстрее и при более высокой температуре. Ниже приведены режимы выпечки некоторых хлебных изделий.

При выпечке батонобразных изделий из пшеничной муки 1-го сорта требуется интенсивный и длительный процесс гигротермической обработки при относительной влажности среды в зоне пароувлажнения 80 % и температуре в ней 100 °С. При этих условиях удастся получить изделия с глянцевитой поверхностью и хорошо разрыхленным мякишем с равномерной пористостью. В дальнейшем по мере протекания процесса выпечки таких изделий температуру в пекарной камере поддерживают около 220...230 °С и затем к концу процесса выпечки плавно снижают примерно до 190 °С.

При выпечке изделий, на поверхности которых в результате надреза ножом тестовых заготовок при посадке образуется гребешок,

например булка городская, паляница, оптимальными паровлажностными режимами являются следующие: температура в зоне гигротермической обработки заготовок 130... 140 °С при одновременно высокой относительной влажности. Такие параметры в зоне пароувлажнения необходимы для того, чтобы произошло полное раскрытие гребешка.

В дальнейшем, по мере протекания процесса выпечки, температура в рабочей камере печи поддерживается примерно на таком же или несколько более низком уровне, как и в случае выпечки предыдущей ассортиментной группы.

Наибольшие трудности представляет создание тепловых режимов при *выпечке ржано-пшеничных и ржаных подовых изделий*. Тесто из ржаной муки обладает слабыми формоудерживающими свойствами, поэтому тестовые заготовки склонны к растеканию. В процессе выпечки таких изделий необходимо после гигротермической обработки тестовых заготовок подвергать их интенсивной термической обработке при сравнительно высоких температурах среды пекарной камеры: до 250... 260 °С, а в некоторых случаях и до 270 °С. Этот процесс высокоинтенсивного теплоподвода называют обжаркой, а начальный участок пекарной камеры — обжарочной камерой.

При выборе тепловых режимов нужно учитывать, что интенсификация прогрева тестовых заготовок и сокращение продолжительности выпечки приводят к снижению содержания ароматических веществ в хлебе, так как интенсификация физических процессов не вызывает интенсификации биохимических процессов, от скорости протекания которых зависит количество ароматических веществ в хлебе.

**Устройство современной хлебопекарной печи.** Современная хлебопекарная печь является агрегатом, включающим в себя основные элементы: генератор теплоты, пекарную камеру, под печи, теплопередающие устройства, ограждения, вспомогательные устройства и контрольно-измерительные приборы.

Генератором теплоты у большинства хлебопекарных печей являются топочные устройства, которые бывают двух видов: для сжигания твердого топлива (уголь, дрова, торф и др.) и для сжигания газообразного или жидкого топлива (газ, нефть, мазут и т.п.) и др.

*Топочное устройство хлебопекарной печи для сжигания твердого топлива* состоит из следующих основных частей: колосниковой решетки (на ней происходит горение топлива); топочного пространства, где происходит сгорание летучих составных частей топлива; поддувала (зольника), через которое в топку подводится воздух и куда проваливается образующаяся при горении зола.

Твердое топливо забрасывается на колосниковую решетку через топочную дверцу. Для чистки зольника предусмотрена дверка.

Колосниковая решетка состоит из отдельных колосников, представляющих собой чугунные плиты с ребрами. Колосники укладываются на подколосниковые балки. В колосниках имеются отверстия, предназначенные для подвода воздуха, необходимого для горения.

*Топочное устройство хлебопекарной печи для сжигания газообразного топлива* в печах с рециркуляцией продуктов горения состоит из соосно расположенных цилиндрических камер сгорания (топок) и смешивания. Между ними имеется кольцевой зазор для прохода рециркулирующих газов. В цилиндре камеры смешивания происходит перемешивание продуктов горения и рециркулирующих газов. Процесс горения в топке сопровождается теплоотдачей к омывающим ее рециркулирующим газам и излучением факела через выходные отверстия топочного цилиндра в камеру смешивания.

Топочное устройство печи с рециркуляционным обогревом (рис. 3.23) состоит из жароупорного цилиндра 2, соединенного одной стороной с металлическим конусом 1, другой — четырьмя пластинками 9 с цилиндром 3. Внешняя поверхность камеры собрана из трех металлических цилиндров; между цилиндрами 3 и 4 установлены дистанционные кольца 5. В цилиндре 4 имеется патрубок для подвода рециркулирующего газа. Открытый левый торец камеры сгорания соединен с патрубком 6, отводящим газ в каналы обогрева.

В металлический конус набивается жароупорная масса «Динакс» с таким расчетом, что остаются три отверстия 10...12 соответственно для горелки, запальника и смотрового люка.

Газ сгорает в жароупорном цилиндре 2, внутренняя поверхность которого футеруется кольцами из жароупорной массы. Рециркулирующие газы поступают через патрубок 8 и затем, двигаясь между цилиндрами 3 и 4, охлаждают первый, затем огибают

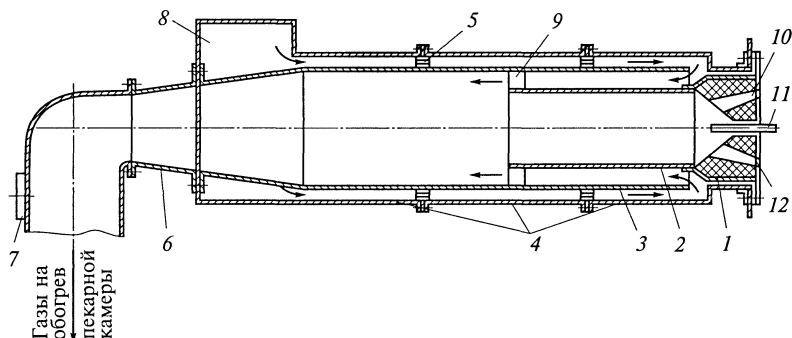


Рис. 3.23. Топочное устройство печи с рециркуляционным обогревом

его торец и движутся к патрубку 6, который отводит газы в каналы обогрева; при этом, касаясь наружной стенки цилиндра 2, они снижают ее температуру.

Смешивание продуктов горения и рециркулирующих газов происходит в цилиндре 3. Для удаления продуктов горения и рециркулирующих газов на выходе из камеры поддерживают разрежение порядка 30 Па.

Во время работы камеры жароупорная масса «Динакс» раскаляется до свечения и облучает зону горения газа, что обеспечивает устойчивую температуру и полное сгорание.

В газораспределительном патрубке, куда направляют газы из камеры сгорания, установлен предохранительный клапан 7.

Для сжигания газа в топках применяются газовые горелки двух типов: инжекционные и внутреннего смешивания с принудительной подачей воздуха. Выбор типа горелки производится в зависимости от расхода газа, конструкции печного агрегата, топочного устройства, давления газа в сети и т. д. Для сжигания жидкого топлива применяются форсунки с паровым и воздушным распылителями.

Инжекционные горелки по конструкции несложны, в обслуживании просты и могут работать при невысоком давлении газа без специальных установок и затрат энергии на подачу первичного воздуха. Они обеспечивают получение короткого прозрачного факела с высокой температурой, которая снижается по длине топочной камеры (давление газа 5... 15 кПа).

Наибольшее распространение в хлебопекарном производстве получила газовая инжекционная горелка среднего давления (рис. 3.24), состоящая из насадки 5, смесителя 4, газового сопла 3, шайбы 2 для регулирования воздуха, установленной на трубе 1, подающей газ к горелке.

В горелках низкого давления инжектируется часть воздуха, необходимого для горения; недостающая часть (вторичный воздух) засасывается через специальные отверстия за счет разрежения в топке. Перед каждой горелкой на газопроводе установлен отключающий кран. Горелка устойчиво работает без отрыва и проскока

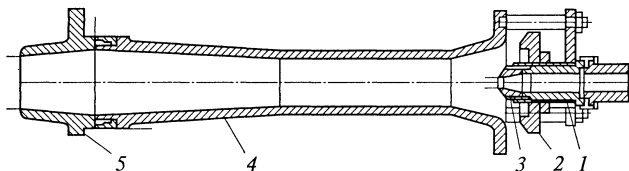


Рис. 3.24. Газовая инжекционная горелка среднего давления

пламени в широком диапазоне регулирования давления и расхода газа. Блок горелок снабжен автоматическими приборами, которые обеспечивают отключение газа в случае отрыва факела или погасания пламени постоянно действующего запальника.

К преимуществам горелок низкого давления следует отнести автоматическое смешивание определенных количеств газа и воздуха, отсутствие дутьевых устройств и простоту в обслуживании. Однако наряду с этим горелки низкого давления имеют и ряд недостатков: шум при работе и необходимость демонтажа горелки и кладки из огнеупорного кирпича на колосниках топки при переходе на резервное твердое топливо.

В *топочных устройствах хлебопекарной печи для сжигания жидкого топлива* наибольшее распространение получили форсунки с паровым или воздушным распылителем.

Форсунка с универсальным распылителем (рис. 3.25) состоит из металлического корпуса 1, внутри которого горизонтально расположен ствол форсунки 10, собранный из двух трубок (одна в другой), наконечника 9, распыливающего конуса 8 и сопла 7. В кладке стены топки из огнеупорного кирпича выкладывается зажигательный конус 6. Корпус форсунки крепится болтами к кладке стены топки.

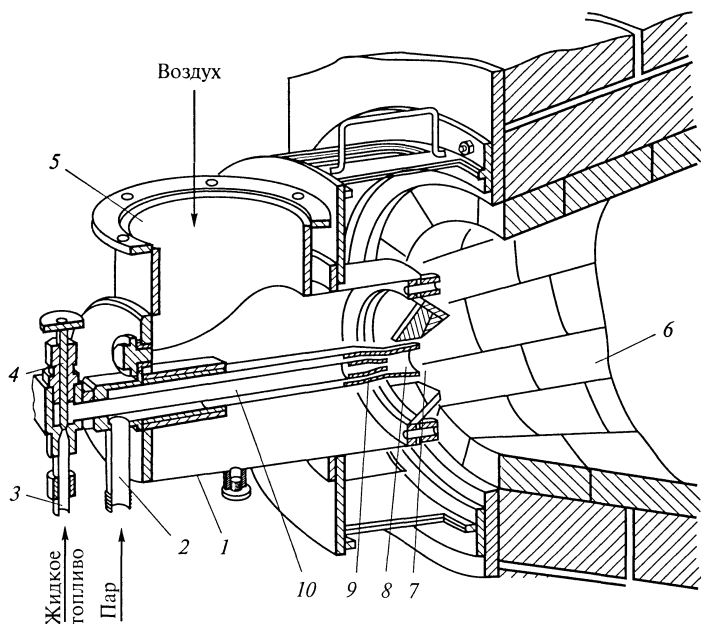


Рис. 3.25. Форсунка с универсальным распылителем

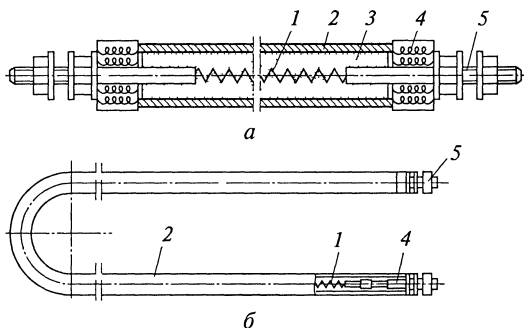


Рис. 3.26. Электронагреватели:  
а — прямые; б — U-образные

Воздух к форсунке подается по трубопроводу, присоединенному к патрубку 5, топливо — к патрубку 3 и резервный (на случай перехода с воздушного распыливания на паровое) — к патрубку 2. Для регулирования подачи топлива предусмотрена игла 4 с маховичком.

Генераторами тепла в хлебопекарных печах кроме топочных устройств могут быть электронагреватели (рис. 3.26), а также устройства на основе использования инфракрасного излучения и токов высокой частоты. В хлебопекарных печах применяются трубчатые элементы прямые (см. рис. 3.26, а) и U-образные (см. рис. 3.26, б). Они состоят из спиралей сопротивления 1, изготовляемых из нихромовой или фехрелевой проволоки и заключенных в стальные или латунные тонкостенные трубки 2 диаметром 12,5... 25 мм, заполненные изолирующим теплопроводным материалом — магнезитом 3. Оба конца проволоки оканчиваются изоляторами 4 и клеммами 5 для присоединения к сети питания.

Для выпечки мелкоштучных булочных и мучных кондитерских изделий в качестве генераторов теплоты получили распространение устройства на основе инфракрасного излучения и токов высокой частоты (зеркальные лампы и кварцевые излучатели), которые обычно устанавливаются в верхней зоне пекарной камеры.

При использовании инфракрасного излучения значительно сокращаются по сравнению с другими печами продолжительность выпечки (почти в два раза), потери от упека (на 60... 70 %) и расход электроэнергии. При использовании тока высокой частоты теплота генерируется внутри выпекаемого изделия, и процесс выпечки не зависит от температуры окружающей среды.

Конфигурация и размеры пекарной камеры зависят от многих факторов: назначения и производительности печи, вида вырабатываемых изделий и организации производственного процесса.

В процессе выпечки в пекарной камере тепло тестовым заготовкам передается излучением (70...90 %) от поверхностей нагрева, конвекцией — от парогазовой среды пекарной камеры и теплопроводностью — от пода печи к нижней поверхности тестовой заготовки (10...30 %).

Пекарные камеры печей бывают тупиковые, в которых посадка тестовых заготовок на под и выгрузка готовой продукции производятся через одно окно (устье), и туннельные, в которых посадка производится с одной стороны пекарной камеры, а выгрузка — с противоположной.

Под печи, на котором осуществляется выпечка в хлебопекарной печи, может быть стационарным или конвейерным.

В настоящее время на хлебопекарных предприятиях печи со стационарным подом не получили широкого применения.

Конвейерные поды можно подразделить на люлечно-подиковые и ленточные.

В *люлечно-подиковых конвейерных подах* между цепями шарнирно подвешиваются люльки, изготавливаемые из уголкового стали, с двумя подвесками и пальцами, которые вставляются во внутренние втулки пластинчатых цепей. Для выпечки подовых изделий внутри люльки укладывается стальной лист (подик) толщиной 1...2 мм.

В туннельных печах используются *ленточные конвейерные поды* двух типов — пластинчатые и сетчатые.

Ленточный конвейерный под пластинчатого типа состоит из двух роликпластинчатых цепей. К боковым планкам цепей прикреплены рамки, перекрытые пластинами из листовой стали. Поверх пластин в некоторых конвейерах прикрепляются талькохлоритовые или керамические плитки, что улучшает аккумуляцию тепла подом.

Ленточный конвейерный под сетчатого типа выполняется в двух вариантах. В первом варианте конвейер состоит из двух барабанов: ведущего и натяжного, оси которых расположены горизонтально, и бесконечной спирально-стержневой сетки, надетой на них. Верхняя рабочая ветвь пода удерживается в горизонтальном положении на стальных стержнях или проволоке, а нижняя холостая — на роликах. Недостатком данной конструкции является необходимость регулирования положения сетки на барабанах и применения для этого специальных устройств.

Во втором варианте под представляет собой спирально-стержневую сетку, прикрепленную к двум тяговым роликпластинчатым цепям с шагом 100 мм. На ведущем и натяжном валах установлены звездочки (блоки). Верхняя ветвь движется по основанию пекарной камеры, а в нижней части тяговые цепи перемещаются по направляющим из уголкового стали. Ленточный конвейерный под сетчатого типа имеет малую тепловую инерцию, что выгодно отличает его от подов других конструкций.

Печи, в которых в качестве теплопередающих устройств используются каналы с перемещающимися в них топочными газами, называются канальными. По конфигурации каналы могут быть прямоугольного сечения с плоским или сводчатым перекрытием, полукруглого или круглого сечения.

Печи, в которых в качестве теплоносителя используют пар высокого давления, получаемый в экранированных топках или в трубчатых котлах системы Г. П. Марсакова, относятся к печам с пароводяным обогревом. Пар транспортируется к нагревательным секциям, расположенным в пекарной камере, по стальным бесшовным толстостенным трубам.

В печах с пароводяным и комбинированным обогревом в качестве теплопередающих устройств широко используются нагревательные пароводяные бесшовные толстостенные трубы, на  $\frac{1}{3}$  заполненные дистиллированной водой, оба конца которых тщательно заварены. Концы труб, находящиеся в топке, нагреваются, в результате внутри труб образуется пар с рабочим давлением в пределах 6...11 МПа, который, отдавая тепло через стенку труб в пекарную камеру, конденсируется. Конденсат стекает обратно к топочному концу, где снова превращается в пар.

Пекарная и топочная камеры, каналы (газоходы) и другие теплопередающие системы от окружающего пространства отделяются стенами и перекрытиями, которые называются ограждениями.

В зависимости от конструкции печи ограждения выполняются из кирпича или металлических панелей с засыпкой изоляционным материалом. Последние представляют собой коробку, стены которой изготовлены из листовой стали толщиной 1...2 мм, а между стенами засыпан изоляционный материал. Наружная облицовка стен для некоторых печей сделана из листового алюминия.

Вспомогательные устройства хлебопекарной печи включают в себя пароувлажнительные устройства пекарной камеры и устройства ее вентиляции, теплоутилизаторы, дутьевые и тяговые устройства генератора теплоты.

В пекарной камере устанавливаются *пароувлажнительные устройства* разных конструкций, которые включают в себя одну или несколько перфорированных труб, расположенных в зоне увлажнения. Количество пара, поступающего в увлажнительное устройство, регулируется вручную при помощи вентиля, располагаемых в наиболее доступном месте.

Пар подводят (рис. 3.27) от паропроводов 1 и 2, оснащенных вентилем 10 и манометром 11, по перфорированным трубам 4 через боковую поверхность пекарной камеры.

Снаружи печи установлен водоотделитель 7, к которому присоединены перфорированные трубы. Каждая паровая труба имеет кран 6 для регулирования подачи пара и рукоятки 5, с помощью

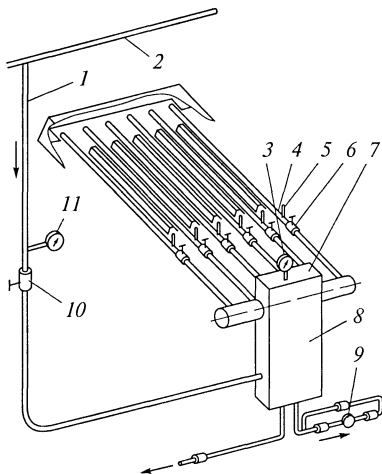


Рис. 3.27. Пароувлажнительное устройство

которых можно поворотом трубы придать струям пара нужное направление. Давление пара в трубах 4 контролируется с помощью манометра 3.

Расположение пароувлажнительного устройства в зоне, где верхние греющие поверхности имеют температуру  $300 \dots 400^\circ\text{C}$ , приводит к перегреву пара и увеличению его расхода, ухудшению условий конденсации и качества большинства видов изделий.

В ряде конструкций для устранения перегрева пара в зоне расположения паровых труб верхний обогрев отсутствует. Для удаления конденсата, образовавшегося в паропроводах, у входа пара в печь имеется центробеж-

ный водоотделитель 9, соединенный с конденсатопроводом 8.

В качестве *теплоутилизаторов* отходящих газов наибольшее распространение в печах с каналным обогревом получили водогрейные и паровые котелки, а также трубчатые устройства (генераторы пара), располагаемые в газоходах. Тепло отходящих газов может быть использовано на генерацию пара и нагрев воды для увлажнения среды пекарной камеры, а также для технологических и санитарно-бытовых нужд и других целей.

В качестве контрольно-измерительных приборов для контроля температуры среды пекарной камеры применяются ртутные технические термометры, термоэлектрические пирометры с милливольтметрами, автоматические системы.

Современные хлебопекарные печи оснащены автоматической системой регулирования (АСР) температурного режима и автоматикой безопасности сжигания газового или жидкого топлива.

Автоматизация печного агрегата предусматривает:

- контроль температуры среды во всех зонах пекарной камеры;
- двухпозиционное регулирование температуры пекарной камеры со световой сигнализацией путем регулирования расхода топлива («большой» факел — «малый» факел);

- блокировку превышения температуры смеси топочных и рециркуляционных газов в камере смешивания (защиту от пережога металлических каналов системы обогрева);

- управление прерывистым движением конвейерного пода печи со световой сигнализацией.

Автоматика безопасности предусматривает автоматический розжиг печи и следующий порядок операций:

- 1) продувка газоходов в печи перед пуском в течение 1 ... 2 мин;
- 2) включение подачи топлива;
- 3) воспламенение топлива с помощью электродов зажигания, на которые подается высокое напряжение от трансформатора зажигания;
- 4) выдержка в течение 1 ... 2 мин, когда происходит прогрев топки на «малом» пламени;
- 5) отключение горелки, если пламя не загорится в течение 15 с после включения подачи топлива.

**Конструкции хлебопекарных печей.** Наибольшее распространение среди любых печей, устанавливаемых на хлебозаводах, получили тупиковые конвейерные печи, которые позволяют изготавливать практически все виды продукции. Основными достоинствами тупиковых печей являются возможность работы на любом виде топлива и экономия производственной площади, основными недостатками — сложность реализации оптимальных режимов выпечки и большая тепловая инерция.

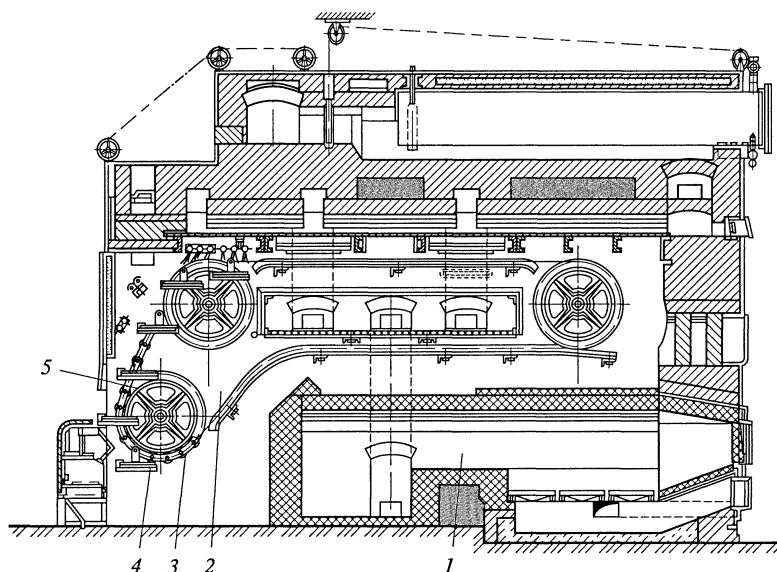
Печь ФТЛ-2 (рис. 3.28) относится к группе тупиковых печей средней производительности с цепным люлечным подом и канальным обогревом. Печь предназначена для изготовления хлебных изделий широкого ассортимента и состоит (см. рис. 3.28, *а*) из топki 1, пекарной камеры 2, цепного конвейера 3 с люлками 4 и приводной станции.

Топка печи приспособлена для сжигания дров, угля, мазута и газа. При сжигании угля применяется воздушное дутье. Воздух от центробежного вентилятора поступает под колосники и через отверстия в них проникает в слой топлива.

Горячие газы (см. рис. 3.28, *б*) направляются из топki 1 по нижнему кирпичному каналу 2, передающему тепло пекарной камере через свод, по двум вертикальным каналам 3, расположенным в боковых стенках печи, и далее направляются в металлический радиатор 4, а затем по передним 5 или задним 6 стоякам поднимаются в каналы верхнего газохода 7. Для изменения направления потока газов в задних стояках 6 и горизонтальных каналах установлены шиберы 8 и 9.

При выпечке ржаного хлеба, когда необходимо создать высокую температуру в первой зоне пекарной камеры, перекрываются шиберы 8 и все газы направляются в каналы верхнего газохода 7.

При выпечке пшеничного хлеба, не требующего высокой температуры в первой зоне, шиберы 8 должны быть закрыты, а шиберы 9 открыты. При этом газы из радиатора поступают в каналы верхнего газохода в его средней части. После верхнего газохода газы омывают три водогрейных котелка 12 и направляются в боков 10.



а

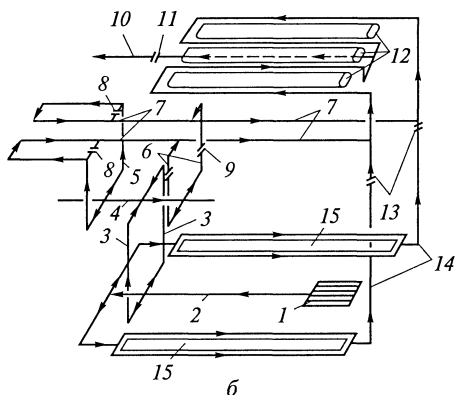


Рис. 3.28. Печь ФТЛ-2:

а — общий вид;

б — схема обогрева

При открытии шиберов 13 водогрейные котелки могут обогреваться активными газами, поступающими из топки по вертикальным каналам 14. Разрежение в топке печи регулируют с помощью шиберов 11, расположенного перед боровом печи.

Цепной конвейер (см. рис. 3.28, а) представляет собой две пластинчатые шарнирные цепи с шагом 140 мм, перекинутые через три пары чугунных цепных блоков 5, укрепленных на стальных

валах. Между цепями подвешены люльки 4. Для выпечки формового хлеба используются люльки из уголковой стали в виде рамок, в которые вставляются секции из форм, а для подовых изделий применяются люльки с подиками из листовой стали с бортами с трех сторон. При выпечке подовых изделий в печи имеется 24 люльки шириной 1920 мм и длиной 350 мм. Для выпечки формовых изделий на конвейере размещается 36 люлек длиной 220 мм с шагом их подвески 280 мм. На такой люльке устанавливаются 16 форм размерами 235×115 мм.

Приводная станция конвейера печи состоит из электродвигателя и редуктора, соединенного с двигателем ременной передачей. От редуктора с помощью цепной передачи движение передается приводному валу конвейера. Печь снабжена также ручным приводом.

При загрузке печи тестовыми заготовками и выгрузке изделий конвейер стоит, потом начинает двигаться с постоянной скоростью, затем опять останавливается для очередной загрузки и разгрузки. Продолжительность выпечки регулируют изменением продолжительности выстоя конвейера с помощью реле времени в пределах 10...100 мин. Конвейер останавливается автоматически с помощью концевого выключателя в тот момент, когда очередная люлька подходит к посадочному отверстию печи.

Пар, необходимый для увлажнения тестовых заготовок, подводится в первую зону пекарной камеры по трубам 6 от парогенераторов 15. Избыток пара из пекарной камеры удаляется через канал 7, перекрываемый шибером, ручка 8 которого выходит к месту посадки. Паровытяжной канал соединен с бором печи.

В печи ФТЛ-2 обмуровка топки, нижнего и вертикальных каналов выполнена из шамотного кирпича. Радиатор печи представляет собой широкую железную коробку прямоугольного сечения, нижняя стенка (дно) которой со стороны греющих газов выложена огнеупорными плитками толщиной до 35 мм. Это приводит к уменьшению количества теплоты, передаваемой от греющих газов через нижнюю стенку радиатора к тестовым заготовкам, находящимся на нижней ветви конвейера, где протекает второй, менее интенсивный, чем первый, период выпечки. Свод и боковые стенки верхних каналов выполнены из кирпича, а нижняя стенка — из листового железа, что увеличивает теплопередачу к тестовым заготовкам на первом этапе выпечки на верхней ветви конвейера печи. Выгрузка подовых изделий на ленточный транспортер 13 осуществляется автоматически при помощи упора, наклоняющего люльки на 30...45°.

Печь ХПА-40 (рис. 3.29) имеет комбинированную систему обогрева, состоящую из пароводяных трубок и каналов. Такая система обеспечивает определенные преимущества по сравнению только с пароводяным обогревом, так как в этом случае температура уходящих газов при всех прочих условиях значительно ниже.

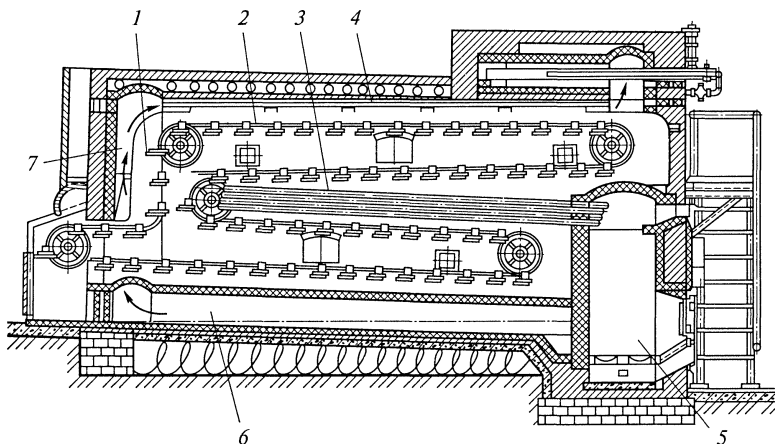


Рис. 3.29. Печь ХПА-40

При применении пароводяных трубок и каналов с малым термическим сопротивлением (металлических) система обогрева имеет относительно небольшую тепловую инерцию, что позволяет быстро разогревать печь и изменять тепловой режим в пекарной камере.

Печь оборудована четырехниточным цепным люлечным конвейером 2. К конвейеру подвешено 100 люлек 1 с шагом между подвесками люлек 280 мм. Печной конвейер приводится в движение через вариатор скорости, при помощи которого длительность выпечки можно регулировать от 40 до 65 мин. Грузовая натяжная станция обеспечивает постоянное натяжение цепей.

Два кирпичных канала 6 расположены внизу камеры, а девять дымогарных труб 4 диаметром 150 мм — под ее верхним перекрытием. В средней части камеры установлено 110 нагревательных трубок 3 в виде четырехрядного нагревательного пучка длиной 5300 мм с шагом по вертикали 85 мм, по горизонтали 70 мм и с уклоном 40 мм на 1 м.

Дымовые газы из топки 5, отдав часть теплоты нагревательным трубкам, поступают в каналы 6; затем газы поднимаются по вертикальным каналам 7 в дымогарные трубы и, отдав часть теплоты водогрейным котелкам, направляются в дымовую трубу.

Преимуществом печи ХПА-40 является наличие зоны обжарки в начальной стадии выпечки, что особенно важно при выпечке хлеба из ржаной или ржано-пшеничной муки. Передача теплоты в этой зоне происходит через металлическую стенку, отделяющую сборную камеру 4 от пекарной камеры печи. В пекарной камере на расстоянии 1,2 м от посадочной дверцы над нижней ветвью кон-

вейера установлен механизм, который опрыскивает водой четыре люльки с хлебом.

Туннельные конвейерные печи по сравнению с тупиковыми в кирпичном исполнении обладают преимуществами в отношении массы, тепловой инерционности и производительности труда обслуживающего персонала. Однако по показателю удельных приведенных затрат туннельные печи с рециркуляционной системой обогрева уступают тупиковым за счет значительного увеличения расхода электроэнергии, амортизационных отчислений и расходов по текущему ремонту.

Применение туннельных печей обеспечивает организацию точности производственного процесса, возможность механизации загрузки тестовых заготовок и выгрузки готовых изделий, лучшее распределение тепла по зонам пекарной камеры, автоматизацию контроля за тепловым и влажностным режимами, визуальное наблюдение за процессом выпечки.

На хлебозаводах средней и большой производительности широкое распространение получили печи туннельного типа с ленточным подом и блочно-каркасным ограждением. Для обогрева этих печей используются рециркуляция продуктов сгорания топлива (газ, жидкое топливо) и электроток. Рассмотрим устройство и работу такой печи на примере печи ПХС.

Печь ПХС (рис. 3.30, а) имеет пекарную камеру 11, обогреваемую газовыми каналами. В первой зоне пекарной камеры установлено пароувлажнительное устройство 8. Во второй зоне имеется два вытяжных отверстия, соединенных каналами с вентиляционной системой для удаления паров упека. По торцам печи установлены вытяжные зонты 3.

Печь оборудована двумя обогревательными контурами, один из которых обслуживает первую зону, а другой — вторую. В каждом контуре имеются: топки 7 со смесительной камерой, вентилятор рециркуляции 6, греющие 10 и транспортирующие каналы 5 и 12 и регулирующие устройства. Все элементы обогревательной системы, находящиеся под воздействием высоких температур, изготовлены из жаростойкой стали. В качестве теплоизоляции используется минеральная вата 4. Топки приспособлены для сжигания газа и жидкого топлива. Конвейер 2 печи состоит из ленты, изготовленной из стальной спирально-стержневой сетки, приводного барабана 1, натяжного механизма грузового типа, роликовых опор для холостого участка ленты и натяжного барабана 9.

Конвейер печи приводится в движение от электродвигателя через две клиноременные передачи, цепной вариатор, редуктор и зубчатую передачу. В конструкции приводного механизма предусмотрен ручной привод.

Наличие вариатора позволяет регулировать продолжительность выпечки в пределах 12...72 мин.

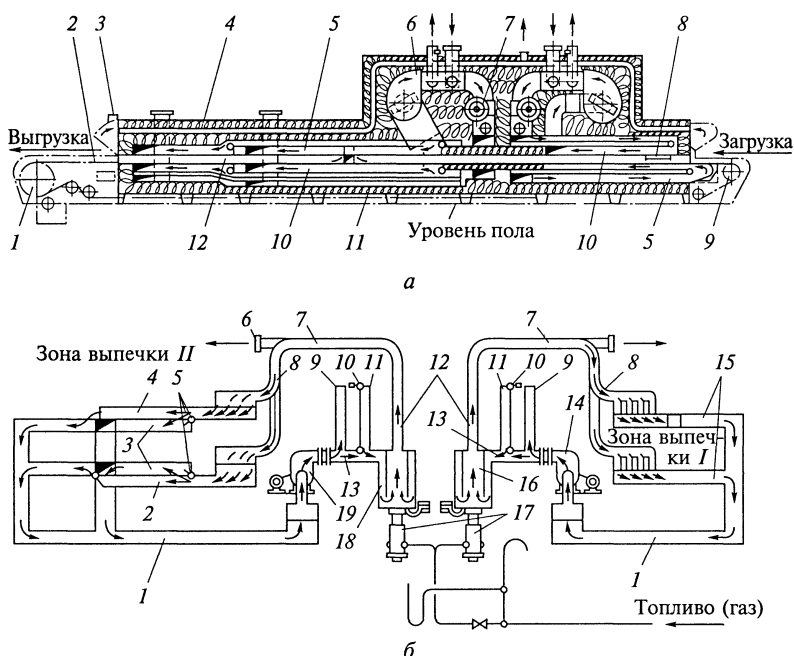


Рис. 3.30. Печь ПХС:

*а* — общий вид печи; *б* — схема обогрева

Натяжной барабан 9 оборудован устройством для корректирования положения сетчатой ленты путем изменения степени натяжения ее правой или левой половины. Кроме того, конвейер имеет сигнализатор, который включается, когда нарушаются установленные зазоры между кромками сетчатой ленты и боковыми стенками пекарной камеры.

Увлажнительное устройство 8 состоит из ряда перфорированных трубок, водоотделителя, вентилей и манометра и соединено с заводской паровой системой. Для уменьшения вентиляции пекарной камеры внутри нее предусмотрены два поворотных фартука. Для удаления излишней влаги пекарная система соединена двумя вытяжными отверстиями и каналами с вентиляционной системой предприятия.

Схема обогрева печей ПХС показана на рис. 3.30, б. Газ подается в инжекционные горелки 17 среднего давления и сгорает в топках 16 и 18. Продукты сгорания, смешанные с рециркулирующими газами по транспортирующим газоходам 12, 7 и 8, поступают в греющие каналы 15 зоны выпечки I и по транспортирующим газоходам 2, 4, 5 в греющие каналы 3 зоны выпечки II. Охлажден-

ные газы по газоходам *1* подаются в вентиляторы рециркуляции *14* и *19* соответственно *I* и *II* зон выпечки, откуда по нагнетательным патрубкам — в дымовые трубы *9* и камеры смешивания. Для продувки газового тракта в нагнетательных патрубках имеются шиберы *13* и всасывающие патрубки *11* с шиберами *10*. Для предохранения печи от взрыва установлены взрывные клапаны *6*.

Перед розжигом печи производят продувку системы свежим воздухом. Для этого клапаном *3* перекрывается канал движения газов, которые через патрубок выбрасываются наружу, а свежий воздух через патрубок *9* и топки поступает в систему и проходит по всем каналам.

### 3.4.2. Расстойно-печные агрегаты

Расстойно-печные агрегаты представляют собой конструкцию, состоящую из расстойного шкафа и печи, объединенных общим конвейером. Агрегаты предназначены для выработки формового хлеба из ржаной и пшеничной муки и обеспечивают полную механизацию производственных процессов на участке расстойки — выпечки.

*Расстойно-печной агрегат П6-ХРМ* (рис. 3.31) состоит из автопосадчика *1*, конвейерного шкафа расстойки *2* и печи *4*, объединенных общим цепным конвейером с люльками, к которым прикреплены формы.

Всего на конвейере агрегата для выпечки формовых изделий из пшеничной муки размещено 119 люлек, из них 47 рабочих — в печи и 38...47 — в шкафу расстойки. Для выпечки хлеба из ржаной муки на конвейере агрегата расположено 98 люлек, в том числе 47 рабочих — в печи и 31 — в шкафу расстойки.

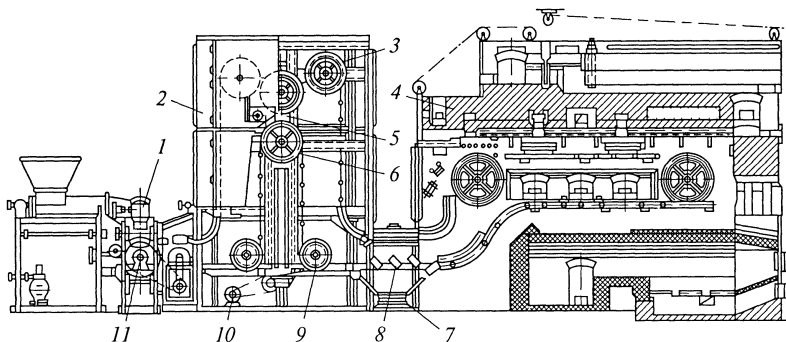


Рис. 3.31. Расстойно-печной агрегат П6-ХРМ

В шкафу расстойки конвейер с люльками расположен вертикально. Конвейер состоит из роликовой цепи с шагом 140 мм, двух верхних 3 и двух нижних 9 оттяжных блоков и передвижной каретки 5 с двумя блоками 6 для изменения продолжительности расстойки. Приводной вал 11 со звездочками вынесен за пределы шкафа, где расположен приводной механизм агрегата. При аварийном отключении электроэнергии можно использовать ручной привод.

При крайнем верхнем положении каретки 5 в шкафу находится 38 люлек, что соответствует минимальной продолжительности расстойки. При нижнем положении каретки в шкафу находится 47 люлек, что обеспечивает максимальную расстойку, превышающую продолжительность выпечки на 22 %. Перемещение каретки осуществляется вручную рукояткой винтового механизма или электродвигателем 10.

Для создания внутри шкафа соответствующей температуры и влажности воздуха предусмотрены трубчатый радиатор и пароувлажнитель.

Выгрузка хлеба из форм на ленточный транспортер 7 производится автоматически роликовым копиром 8. Продолжительность выпечки регулируется реле времени в пределах 10...100 мин.

*Расстойно-печной агрегат с печью ХПА-40* (рис. 3.32) состоит из шкафа окончательной расстойки 2, конвейерной люлечно-подиковой тупиковой печи 4 и механизмов 1 для загрузки теста в формы. Загрузка теста в формы производится в торцевой части шкафа.

На общем конвейере 3 расстойно-печного агрегата размещено 225 люлек, из них в шкафу — 82 рабочих и 43 холостых, а в печи — 100. На люльках устанавливается 16 форм для выпечки хлеба массой 1 кг. Цепной конвейер в шкафу расстойки расположен горизонтально. Он состоит из роликовой цепи с шагом 140 мм и люлек с прикрепленными к ним формами.

Длительность расстойки регулируется кареткой 7, перемещающейся в горизонтальной плоскости по направляющим каркаса.

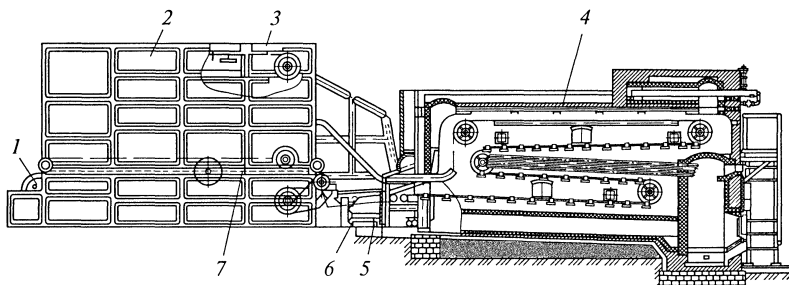


Рис. 3.32. Расстойно-печной агрегат с печью ХПА-40

При перемещении каретки в сторону печи удлиняется рабочая ветвь конвейера в расстойной камере и продолжительность расстойки соответственно увеличивается; при движении каретки в противоположную сторону продолжительность расстойки уменьшается. Таким образом, длительность расстойки можно изменять в пределах 35...50 мин.

Продолжительность выпечки можно изменять в пределах 38...65 мин вариатором скорости. Выпеченный хлеб выгружается из форм в соединительной камере 6, где на пути движения люлек из печи установлены упоры. Люльки своими копирами скользят по упорам, опрокидываются и далее попадают на гребенки — изогнутые металлические полосы. При взаимодействии копиров с гребенками движущаяся люлька многократно встряхивается, и хлеб из форм попадает на ленточный конвейер 5 готовой продукции, находящийся в нижней части камеры.

При дальнейшем движении люльки с формами возвращаются в исходное положение. Перед загрузкой формы смазываются автоматическим смазчиком, установленным в камере расстойки.

### 3.4.3. Печи шкафного типа

Печи шкафного типа, как правило, снабжены электрообогревом, работают в периодическом режиме и используются на предприятиях малой мощности.

*Ярусная трехкамерная печь шкафного типа* (рис. 3.33) состоит из трех пекарных камер 9 и сварной подставки 5. Каждая камера обогревается трубчатыми электронагревателями (ТЭН) 8, установленными горизонтально: шесть снизу (нижняя группа) и семь сверху (верхняя). Нижние ТЭНы закрываются настилом 11, на котором размещаются противни или кондитерские листы 10. Для отвода из камеры паров, образующихся в процессе работы, в двери 2 камеры предусмотрено окно, закрываемое задвижкой 4. С задней и боковых сторон печь закрыта облицовками 7. К боковым облицовкам сверху крепится крыша 3. Для уменьшения теплопотерь имеется теплоизоляция 6.

В нижней части печи находится панель управления 1, на которую выведены ручки переключателей, лимбы датчиков-реле температуры и сигнальные лампы.

Каждая группа электронагревателей имеет автономное включение и регулирование интенсивности нагрева, которое осуществляется установкой ручки соответствующего переключателя в положение слабого, среднего или сильного нагрева.

Печь за 20...30 мин до начала тепловой обработки продукта включают для прогрева камер установкой ручек переключателей в положение сильного нагрева. Лимб датчика-реле температуры ус-

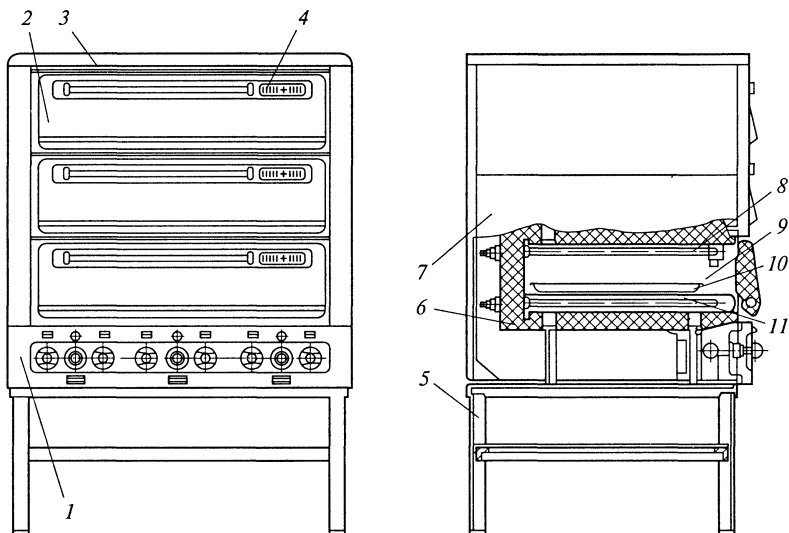


Рис. 3.33. Ярусная трехкамерная печь шкафного типа

танавливают на значение, соответствующее требуемому технологическому процессу. При этом загораются сигнальные лампы. Когда лампы погаснут (что означает достижение требуемой температуры в камере), загружается продукт и ручкой переключателя режимов устанавливается необходимый режим.

Для увлажнения среды пекарной камеры на пароувлажнительный каскад с помощью кнопочного выключателя «Вода» подается вода. Открытие электромагнитного клапана подачи воды контролируется сигнальной лампой, встроенной в кнопочный выключатель.

Во время работы печи в автоматическом режиме включение приводов рециркуляционного вентилятора и механизма вращения контейнера осуществляется при закрывании двери, а отключение — при ее открывании. При этом механизм вращения контейнера останавливается в строго ориентированном положении, удобном для выкатывания контейнера.

*Ярусная двухкамерная печь* (рис. 3.34) обеспечивает более равномерное пропекание изделий и улучшение режима пароувлажнения, что достигается наличием в конструкции печи отдельных друг от друга передней пекарной камеры 5 и задней камеры конвективного обогрева 3 с системой пароувлажнения, вентилятором 2, вокруг которого установлены электронагреватели 1, и перпендикулярной перегородкой 10 с центральным отверстием 9. Перегородка 10 образует своими верхним и нижним краями со

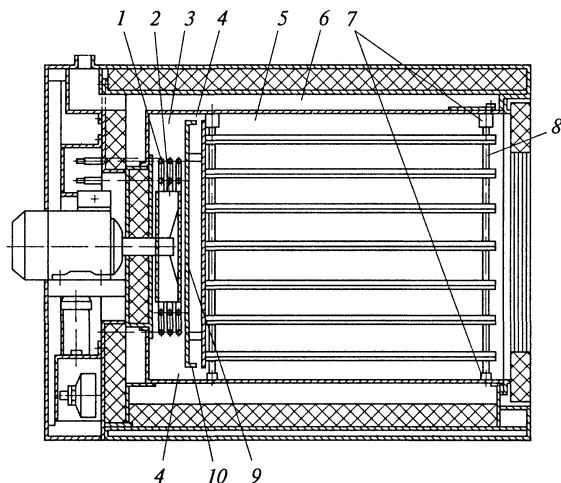


Рис. 3.34. Ярусная двухкамерная печь

стенками пекарной камеры 5 воздушные каналы 4, а боковыми краями примыкает к боковым стенкам пекарной камеры 5, вдоль которых расположены вертикальные стойки 8 с направляющими для противней, установленные на кронштейнах 7, расположенных сверху и внизу по боковым сторонам камеры 5 и имеющих отверстия для фиксации стоек 8. В потолке камеры 5 установлен паросбрасывающий клапан 6.

Печь действует следующим образом. До начала работы ее проветривают и разогревают до необходимой температуры выпечки (100...290 °С), которая устанавливается и поддерживается терморегулятором. Затем открывают дверь пекарной камеры 5, производят загрузку противней или хлебных форм с тестовыми заготовками по направляющим на вертикальных стойках 8 и закрывают дверь. Устанавливают на таймере время, необходимое по технологии для выпечки изделий. Приводят в действие систему пароувлажнения и вентилятор 2.

Пекарная камера 5 обогревается воздухом, который циркулирует в ней по замкнутому контуру. Вентилятором 2 воздух отсасывается из пекарной камеры 5 через центральное отверстие 9 в вертикальной перегородке 10 в заднюю камеру конвективного обогрева 3, направляется на электронагреватели 1 и там нагревается. Нагретый воздух через воздушные каналы 4 поступает в зону выпечки пекарной камеры 5. Там воздух омывает противни или формы, нагревает тестовые заготовки и вновь отсасывается вентилятором 2. Это позволяет создать сильный направленный воздушный поток через два канала, образованные краями перегородки с

верхней и нижней стенками пекарной камеры, что обеспечивает равномерный обдув тестовых заготовок, а значит, и высокое качество выпекаемых изделий.

Вентилятор работает в реверсивном режиме: 3 мин в одну сторону, 30 с — пауза и 3 мин в другую сторону, 30 с — пауза в течение всего времени выпечки. Это создает усредненно-равномерный по времени всего процесса выпечки поток воздуха в пекарной камере.

Пар для увлажнения воздушной среды пекарной камеры 5 вырабатывается системой пароувлажнения. При этом вода распыляется с помощью форсунки на вращающуюся крыльчатку вентилятора 2. Количество пара определяется временем подачи воды. Излишки скопившегося в пекарной камере 5 пара удаляются в паросбрасывающий клапан 6.

После окончания выпечки подается звуковой сигнал, отключаются вентилятор 2 и электронагреватели 1. Открывают дверь и выгружают готовые изделия.

### 3.4.4. Правила эксплуатации печей

При обслуживании печей персонал должен хорошо изучить их конструкцию, принцип работы контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, правила пуска и остановки привода.

Эксплуатация и розжиг топок печей должны производиться строго в соответствии с утвержденной инструкцией. Загрузка топок топливом, шуровка и чистка колосниковой решетки производятся при выключенном дутье и в защитных очках.

Разогрев печей с электрообогревом из холодного состояния до рабочей температуры должен производиться постепенно. Для этого при дистанционном (ручном) включении ток дается только одной группе электронагревателей. При достижении температуры в пекарной камере 100...120 °С включаются вторая и последующие группы электронагревателей. Продолжительность разогрева печи из холодного состояния должна быть не менее 2,5 ч, так как при несоблюдении этого условия могут произойти нарушение плотности соединений секций и узлов печи и недопустимая деформация ее деталей. После разогрева печи систему управления переводят с ручного режима на автоматический.

Эксплуатация хлебопекарных печей с пароводяными нагревательными приборами имеет свои особенности, обусловленные тем, что трубки работают при высоком давлении. Возможны выброс воды из топочного конца трубки и нарушение циркуляции пара и воды в трубке, в результате чего может произойти авария (перегрев трубки и обгорание ее топочного конца). Для предупреждения этого подъем температуры в пекарной камере до 150 °С должен продолжаться не менее 10 ч. После того как температура в

пекарной камере достигнет 150 °С, допускается нормальная работа топки.

В процессе обслуживания печей при сжигании твердого топлива особое внимание должно быть уделено правильному ведению сжигания топлива и мерам безопасного обслуживания топок.

Для нормальной работы хлебопекарной печи, работающей на твердом топливе, периодически чистят греющие каналы печи от сажи и золы с помощью специальных металлических щеток (ершей), начиная с верхнего канала. При этом прекращают заброс топлива в топку, выключают дутье и прикрывают шибер тяги. Во время чистки пользуются защитными очками и перчатками. Для осмотра каналов используется переносная электролампа напряжением до 36 В.

Во время работы печи следят за полнотой сгорания топлива, температурой греющих газов и пекарной камеры, контролируют давление пара, поддерживают чистоту.

При эксплуатации хлебопекарных печей, оборудованных трубчатыми электронагревателями, имеются случаи прогорания стальной трубки (корпуса) ТЭНа, если наполнитель в трубке по какой-либо причине увлажнился. Для предотвращения этого перед установкой в печь ТЭНы высушивают.

Обслуживающий персонал печей отвечает за повреждения и аварии, которые произошли во время работы от несоблюдения правил эксплуатации и мер безопасности.

При газовом обогреве печей особое внимание должно уделяться мерам безопасности: полная герметичность систем газопроводки, строгое выполнение установленных правил зажигания и работы горелок, внимательное наблюдение за контрольно-измерительными приборами и точное соблюдение мер безопасности.

При эксплуатации парогенераторов и водогрейных котлов, устанавливаемых на печах, следует руководствоваться правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов, при эксплуатации печей с электрообогревом следует руководствоваться инструкциями по эксплуатации электрооборудования.

### 3.4.5. Основы технологического расчета печных агрегатов

*Производительность тупиковой печи  $P_T$  определяют по формуле*

$$P_T = \frac{nn_1m}{\tau},$$

где  $n$  — количество рабочих люлек в печи;  $n_1$  — количество тестовых заготовок на люльке;  $m$  — масса заготовки;  $\tau$  — продолжительность выпечки.

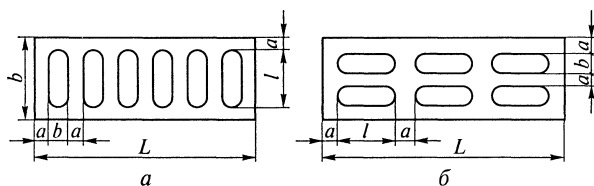


Рис. 3.35. Расположение тестовых заготовок на льюлке печи:

$a$  — поперечное;  $b$  — продольное

*Количество изделий (тестовых заготовок) на льюлке печи находят по формуле*

$$n_1 = n_2 n_3,$$

где  $n_2$ ,  $n_3$  — количество тестовых заготовок соответственно по ширине и длине льюлки.

На рис. 3.35 показано расположение тестовых заготовок на льюлке печи.

При поперечном расположении тестовых заготовок на льюлке печи (см. рис. 3.35,  $a$ )

$$n_2 = \frac{B - a}{l + a}; \quad n_3 = \frac{L - a}{b + a},$$

где  $B$ ,  $L$  — соответственно ширина и длина льюлки, м;  $a$  — зазор между изделиями или изделиями и краем льюлки, м;  $l$ ,  $b$  — соответственно длина и ширина изделий, м.

Величины  $n_2$ ,  $n_3$  округляют до целого значения в меньшую сторону.

При продольном расположении тестовых заготовок на льюлке печи (см. рис. 3.35,  $b$ )

$$n_2 = \frac{B - a}{b + a}; \quad n_3 = \frac{L - a}{l + a}.$$

Для изделий, которые не должны иметь притисков,  $a = 20 \dots 40$  мм; для изделий, которые должны быть с притисками (сайка листовая),  $a = 5 \dots 10$  мм.

Если изделия выпекают на листах, их размеры необходимо увязывать с размерами люлек. Например, на льюлку печи ФТЛ-2 укладывают три листа размерами  $620 \times 340$  мм. Количество изделий на листе определяется так же, как и на льюлке.

При выпечке формового хлеба число и размер форм также следует увязывать с размером льюлки печи. Данные для расчета производительности печи (размер люлек, число их в печи, размеры изделий, продолжительность выпечки и т.д.) берут из справочной литературы.

Производительность туннельной печи с ленточным подом  $P_{\text{л}}$  определяют по формуле

$$P_{\text{л}} = \frac{FK}{\tau},$$

где  $F$  — рабочая площадь пода,  $\text{м}^2$ ;  $K$  — удельная загрузка 1  $\text{м}^2$  пода печи в зависимости от ассортимента изделий, кг.

Удельную загрузку пода печи определяют по формуле

$$K = n_{\text{п}}m,$$

где  $n_{\text{п}}$  — количество изделий на 1  $\text{м}^2$  пода, которое может быть рассчитано с учетом формулы для  $n_1$ .

Используемые в настоящее время методики *теплового расчета хлебопекарных печей* основаны на результатах изучения закономерностей процесса выпечки, полученных А. С. Гинзбургом, И. И. Маклюковым, В. И. Маклюковым, А. Т. Лисовенко, Н. Ф. Шумаевым и другими исследователями.

Общие энергозатраты на выпечку  $Q_{\text{в}}$  определяют по формуле

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{пот}},$$

где  $Q_{\text{п}}$  — количество теплоты, полезно использованное печью;  $Q_{\text{пот}}$  — тепловые потери.

Полезные энергозатраты на выпечку обусловлены в основном прогревом теста-мякиша, влагоотдачей и образованием корки.

Уравнение теплового баланса пекарной камеры печи в расчете на 1 кг горячих изделий (кДж/кг) составляют с учетом следующих слагаемых:

$$q_{\text{пк}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8,$$

где  $q_{\text{пк}}$  — общее количество теплоты;  $q_1$  — теоретический расход теплоты на выпечку (полезная теплота);  $q_2$  и  $q_3$  — потери теплоты соответственно на перегрев пара и с вентиляционным воздухом;  $q_4$  — потери теплоты в окружающую среду транспортными устройствами и приспособлениями;  $q_5$  — потери теплоты в окружающую среду через ограждения пекарной камеры;  $q_6$  — потери теплоты фундаментом;  $q_7$  — потери теплоты излучением через отверстия пекарной камеры в окружающую среду;  $q_8$  — потери теплоты, затрачиваемой на аккумуляцию или получаемой вследствие аккумуляции в конвейерных печах ( $q_8 \approx 0$ ).

По данным ГосНИИХП соотношение между отдельными слагаемыми уравнения теплового баланса для большинства конструкций печей составляет:

расход теплоты на выпечку изделий ( $q_1$ ) — 25...35% общего количества теплоты, подаваемой в пекарную камеру;

потери теплоты на перегрев пара и испарение воды, расходуемой на увлажнение тестовых заготовок ( $q_2$ ), — 8...10%;

потери теплоты на нагрев вентиляционного воздуха ( $q_3$ ) — 6...8 %;  
потери теплоты на нагрев транспортных устройств пекарной камеры ( $q_4$ ) — 6...8 %;  
потери теплоты через ограждения пекарной камеры ( $q_5$ ) — 10...15 %.

Для обеспечения надежной разгрузки конвейерных печей на многих хлебопекарных предприятиях формы и листы смазывают растительным маслом вручную. При этом невозможно обеспечить одинаковую толщину смазки по всей поверхности, что приводит не только к перерасходу масла, но и к неравномерному распределению температурных полей в выпекаемом изделии. Указанные неблагоприятные факторы, в свою очередь, повышают вероятность выхода бракованной продукции.

Антипригарные (антиадгезионные) полимерные покрытия предотвращают пригорание хлеба и хлебных изделий при выпечке, сокращают простой оборудования и потери сырья. Отвержденное полимерное покрытие — тонкая эластичная пленка, равномерно покрывающая защищаемую поверхность, обладающая высокой влагостойкостью, физиологической и термической стабильностью и антиадгезионными свойствами по отношению к пищевым средам. Благодаря применению таких покрытий исключается необходимость смазки форм и инвентаря, на что ежегодно расходуются десятки тысяч тонн растительных и животных масел, жиров.

Благодаря использованию этого покрытия готовое изделие извлекается без каких-либо механических усилий, исключаются деформации, коробление форм и образование в них сквозных отверстий: в процессе эксплуатации полимерное покрытие способствует равномерному распределению тепла по всей поверхности формы, тогда как формы без покрытия подвергаются локальному перегреву (тепловым ударам) в местах образования нагара. Увеличение срока службы форм является также фактором эксплуатационной надежности оборудования и экономии металла.

Как показали производственные испытания, наиболее перспективны покрытия, основу которых составляют модифицированные порошковые полиолефины и фторопласты.

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируются хлебопекарные печи по производительности?
2. В чем преимущества и недостатки печей тупикового и туннельного типов?
3. Какое влияние на качество продукции оказывает гигротермическая обработка тестовых заготовок на первом этапе выпечки?
4. Какой режим выпечки характерен для производства батонобразных изделий из пшеничной муки?
5. Какие типы горелок используются для сжигания газа в топках хлебопекарных печей?

6. Какая система обогрева используется в печи типа ХПА-40?
7. Какие средства предусмотрены в печи ПХС для предохранения от взрыва газа?
8. Как выгрузить продукцию из хлебопекарной печи при аварийном отключении электроэнергии?
9. Из каких составляющих складывается тепловой баланс пекарной камеры?

### **3 5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ СОРТОВ ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

К специальным сортам хлебных изделий относят бараночные и сухарные изделия, пряники, хлебные палочки, соломку и др. Трудоемкость производства этих изделий, как правило, в 3...5 раз выше по сравнению с производством массовых сортов хлеба. Это связано с более сложной технологической схемой производства и недостаточным уровнем его механизации. Основное отличие в составе и компоновке поточных линий производства специальных сортов заключается в подборе формовочного оборудования, а также машин и аппаратов для выполнения специальных технологических операций (натирки теста, ошпарки — обварки заготовок бараночных изделий, выдержки и резания сухарных плит и т.п.).

#### **3.5.1. Оборудование для производства бараночных изделий**

**Машины для приготовления и натирки теста.** Агрегат для непрерывного приготовления и натирки бараночного теста (рис. 3.36) состоит из двух групп машин: для приготовления опары и для замеса и натирки теста. В первую группу входят тестомесильная машина 2 непрерывного действия с дозатором для муки 1 и автоматической дозировочной станцией 6, пятисекционный бункер для брожения опары 5 и шнековый дозатор для опары 7; во вторую группу — тестомесильная машина 4 с аналогичными дозаторами для муки, воды и растворов и шнековый пресс 8, служащий для уплотнения и повышения пластичности теста под давлением, заменяющим его натирку.

За исключением шнекового пресса все машины, механизмы и аппараты агрегата расположены на общей металлической площадке.

Все механизмы и машины для приготовления опары приводятся в движение с общего пульта управления 3 типовым командным прибором КЭП. На валу месильной машины 2 по винтовой линии расположены восемь месильных лопастей, угол поворота которых

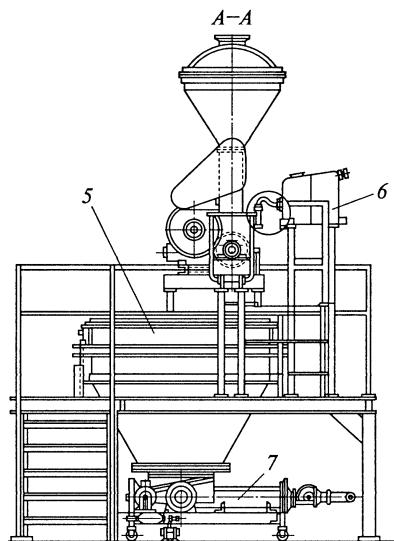
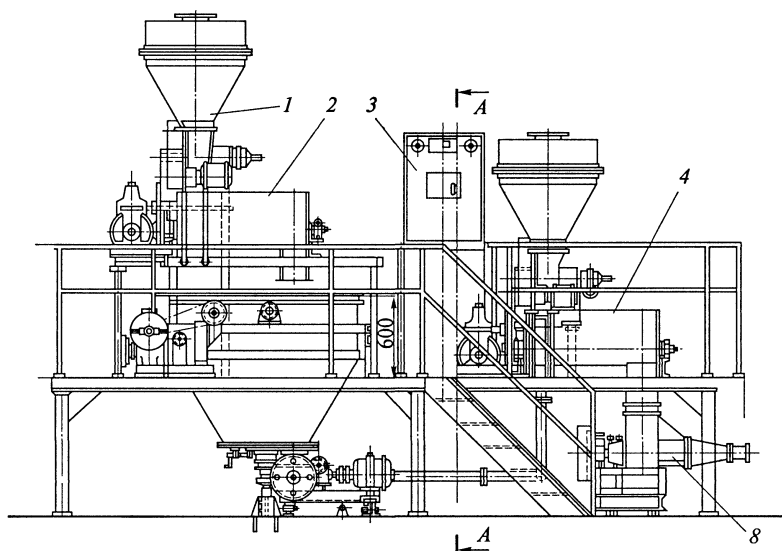


Рис. 3.36. Агрегат для непрерывного приготовления и натирки бараночного теста

можно изменять затяжными гайками. Вал от электродвигателя приводится в движение через червячный редуктор и пару цилиндрических шестерен.

Для регулирования подачи опары на замес теста в приводе шнекового дозатора 7 опары предусмотрен вариатор скорости,

позволяющий изменять частоту вращения шнека в пределах  $10 \dots 60 \text{ мин}^{-1}$ . Помимо этого подачу опары можно регулировать дросселем, установленным на выходном патрубке дозатора.

Шнек дозатора приводится в действие от электродвигателя через бесступенчатый клиноременный вариатор, червячный редуктор и пару цилиндрических шестерен.

Бункер для брожения опары имеет пять секций и поворачивается вокруг опорной колонны, на которой жестко закреплено неподвижное днище, расположенное под дном бункера. Последнее имеет круговые вырезы, соответствующие по размерам отверстию в неподвижном днище, к которому приварен выпускной патрубок. К этому патрубку присоединяется шнековый дозатор опары.

Бункер приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор. Цепной и конической передачей движение передается валу, на конце которого закреплена звездочка, связанная с цепью, приваренной к круговому фланцу бункера.

Основными механизмами и машинами для замеса и натирки теста являются тестомесильная машина 4, шнековый пресс и натирочная машина.

Для лучшего замеса крутого бараночного теста на внутренней поверхности корыта тестомесильной машины 4 предусмотрены два неподвижных пальца, а месильная емкость двумя съемными перегородками разделена по длине на три отсека. В выпускном патрубке предусмотрен шибер.

Шнековый пресс состоит из литого стального корпуса, в котором вращается шнек диаметром 200 мм с переменным шагом, нагнетающий тесто в камеру сжатия. Выходное сечение камеры сжатия  $220 \times 50 \text{ мм}$ . К фланцу пресса крепится прямоугольный патрубок — матрица, которая формует тесто в виде ленты.

Шнек пресса приводится в движение от электродвигателя через бесступенчатый клиноременный вариатор скорости, червячный редуктор, пару цилиндрических шестерен и цепную передачу. Вариатор скорости дает возможность регулировать частоту вращения шнека в пределах  $3 \dots 12 \text{ мин}^{-1}$ .

При порционном приготовлении бараночного теста используется натирочная машина (рис. 3.37), которая состоит из чугунной станины 6, ленточного транспортера 5, двух раскатывающих валков: верхнего ребристого 3 и нижнего гладкого 2. Расстояние между валками регулируется штурвалом 4, двумя парами конических шестерен и винтов, соединенных с подвижными подшипниками рифленого валка. Минимальный зазор между валками составляет 35 мм. Ширина ленты транспортера 600 мм.

Натирочная машина приводится в движение от электродвигателя 1 через червячный редуктор и цепные передачи к нижнему раскатывающему валку и от него через пару шестерен и ролико-

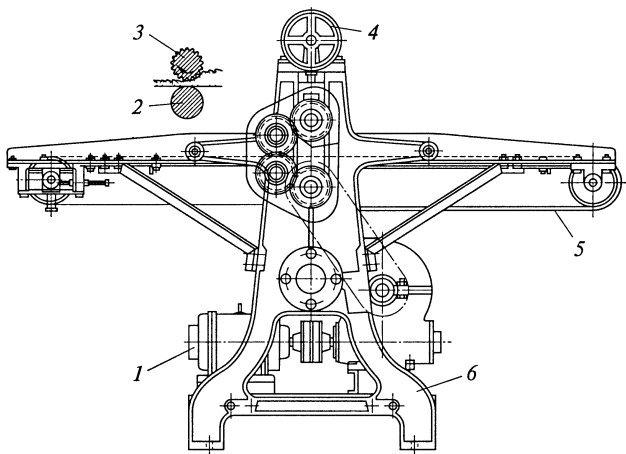


Рис. 3.37. Натирочная машина

вую цепь к ведущему барабану транспортера. Верхнему валку вращение передается через две пары цилиндрических шестерен, расположенных у второй боковой станины. Транспортер при помощи реверсивного магнитного пускателя, переключающего электродвигатель, совершает прямой и обратный ход. Для соблюдения безопасных условий работы с обеих сторон ребристого вала предусмотрена решетка, заблокированная с электродвигателем.

Кусок теста массой до 10 кг укладывается на ленту транспортера и провальцовывается под ребристым валком несколько раз. При каждом пропуске пласт теста вручную складывается вдвое.

Модернизированная натирочная машина имеет автоматическое переключение движения транспортера с помощью реверсивного магнитного пускателя, переключающего электродвигатель на прямой и обратный ход. Этот процесс повторяется столько раз, сколько необходимо для натирки теста.

После натирки тесто должно отлежаться в течение 20 ... 30 мин. На механизированных предприятиях для отлежки теста применяются люлечно-конвейерные шкафы окончательной расстойки или шкафы с ленточными транспортерами и кондиционированием воздуха внутри шкафов.

На предприятиях небольшой мощности и в отдельных цехах отлежка бараночного теста производится на стационарных или передвижных столах. Столы изготавливаются с круглыми поворотными крышками диаметром 1,5...2 м и устанавливаются вблизи натирочной машины.

**Машины для деления и формования тестовых заготовок бараночных изделий** (рис. 3.38). Эти машины состоят из следующих ос-

новных узлов: механизма нагнетания теста *А*, формующей головки *Б*, ленточного транспортера *В*, станины *Г*, приводного механизма *Д* и узла электроблокировки, обеспечивающего безопасность обслуживания автомата (на рисунке не указан).

Механизм нагнетания теста *А* состоит из поршневой коробки с приемной воронкой *1* для теста, двух нагнетательных валков *27* и четырех цилиндрических поршней *26*. Нагнетательные валки приводятся от храпового механизма и пары цилиндрических шестерен. Цилиндрические поршни *26* попарно связаны между собой поперечными осями *25*, соединены с кулачком *17* через двупле-

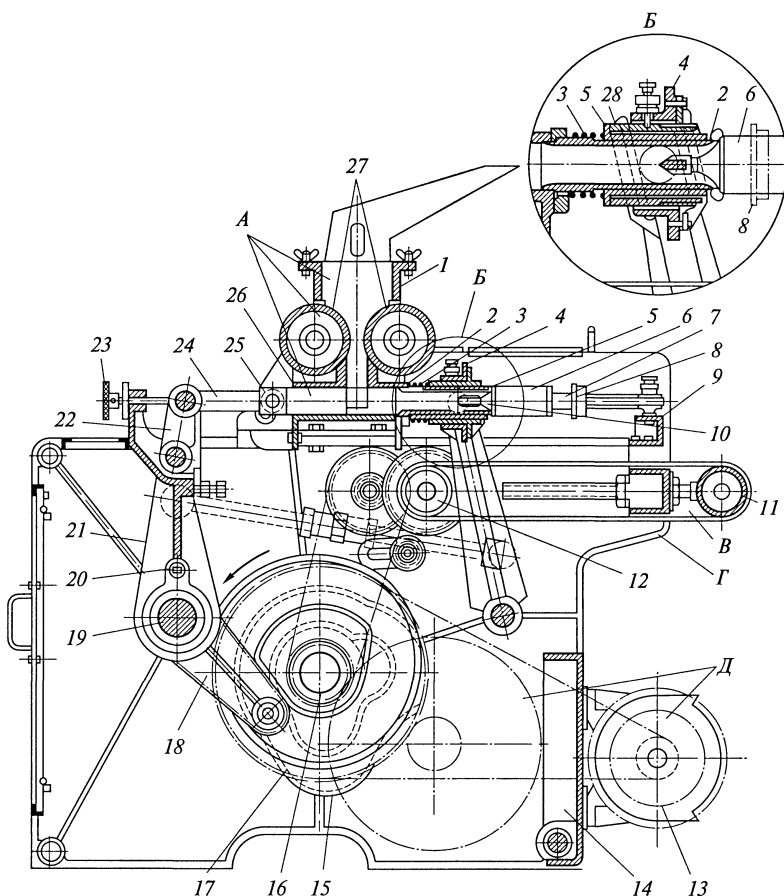


Рис. 3.38. Машина для деления и формования тестовых заготовок бараночных изделий

чие рычаги 18, 21, специальный рычаг 22 и две тяги 24. Двуплечие рычаги 18, 21 состоят из двух деталей, сидящих на валу 19 и соединенных пальцем 20 с переточкой. При возникновении больших усилий в поршневой коробке палец 20 будет срезаться на переточке, предотвращая поломку автомата.

Для изменения массы тестовых заготовок в зависимости от наименования баранок у двуплечих рычагов 18, 21 предусмотрен регулировочный винт с маховичком 23. При помощи винта можно изменить рабочий ход поршней 26, а следовательно, и количество подаваемого поршнями теста.

Формующие гильзы 2 смонтированы в специальной плите в гнездах поршневой коробки и являются продолжением поршневых каналов. На выходном конце гильзы 2 при помощи рассекателя 10 смонтирована скалка 6. Цилиндрические ножи 5 надеты на формующие гильзы 2, на которых находятся и цилиндрические пружины 3. На траверсе, которая может скользить вдоль двух цилиндрических направляющих 7, закреплены раскатывающие втулки 4. Сбрасыватели 8 крепятся в подшипниках, смонтированных на кронштейне 9 транспортера.

*Формующая головка Б* состоит из четырех комплектов формующих гильз 2, скалок 6 с плавно выгнутым профилем наконечника, цилиндрических ножей 5, раскатывающих втулок 4, сменных раскатывающих стаканов 28, сбрасывателей 8 и цилиндрических пружин 3.

*Ленточный транспортер В* состоит из приводного 12 и натяжного 11 барабанов и тканевой транспортерной ленты. Транспортер приводится в движение от главного вала 16 через цепную и шестеренную передачу.

*Станина машины Г* представляет собой две чугунные рамы, связанные между собой распорками, корпусом поршневой коробки и кронштейном 9 ленточного транспортера.

*Приводной механизм Д* состоит из электродвигателя 16, ременной передачи, двух пар цилиндрических шестерен, двух кулачков 12 и 14, двух рычажных систем и главного вала 13. Электродвигатель смонтирован на подвижной плите 15, шарнирно закрепленной к рамам станины. Натяжение приводного ремня достигается благодаря действию силы тяжести плиты и электродвигателя и усилию пружины.

*Узел электроблокировки* предусматривает выключение электродвигателя при снятии переднего и заднего кожухов, соединенных системой рычагов с концевым выключателем, встроенным в электроцепь управления магнитным пускателем.

Приготовленное по рецептуре бараночное тесто плоскими кусками загружается в приемную воронку 1, захватывается вращающимися навстречу друг другу валками 27 и нагнетается в тестовую камеру, откуда поршнями 26 подается в поршневые каналы.

Под давлением поршней тесто (см. рис. 3.38, вид *Б*) выпрессовывается через кольцевые щели между гильзами 2 и скалками 6, сворачивается в спиралеобразные кольца, отрезается цилиндрическими ножами 5, раскатывается втулками 4 и выталкивается из втулок сбрасывателями 8.

Для выработки баранок разных сортов автомат снабжен сменными рабочими органами: тремя комплектами раскатывающих стаканов и сбрасывателей и двумя комплектами скалок. Комбинируя диаметр скалок и стаканов, можно вырабатывать бараночные изделия, разные по размеру и количеству штук в 1 кг.

**Машина для ошпаривания заготовок.** После расстойки тестовые заготовки перед выпечкой обвариваются в кипящей воде в течение 0,5...2 мин или ошпариваются паром в течение 60...90 с.

Машина для ошпаривания (рис. 3.39) состоит из закрытого цилиндрической формы металлического барабана 1 с изоляцией и внешним кожухом, вала 7 с двумя кольцами 9, между которыми подвешено шесть двухъярусных люлек 5 размерами 1920 × 350 мм.

В верхнюю часть барабана по трубам 8 подается пар от котельной предприятия. Для наблюдения за температурой внутри барабана установлен угловой термометр 6. В дне барабана предусмотрен кран 3 для спуска конденсата, образуемого внутри барабана. Сбоку в нижней части барабана предусмотрен люк 4 для монтажа и ремонта люлек, а в нижней части торцевой стены расположены дверцы 2 для загрузки и выгрузки решеток с тестовыми заготовками.

Насыщенный пар давлением 50...80 кПа подается в верхнюю зону барабана, где создается паровой мешок. Продолжительность ошпаривания тестовых заготовок составляет 70...75 с.

Привод машины осуществляется от электродвигателя 10 через клиноременную передачу, шестеренный редуктор и цепную передачу к валу машины.

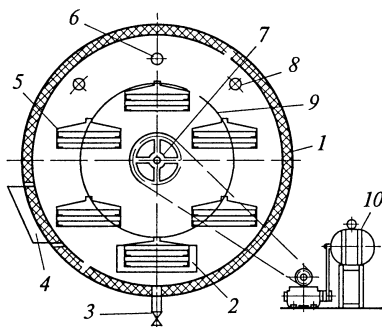


Рис. 3.39. Машина для ошпаривания

### 3.5.2. Оборудование для производства сухарных изделий

Для механизации производства сдобных и простых сухарей применяются специальные машины для формования и резки сухарных плит.

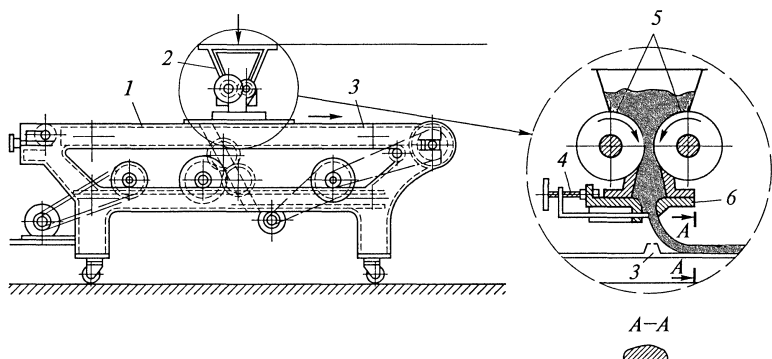


Рис. 3.40. Машина для жгутового формования тестовых заготовок сухарных плит

Для механизации прочих производственных операций используется оборудование, применяемое для производства хлебных изделий, а именно: для окончательной расстойки сухарных плит и черствения их после выпечки — конвейерные шкафы; для выпечки сухарных плит и сушки сухарей — конвейерные люлечно-подиковые или туннельные печи с ленточным подом.

**Машина для формования.** Машина для жгутового формования тестовых заготовок сухарных плит (рис. 3.40) состоит из станины 1, приемной воронки 2, двух рифленых валков 5 для нагнетания теста, матрицы 6 с отверстиями, по профилю соответствующими форме вырабатываемых сухарей, и ленточного транспортера 3, на который устанавливаются листы.

Движение от электродвигателя через вариатор скорости и цепную передачу передается на вал рифленого валка. Второму валку движение передается через пару цилиндрических шестерен на противоположной стороне.

В машине могут быть использованы матрицы трех видов: с тремя отверстиями — при производстве сухарных плит для дорожных, московских, сливочных и ванильных сухарей; с четырьмя отверстиями — для кофейных и пионерских сухарей и с девятью отверстиями — для детских. Ширину отверстий можно регулировать заслонками при помощи винтов 4.

Тесто поступает в приемную воронку, рифлеными валками подается в камеру и выпрессовывается через матрицу на перемещающиеся на ленточном транспортере листы. По мере заполнения листа тестовые заготовки обрезаются вручную металлическим скребком и передаются на расстойку.

Машина для долежного формования тестовых заготовок сухарных плит с последующей раскладкой долек и укладкой их в ряды (рис. 3.41) обеспечивает более тщательную проработку массы по-

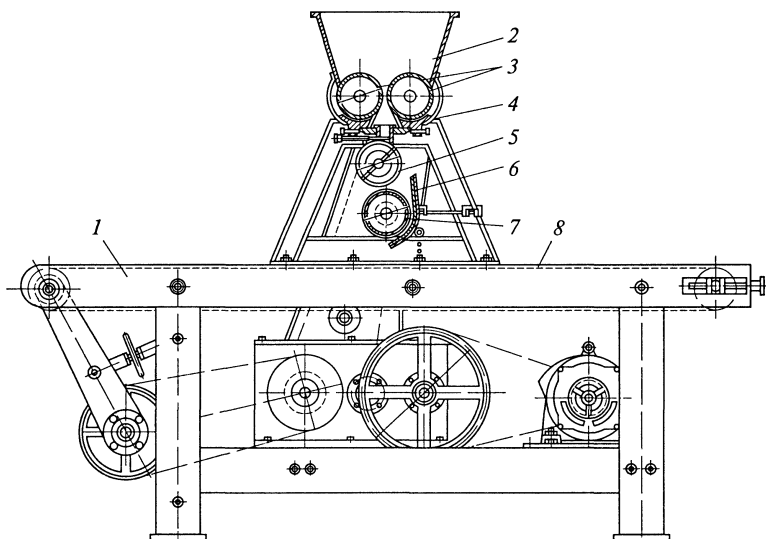


Рис. 3.41. Машина для дольного формования тестовых заготовок сухарных плит

луфабриката, что способствует получению равномерной и тонкостенной пористости сухарей с высокими качественными показателями.

Машина состоит из станины 1, приемной воронки 2, двух рифленых валков 3, матрицы 4 со сменными вкладышами, отсекающего 5, фартука 6, барабана 7 для закатки долек и ленточного транспортера 8.

Движение от электродвигателя через клиноременную передачу, редуктор, клиноременный вариатор скорости и цепные передачи передается на промежуточный вал транспортера, затем на отсекающий, а от него — на закатывающий барабан. Привод рифленых валков осуществляется через цилиндрические шестерни.

Матрица снабжена шторками с винтами, позволяющими изменять сечение отверстий и тем самым регулировать массу долек.

Отсекатель 5 представляет собой два диска, установленных на валике, между которыми натянуты друг против друга две стальные струны. Отсекатель делает 86 оборотов в минуту. Масса долек 12...30 г.

Фартук и барабан для закатки долек покрыты винипластом, что устраняет прилипание теста к поверхности в процессе закатки.

Ленточный транспортер 8 имеет приводной и натяжной барабаны. Движение транспортера согласовано с работой отсекающего.

Тесто из приемной воронки 2 рифлеными валками 3 подается в камеру сжатия, выпрессовывается через отверстия в матрице, отрезается быстровращающимися струнами отсекаателя и забрасывается ими в щель между барабаном и фартуком, где закатывается в жгутики, которые ложатся ровными рядами на лист, перемещаемый транспортером. Ряды долек на листе подравниваются вручную для придания им формы плиты.

**Машины для резки сухарных плит.** При производстве сухарных изделий используется несколько типов машин для резки сухарных плит (хлеборезальные машины), различающихся характером движения, видом и числом ножей, способом подачи полуфабрикатов, структурой рабочего цикла. Качество поверхности среза, количество отходов в виде крошки и деформированных ломтей зависят от правильного выбора конструкции резальной машины и состояния ее рабочих органов. По характеру движения режущего органа все конструкции хлеборезальных машин можно классифицировать так: машины с вращательным (планетарным), поступательным и возвратно-поступательным движением ножей. Для каждой из указанных групп характерно использование определенного вида ножей: дисковых и серповидных, пластинчатых, ленточных.

В хлеборезальных машинах с вращательным движением ножей (дисковых и серповидных) резание буханки или сухарной плиты осуществляется последовательно — по одному ломтю. Эти машины получили распространение в поточных линиях малой производительности.

В хлеборезальных машинах с поступательным движением ножей используются один или несколько ленточных ножей.

В хлеборезальных машинах с возвратно-поступательным движением ножей процесс резания осуществляется одновременно системой ножей, что обеспечивает высокую производительность этих машин. Эти резальные машины применяются на многих хлебопекарных предприятиях. Рабочий орган рассматриваемой группы машин выполняется в виде одной или нескольких прямоугольных рам с натянутыми на них пластинчатыми ножами. Поэтому эту группу машин называют машинами рамного типа.

На рис. 3.42 изображена кинематическая схема хлеборезальной машины рамного типа, предназначенной для резки пшеничных сухарных плит на ломти при выпуске сливочных, московских, пионерских, ванильных, дорожных и детских сухарей. Машина состоит из привода 1 с электродвигателем 6, подающего 5, отводящего 2 и прижимного 4 ленточных конвейеров, ножевых рам 3.

Приводная коробка устанавливается на плите машины и включает в себя литой корпус, коленчатый вал и два плунжера.

Ленточные конвейеры смонтированы на боковинах машины. Они состоят из приводных и натяжных барабанов и отклоняющих роликов. Натяжные барабаны, самоцентрирующиеся с совмест-

но отклоняющимися роликами, центрируют ленты при их движении. Верхний, прижимной, конвейер смонтирован на двух вертикальных винтах, по которым он может перемещаться в вертикальной плоскости. Вертикальное перемещение конвейера осуществляется ручным приводом с помощью маховичка посредством винтовой передачи.

Ножевая рама представляет собой сварную прямоугольную конструкцию, состоящую из верхней и нижней планок и двух стоек. В планках с определенным шагом выполнены пазы, в которых установлены ножи. Натяжение ножей осуществляется посредством подвесок, продетых в отверстиях верхней планки и взаимодействующих с подпружиненными гайками.

Ножевые рамы закреплены в кассеты, которые представляют собой прямоугольную конструкцию, состоящую из нижней и верхней траверс, соединенных между собой двумя стяжками. В нижней части кассета крепится к плунжеру приводной коробки, а в верхней части закреплена на двух направляющих, по которым и движется в процессе работы.

В машине устанавливают две кассеты и соответственно две ножевые рамы. В каждой раме пластинчатые ножи размещены таким образом, что ножи одной рамы находятся между ножами другой.

Ножевые рамы и ленточные конвейеры машины приводятся в движение от электродвигателя через клиноременную передачу и приводную коробку, червячный редуктор, цепные и зубчатые передачи.

Для фиксирования сухарных плит в зоне резания установлены верхняя и нижняя гребенки. Верхняя гребенка жестко прикреплена к верхнему, прижимному, конвейеру и вместе с ним может изменять положение по высоте.

При работе машины сухарные плиты укладываются на подающий конвейер и поступают к ножам, совершая возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости. Нарезанные ломти удаляются из зоны резания отводящим конвейером. Необходимое усилие подачи сухарных плит к ножам обеспечивается верхним, прижимным, конвейером, который прижимает их к ветви подающего конвейера.

При эксплуатации машин рамного типа необходимо тщательно следить за натяжением пластинчатых ножей. Ослабление натя-

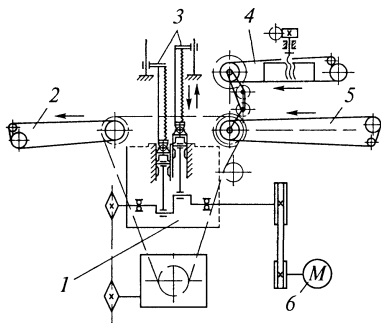


Рис. 3.42. Кинематическая схема хлебoreзальной машины рамного типа

жения приводит к получению волнистого или косого среза, увеличению потерь на трение в направляющих. Чрезмерное натяжение вызывает значительные деформации поперечин рам и приводит в отдельных случаях к разрыву ножей.

Высокое качество среза получается при использовании ножей толщиной 0,4...0,5 мм. Однако при этом снижается их устойчивость, что является причиной появления волнистого среза. Увеличение натяжения в данном случае не приемлемо, так как статическая нагрузка на поперечинах рам достигает значительных величин. Хорошие результаты при установке тонких ножей дает их эксцентричное натяжение, обеспечивающее повышенную устойчивость режущей кромки.

По мере затупления ножей возрастают усилия резания, ухудшается качество среза и увеличивается количество крошки и деформированных ломтей. Стойкость ножей зависит от физико-химических свойств материала, качества подготовки лезвий и их геометрии, условий и режимов резания. Для изготовления ножей рекомендуются стали марок У8-У10, 65Г, 85ХФ.

Производительность  $\Pi_x$  хлеборезальной машины рамного типа может быть определена по формуле

$$\Pi_x = \frac{kvm}{L},$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий проскальзывание сухарных плит или буханок в подающем механизме ( $k = 0,9...0,95$ );  $v$  — скорость подающего транспортера;  $m$  — масса одной сухарной плиты или буханки;  $L$  — ширина плиты или буханки.

**Оборудование для сушки сухарных плит.** Для сушки сдобных сухарей используются конвейерные тупиковые или туннельные печи с ленточным подом, обычно применяемые в хлебопекарной промышленности для выпечки хлебных изделий. Эти печи включаются в поточные линии производства сухарных изделий, оборудованные устройствами для механизированной загрузки листов с уложенными на них ломтиками в печь и вентиляцией пекарной камеры для удаления влаги.

Для сушки хлебных сухарей в хлебопекарном производстве нашли применение специальные сушильные агрегаты (сушилки) туннельного или тупикового типа.

На рис. 3.43 приведена двухкамерная сушилка тупикового типа, которая применяется для сушки сухарей из ржаного и пшеничного хлеба, батонов и других хлебных изделий.

Сушилка состоит из металлического ограждения 1 панельного типа с изоляцией, двух осевых электровентиляторов 2 с калориферами 3 и десяти подвижных заслонок 4 для равномерного распределения горячего воздуха по высоте сушильных камер. После наладки теплового режима заслонки закрепляются наглухо.

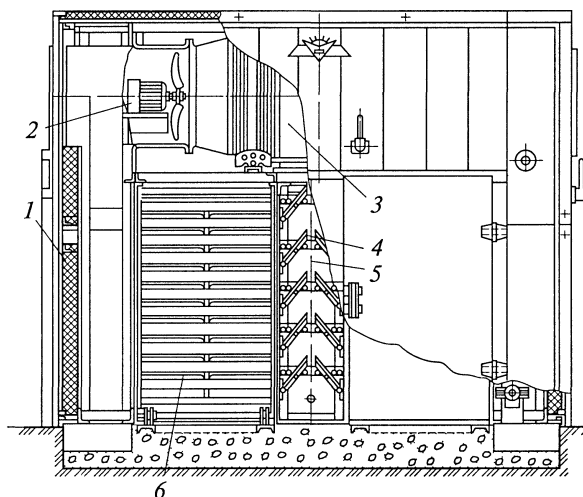


Рис. 3.43. Двухкамерная сушилка тупикового типа

Сушилка имеет две камеры с установленными в них вагонетками 6 для сушки продукции, обогреваемые двумя воздушно-циркуляционными системами с рециркуляцией. Воздух вентиляторами нагнетается через калориферы, нагревается, поступает в средний канал 5, равномерно распределяется заслонками и проходит между полками установленных вагонеток с продукцией. Отработанный воздух поступает через вытяжные каналы в фундаменте сушилки, а часть его по рециркуляционным каналам, снабженным заслонками, нагнетается вентиляторами через калориферы в камеры сушилки.

В каждой камере вмещается две вагонетки 6 по 25 полок. На полки укладываются решетчатые противни. Всего в сушилке на четырех вагонетках размещается 200 противней размерами  $900 \times 450$  мм.

После установки вагонеток с продукцией двери камер плотно закрываются, включается подача пара и воздуха. По окончании сушки последовательно выключается пар, затем воздух и после этого выкатываются вагонетки с высушенной продукцией.

### 3.5.3. Оборудование для производства хлебных крекеров, палочек, соломки и пряников

**Машины для производства хлебных крекеров.** Хлебные крекеры являются новым видом сухих завтраков, продуктом, готовым к употреблению. Они производятся из сахарной крошки (паниро-

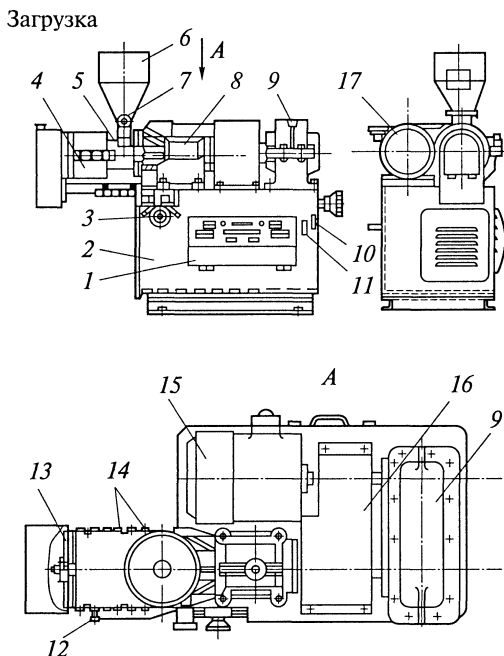


Рис. 3.44. Экструдер для производства хлебных крекеров

вочной муки) с добавлением соли, сахара, растительного масла и пищевых вкусовых добавок.

На рис. 3.44 изображена формовочная машина (экструдер) для производства хлебных крекеров.

Сухарная крошка предварительно просеивается для отделения слишком мелкой фракции, которая может забить головку экструдера. После увлажнения до 12...13% сухарную крошку выдерживают не менее 4...6 ч. В противном случае не впитавшаяся полуфабрикатом влага, попадая в зону нагрева, быстро испаряется и нарушает режим работы экструдера.

В шнековой камере экструдера под действием высокой температуры и давления происходит переход отдельных гранул крахмала, содержащихся в крошке, в желеобразное связанное состояние.

На верхней плите сварной станины 2 установлен электродвигатель привода шнека 15, соединенный через муфту 16 с быстроходным валом редуктора 9. Последний, в свою очередь, с помощью муфты соединяется с валом корпуса подшипника 8. На станине расположены также пульт управления 1 и выключатели 10 и 11.

В литом корпусе подшипника находится вал, вращающийся в радиальных подшипниках качения. Для восприятия осевой нагрузки

от формующего шнека в корпусе установлен упорный шарикоподшипник, к корпусу которого фланцем крепится сварной цилиндр 5 со сменной гильзой, выполненной из материала повышенной прочности. С противоположной стороны цилиндр закрыт матрицей 17. Для улучшения осевого перемещения массы в цилиндре предусмотрены пробки 14.

Контроль за температурой в рабочей зоне осуществляется термомпарой через специальную пробку 12.

Для нагрева массы в передней части цилиндра укреплен блок электронагревателя 4. У переднего торца матрицы расположен механизм резки 13 с вращающимися ножами, который приводится в движение от отдельного электродвигателя.

Электродвигатель и трехканавочный шкив находятся на плите внутри сварной станины. Диапазон изменения частоты вращения ножей 150...180,5 мин<sup>-1</sup>. Скорость вращения ножей регулируется переброской ремня с канавки  $d_p = 185$  мм на канавку  $d_p = 225$  мм. Натяжение ремней осуществляется вращением маховика 3 натяжного винта, с помощью которого изменяется положение плиты с укрепленным на ней электродвигателем. Над цилиндром установлен бункер 6 для приема сырья.

Масса из бункера машины через регулируемую заслонку 7 поступает в приемное отверстие цилиндра, где прессуется и нагревается до температуры 145 °С. В результате воздействия тепла, влаги и давления она превращается в пластическую массу, которая выдавливается шнеком через отверстия матрицы. При выходе из отверстий масса под действием пара, образующегося из перегретой влаги, вспучивается, получается пористая хрустящая жила. Механизм резки делит выходящие жилы на палочки.

После сушки заготовки приобретают стекловидную структуру, которая при помещении в горячую среду (фритюр) переходит в упруго-эластичное состояние, а влага, превращающаяся внутри полуфабриката в пар, образует множество мельчайших пор. Происходит вспучивание, образование пенообразной структуры крекеров с одновременным переходом в обезвоженное хрупкое состояние.

**Машины для производства хлебных палочек.** Хлебные палочки по своим органолептическим показателям представляют собой хрупкие сухие продолговатые изделия округлого сечения. Их производят нескольких наименований — простые, сдобные, соленые, с тмином. Замешенное и выброженное тесто перед формированием подвергают натирке для уплотнения и повышения пластичности, а затем отлежке.

При формировании тестовых заготовок хлебных палочек используют методы прокатки и резки. Технологический процесс включает в себя следующие операции: раскатывание теста на полосу установленного по ширине размера; обсыпку теста маком, солью, тмином и другими продуктами; резку тестовой ленты по длине с

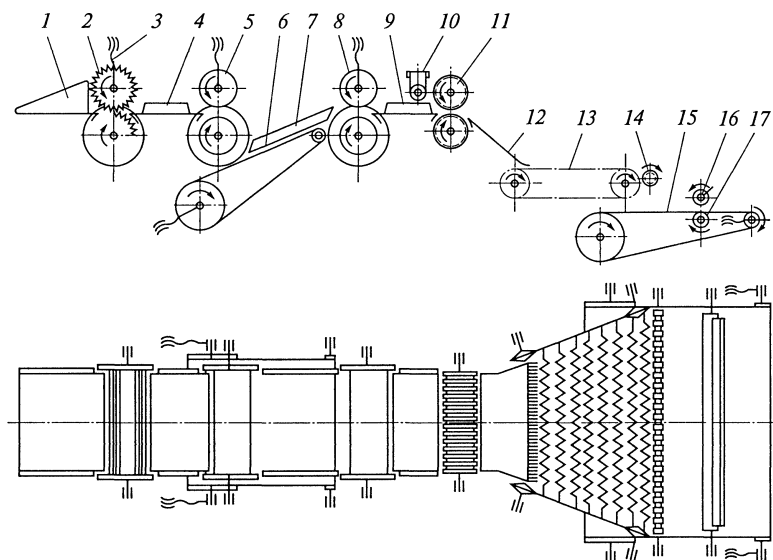


Рис. 3.45. Агрегат для формования и отделки заготовок хлебных палочек

одновременным формованием тестовых жгутов; разводку тестовых жгутов; нарезку жгутов по заданной длине; пересадку отформованных заготовок в печь.

Агрегат для формования и отделки заготовок хлебных палочек (рис. 3.45) состоит из формующего механизма с несколькими парами валков; цепного пружинного веерообразного конвейера; ленточного передаточного конвейера; механизма для посыпки тестовых заготовок маком, солью или тмином; выравнивателя шага заготовок.

*Формующий механизм* применяется для непрерывного формования тестовой ленты до толщины хлебных палочек. Он состоит из станины и двух боковин, в которых на подшипниках скольжения устанавливаются одна пара натирочных 2, две пары раскатывающих 5 и 8, одна пара режущих валков 11 и конвейер 6.

Натирочные валки выполнены в виде двух спаренных валков, имеющих на поверхности продольные углубления. Эти валки применяются для дополнительной обработки теста. Степень натирки теста регулируют винтовым приспособлением 3.

Гладкие раскатывающие валки имеют ограничительные реборды для калибровки тестовой ленты по ширине. Валки раскатывают тестовую ленту до толщины заготовок хлебных палочек.

Режущие валки 11 применяются для разрезания тестовой ленты по длине и одновременного формования тестовых жгутов. На

поверхности режущие валки имеют 48 профилирующих канавок. Режущие валки установлены в подшипниковых обоймах. При установке необходимо следить, чтобы профилирующие канавки одного вала не были смещены относительно канавок другого.

После первых раскатывающих валков 5 установлен ленточный конвейер 6 для передачи тестовой ленты на вторые раскатывающие валки 8. Ширина ленты 400 мм. Для натяжения ленты смонтирован валик, который перемещается с помощью двух винтов, установленных на боковинах.

Для фиксации тестовой ленты в поперечном направлении установлены боковые ограничители 4, 7, 9.

*Цепной пружинный веерообразный конвейер 13* представляет собой две бесконечные втулочно-роликовые цепи, соединенные между собой пружинами. Ширина конвейера на входе составляет 510, а на выходе — 900 мм. Пружинный конвейер устанавливают на раму ленточного передаточного конвейера 15.

Приводный барабан *ленточного передаточного конвейера* обрезинен и установлен на подшипниках качения. На раме конвейера установлен вращающийся нож 16, который обрезает заготовки по заданной длине. Под ножом расположен подпорный обрезиненный валик 17. Вращающийся нож закрывается откидывающимся кожухом.

*Механизм для посыпки 10* тестовых заготовок маком, солью или тмином представляет собой удлиненный бункер с тремя рядами отверстий для выхода продукта. Бункер установлен в двух поворотных цапфах, в которых он фиксируется стопорными винтами. Внутри емкости находится крыльчатка, которая приводится в движение с помощью цепной передачи от режущих валков. В зоне расположения отверстий установлены две подвижные планки, позволяющие регулировать количество подсыпаемого продукта.

Между режущими валками 11 и цепным пружинным веерообразным конвейером 13 установлена для съема жгутов гребенка 12 — наклонный лист из нержавеющей стали. Одна сторона листа подогнана к профилирующим канавкам режущих валков 11, а вторая снабжена направляющими гребенками.

После цепного пружинного веерообразного конвейера 13 перед передаточным конвейером 15 установлен *выравниватель шага 14* — валик, на котором в соответствии с интервалом разводки сформованных жгутов расположены цилиндрические фигурные впадины, служащие для ориентации тестовых заготовок.

Формовочный агрегат работает следующим образом. Тесто порциями укладывается на приемный лоток 1 и направляется под натирочные валки. Пройдя между валками, оно образует непрерывную ленту заданной ширины, которая проходит последовательно через две пары раскатывающих валков. Толщину

ленты регулируют с помощью узла регулировки зазора между валками.

После вторых раскатывающих валков тестовая лента, посыпаямая маком, солью или другими продуктами в зависимости от сорта производимых изделий, поступает на режущие валки, которые разрезают тестовую ленту вдоль и одновременно формуют тестовые жгуты.

Отформованные тестовые жгуты через гребенку попадают на цепной пружинный веерообразный конвейер, разводятся по ширине с шагом 16 мм и направляются на выравниватель шага, который раскладывает их по ширине ленты передаточного конвейера. Здесь вращающийся нож надрезает тестовые заготовки, пересеживаемые в печь. Чтобы тестовая лента не прилипала к направляющим лоткам, их слегка опыливают мукой.

Если между режущими 11 и вторыми раскатывающими 8 валками тесто собирается или сильно натягивается, необходимо соответственно уменьшить или увеличить частоту вращения прокачивающих валков поворотом штурвала вариатора привода.

**Машины для производства соленой и сладкой соломки.** Для производства этой продукции используется агрегат, осуществляющий формование тестовых жгутов и их обварку (рис. 3.46). После формования тестовые жгуты направляются на выпечку в туннельных печах с ленточным подом.

Продолжительность выпечки соломки составляет 8...9 мин при температуре пекарной камеры: 235...240 °С для сладкой и 245...250 °С для соленой соломки.

Агрегат состоит из двух спаренных между собой машин: трехшнекового тестового пресса и варочного аппарата.

*Тестовый пресс* (см. рис. 3.46, а) представляет собой трехкамерную емкость 1. В каждой камере размещены нагнетающие шнеки.

К передней сужающейся части тестовых камер прикреплена стальная матрица 2 с 46 отверстиями, расположенными горизонтально в один ряд. В отверстие матрицы ввинчиваются сменные мундштуки с внутренними отверстиями (для калибровки тестовых жгутов) диаметром 5 или 8 мм.

Тестовый пресс соединен с варочным аппаратом передаточным транспортером 3, который приводится в движение от привода пресса. При нормальной работе тестовые жгуты одинаковой толщины располагаются на транспортере рядами параллельно друг другу. Продолжительность обварки тестовых жгутов в щелочном растворе в среднем составляет 28...30 с. Регулировка скорости производится при помощи вариаторов, вмонтированных в приводы той и другой машины.

*Варочный аппарат* (см. рис. 3.46, б, в) состоит из ванны 5 с нагревательным устройством, подающего сетчатого транспортера 4, сетчатого транспортера 6 для прижатия книзу всплывающих тес-

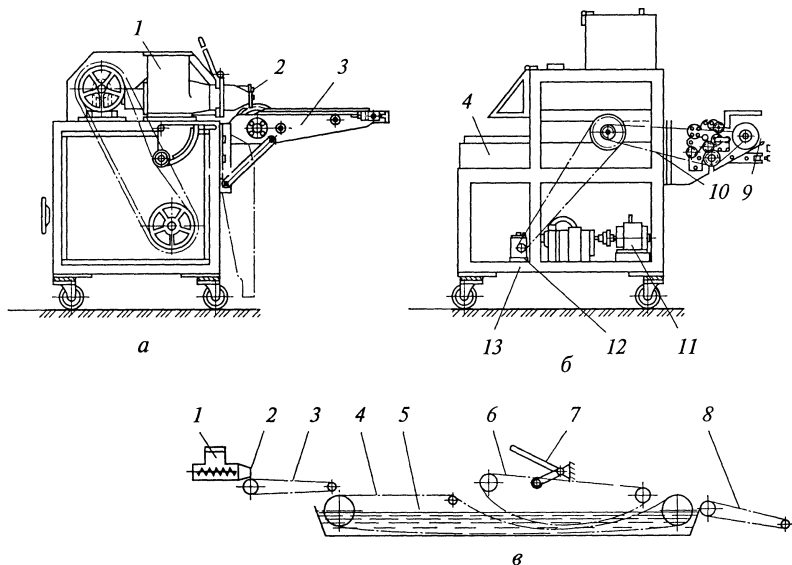


Рис. 3.46. Агрегат для формования и обварки тестовых заготовок соломки:  
 а — тестовый пресс; б — варочный аппарат; в — схема взаимодействия машин агрегата

товых жгутов и сетчатого транспортера 8 для передачи обваренных тестовых жгутов в печь. Транспортеры приводятся в движение от общего привода, установленного внутри станины.

Ванна изготовлена из листовой нержавеющей стали толщиной 4 мм. Нагревательное устройство представляет собой трубчатый радиатор, установленный с небольшим уклоном к передней части ванны.

Скорость подающего сетчатого транспортера (см. рис. 3.46, б) с помощью вариатора 12 может регулироваться в пределах 0,005...0,031 м/с.

Прижимной сетчатый транспортер смонтирован в самостоятельной станине. Уровень подъема сетчатого транспортера можно регулировать рукояткой 7.

Движение механизмов тестового пресса осуществляется от электродвигателя 13, расположенного в станине пресса, а транспортеров варочного аппарата — от электродвигателя 11.

Для производства соленой соломки в конце передаточного транспортера предусмотрен посыпатель 9, приводимый в движение цепной передачей 10 от привода варочного аппарата и снабженный регулировочным устройством.

Тесто равномерными порциями закладывают в тестовые камеры с таким расчетом, чтобы при пуске агрегата все три камеры

были до верха заполнены тестом, а при дальнейшей работе — не менее чем на половину емкости камер.

На схеме (см. рис. 3.46, в) показано взаимодействие машин, входящих в состав агрегата. Тесто, выпрессованное шнеками, через калибровочные отверстия матрицы 2 в виде тестовых жгутов поступает на транспортер 3, который передает их на сетчатый конвейер 4 обварочной машины. Пройдя через нагретый до 95 °С щелочной раствор, обваренные тестовые жгуты поступают на выгрузочный транспортер 8, который направляет их на движущийся ленточный под конвейерной печи.

**Машины для производства пряников.** *Машина для формования пряников* (рис. 3.47) состоит из станины 1, загрузочной воронки 2, внутри которой расположена пара периодически вращающихся навстречу друг другу рифленых валков 3, служащих для нагнетания теста в формующую матрицу 5, и ножей 4 для очистки валков от теста. Под матрицей расположен механизм для отрезания тестовых заготовок, состоящий из двух ползунов 10, движущихся по направляющим стержням 11. К ползунам прикреплен валик с пальцами 9, между которыми натянута тонкая стальная проволока-струна 6. Количество пальцев на одну единицу больше, чем отверстий в матрице. Движение отрезного механизма возвратно-поступательное: при отрезании теста пальцы прижимают струну к матрице, а при возвращении опускаются на 5 мм вниз. Отрезанные тестовые заготовки падают рядами на листы 8, периодически перемещаемые цепным транспортером.

Перед пуском машины проверяют работу отрезного механизма: необходимо, чтобы ребра 7 формующих отверстий матрицы были со стороны отрезного механизма, струна слегка касалась матрицы, а пальцы свободно проходили между формующими отверстиями матрицы. Для этого откидывают тяги, приводящие в движение отрезной механизм, надевают рукоятку ручного привода, вручную проворачивают привод машины, следят за работой отрезного механизма и при необходимости устраняют те или иные недостатки. После регулировки отрезного механизма снимают рукоятку, устанавливают на место тяги, пускают машину вхолостую, а затем загружают воронку тестом.

Привод машины осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор, цепную передачу и систему шатунно-кривошипных передач к нагнетательным валкам, связанным между собой зубчатой передачей, и к транспортеру, который, в свою очередь, связан рычагами с отрезным механизмом.

После выпечки некоторые сорта пряников подвергаются внешней отделке — глазированию, т.е. нанесению на поверхность тонкого сахарного слоя. На небольших предприятиях для глазирования пряников применяются тиражные или дражировочные машины периодического действия. На механизированных предприя-

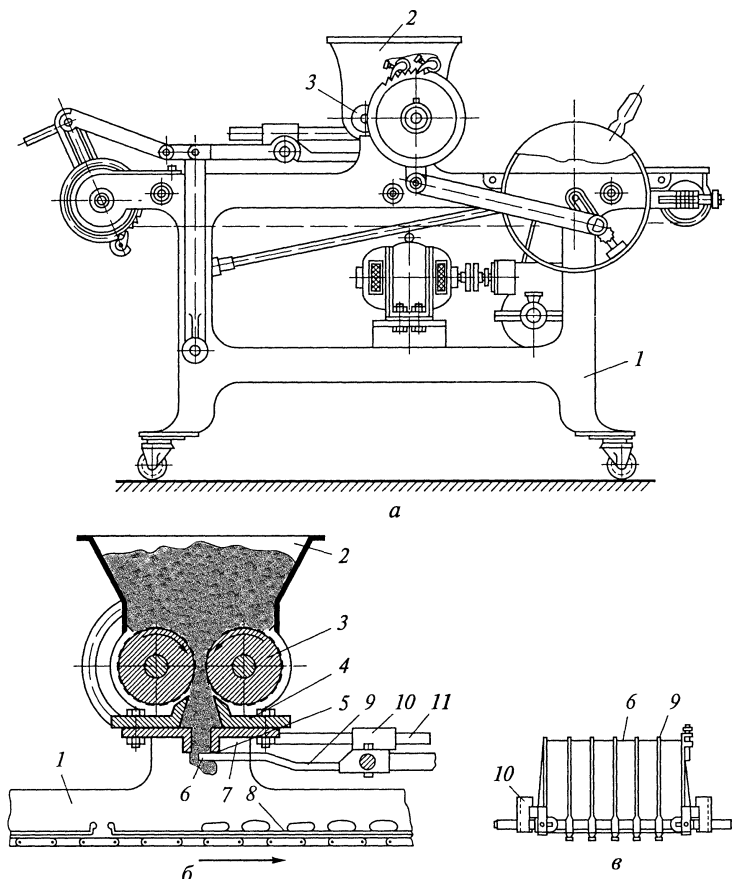


Рис. 3.47. Машина для формирования пряников:

*а* — общий вид; *б* — узел формирования; *в* — механизм отрезания заготовок

тиях с поточным производством пряников применяются тиражные барабаны непрерывного действия.

*Тиражный барабан непрерывного действия* (рис. 3.48) представляет собой металлический цилиндр 1, горизонтально вращающийся на четырех роликах 8, установленных на станине 7. Внутри цилиндра приварена ленточная спираль 4 с шагом 150 мм. Для подачи в барабан подогретого сиропа предусмотрен бачок 3 со змеевиком и сливной трубкой.

Барабан приводится в движение от электродвигателя 6 через червячный редуктор 9 и ременную передачу, охватывающую корпус барабана.

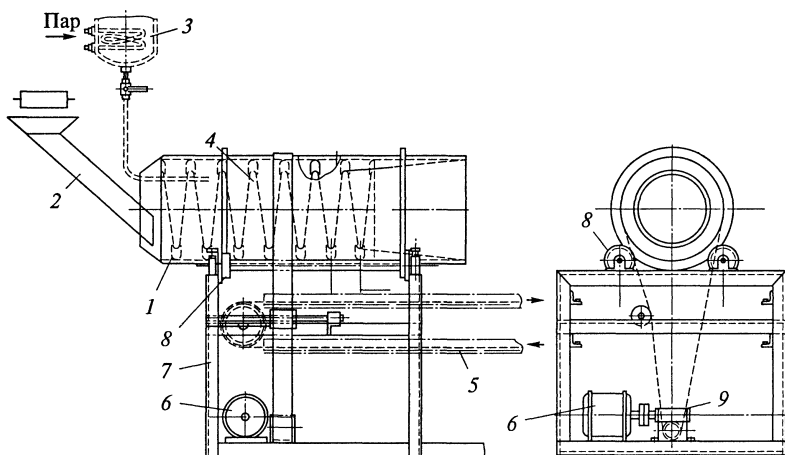


Рис. 3.48. Тиражный барабан

Под барабаном внутри станины смонтирован цепной конвейер 5 для перемещения сетчатых кассет, которые представляют собой деревянные рамы размерами  $1000 \times 600 \times 60$  мм, обтянутые с одной стороны металлическими сетками с ячейками размерами  $2 \times 2$  см.

Пряники по ленточному транспортеру через лоток 2 непрерывно загружаются во вращающийся барабан, обливаются нагретым сиропом и при помощи внутренней ленточной спирали перемещаются к выгрузочному отверстию, выгружаются на кассеты, где вручную раскладываются в один ряд для дальнейшей обсушки в туннельной сушилке.

Конвейер тиражного барабана объединен с горизонтальным конвейером туннельной сушилки, которая представляет собой металлическую камеру с изолированными ограждениями, обогреваемую трубчатыми электронагревателями, расположенными над и под конвейером. Для удаления излишней влаги в перекрытии камеры предусмотрены патрубки, соединенные трубопроводами с заводской вентиляцией. Внутри камеры поддерживается температура в пределах  $60 \dots 75$  °С. Продолжительность подсушки пряников  $10 \dots 15$  мин.

### 3.6. ОБОРУДОВАНИЕ ХЛЕБОХРАНИЛИЩ И ЭКСПЕДИЦИЙ

Хлеб, являясь наиболее массовым штучным продовольственным грузом с наименьшим сроком реализации, требует жестких санитарных режимов, слабо выдерживает механические воздей-

ствия, особенно в первые часы после выпечки. С учетом этого важная роль должна отводиться транспортно-складским операциям. Однако по сравнению с уровнем механизации основного производства механизация транспортно-складских операций с готовой продукцией значительно отстает, едва достигая 10...15 %.

**Схемы проведения транспортно-складских работ.** Для хлебохранилищ и экспедиций большинства хлебопекарных предприятий характерно *транспортирование готовых изделий на лотковых или полочных вагонетках с ручной укладкой продукции в лотки* и перегрузкой их в специализированные автофургоны.

Более прогрессивной является *схема транспортирования хлебных изделий с помощью контейнеров*. В этом случае используется специализированный автотранспорт с грузоподъемным бортом, работающим от электрического привода. Выпеченные изделия из печей направляются ленточными транспортерами к сортировочному столу, где просматриваются и укладываются вручную в контейнеры, которые перемещаются в хлебохранилище.

Для перемещения контейнеров применяются погрузчики, подвесные или напольные конвейеры.

В соответствии с заявкой-заказом загруженные контейнеры подаются на погрузочную платформу, устанавливаются водителем на опущенный борт автомашины, поднимаются и закатываются в фургон, после чего борт, являющийся одновременно и дверью, закрывается. По прибытии в торговую точку водитель выгружает контейнеры в подсобное помещение или в торговый зал магазина, забирает порожние контейнеры и доставляет их на хлебозавод. Реализация продукции производится в магазине из контейнеров. После санитарной обработки контейнеров и лотков цикл повторяется.

На рис. 3.49 представлена *схема комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ* в хлебохранилищах и экспедициях, которая экономически обоснована для внедрения на хлебозаводах большой мощности и предназначена для механизации всех операций — от выхода хлеба из печи, укладки его в тару до загрузки ее в автохлебовоз. В этой схеме задействованы агрегаты 1, 4, 5 для укладки хлеба в лотки и лотков в контейнеры, траверсная тележка 2, конвейер 3, поворотный круг 6, агрегат 7 для ручной укладки мелкоштучных изделий в лотки, циркуляционный стол 8, контейнеры с пустыми лотками 9, специальный подъемник 10 для листов с мелкоштучными изделиями, механизмы 11...13 подъема и выгрузки хлеба у печей, устройства 14, 15 для центрирования и стыковки автохлебовозов, двухстворчатые ворота 16, участок для доукомплектования 17, рельсовый путь 18, комплектующая тележка 19, загрузочные конвейеры 20, автохлебовозы 21, напольный накопитель контейнеров 22, агрегат 23 для санитарной обработки лотков, накопитель 24 загруженных контейнеров, раздаточная тележка 25.

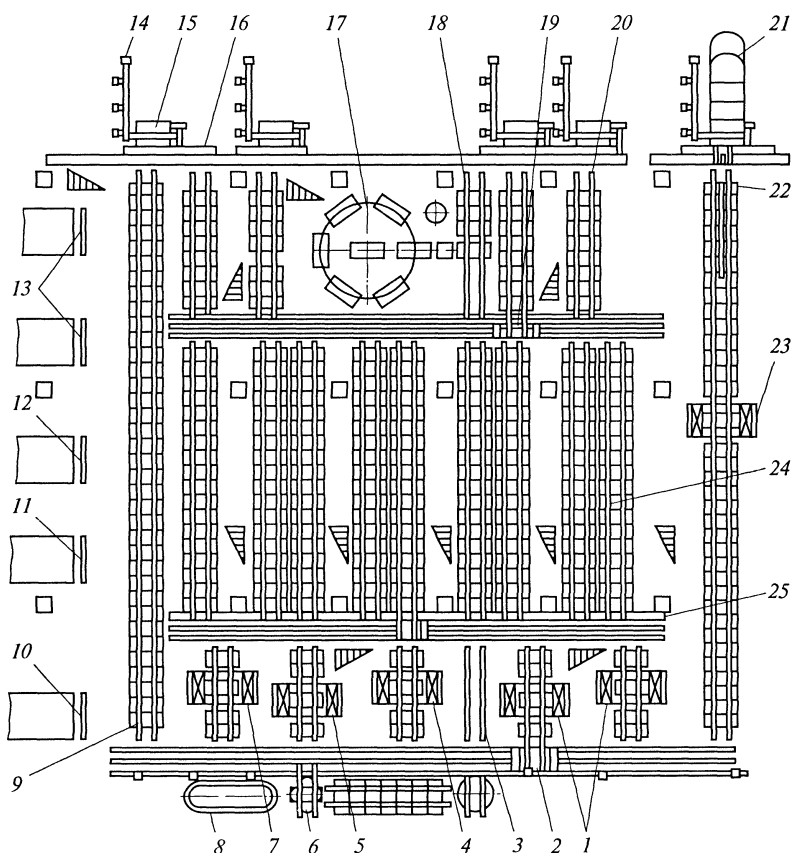


Рис. 3.49. Схема комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ в хлебохранилищах и экспедициях

Погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы по этой схеме осуществляются следующим образом.

Из печей хлеб с помощью выгрузочных механизмов по ленточным транспортерам направляется в хлебоукладочные агрегаты. Перед подачей в агрегаты хлеб проходит механизмы ориентирования.

От хлебоукладочных агрегатов загруженные контейнеры траверсной тележкой (см. рис. 3.49) передаются на конвейеры для хранения хлеба — накопители 24. Траверсные тележки перемещаются по рельсовым путям перпендикулярно осям накопителей. Каждый сорт (вид) хлеба хранится на соответствующем конвейере-накопителе до отправки в торговую сеть. Комплектование от-

грузочных партий контейнеров производится в автоматическом цикле. Согласно заказам оператор задает комплектующей тележке программу.

Доуккомплектование контейнера лотками осуществляется на участке 17, состоящем из кольцевого конвейера-комплектовщика, механизма перегрузки лотков, рельсового пути 18 и пульта. Поворачивая контейнер вокруг оси, можно подвести любой накопитель к месту погрузки в комплектовщик.

Скомплектованные контейнеры забираются комплектующей тележкой и передаются на указанный в программе загрузочный конвейер 20. Все загрузочные конвейеры рассчитаны на хранение двух комплектов — восьми контейнеров. Загрузочный контейнер стыкуется с автомашиной 21, которая до этого, прибыв на завод от торговой точки, стыковалась с линией приема контейнеров с пустыми лотками 22 и выгрузила контейнеры. Пустые контейнеры были направлены в агрегат 23 для санитарной обработки. Контейнеры, прошедшие санитарную обработку, траверсной тележкой 2 подаются по заданной программе к хлебоукладочным агрегатам 1, 4, 5, 7.

После стыковки автомашины с загрузочным конвейером включается механизм, который загружает весь комплект из четырех контейнеров в кузов.

Учет готовой продукции осуществляется счетным устройством. В кузов автомашины вмещаются четыре контейнера, а в каждый контейнер — 32 стандартных лотка.

Сравнительная оценка различных способов механизации хлебохранилищ и экспедиций показывает, что контейнерная доставка с использованием автомобилей с грузоподъемным бортом позволяет исключить тяжелый физический труд, механизировать процессы транспортирования без значительных капитальных затрат, сократить простои автохлебовозов под разгрузкой и погрузкой в результате одновременной обработки контейнеров.

**Оборудование для сортировки и обработки выпеченных изделий.** Для сортировки и обработки хлебных изделий перед укладкой их в лотки применяются циркуляционные столы (рис. 3.50): круглый и с гибким пластинчатым конвейером.

*Круглый стол* (см. рис. 3.50, а) имеет крышку 1 конусной формы диаметром 2000 мм с небольшим бортом. Крышка выполнена из листовой стали и установлена на вертикальной стойке 2. В стойку вмонтирован червячный редуктор 3. Вал червячного колеса редуктора одновременно служит осью вращения крышки стола. Крышка приводится в движение от электродвигателя 4 и вращается с частотой 4 мин<sup>-1</sup>.

Готовые изделия, поступившие на стол с ленточного транспортера или склиза, равномерно распределяются на всей его поверхности, соскальзывая при вращении до упора в борт.

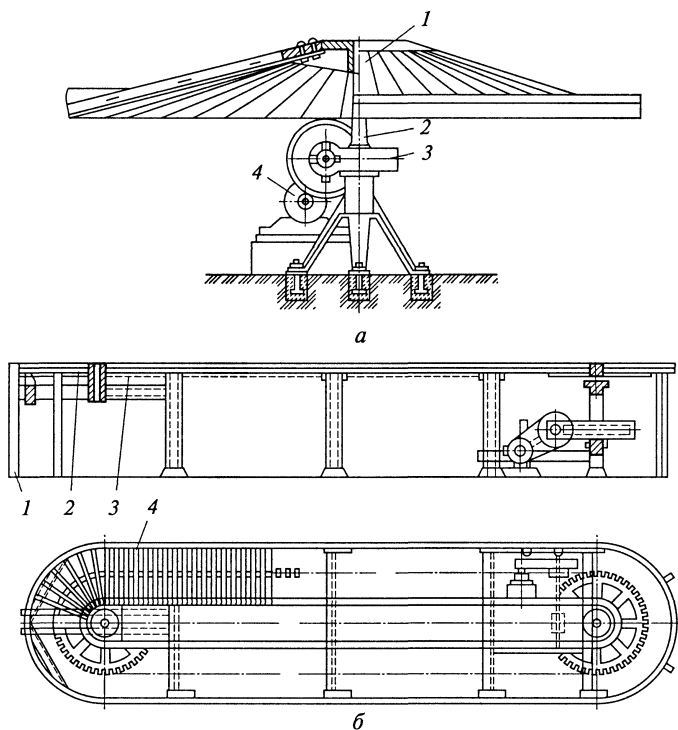


Рис. 3.50. Циркуляционные столы:

*а* — круглый; *б* — с гибким пластинчатым конвейером

*Стол с гибким пластинчатым конвейером* (см. рис. 3.50, *б*) представляет собой горизонтальный транспортер, состоящий из двух горизонтально расположенных цепных блоков 2, пластинчато-роlikовой цепи 3, к звеньям которой прикреплены планки 4. Станина 1 имеет невысокий борт. При движении конвейера планки концами скользят по бортам станины стола, выполненным из угловой стали.

**Оборудование для укладки хлебных изделий.** С сортировочного стола хлебные изделия направляют в лотковые или безлотковые контейнеры. Для *лотковых контейнеров* используются трех- или четырехбортные лотки с решетчатым (для ржаных, ржано-пшеничных, формовых и подовых сортов) или сплошным (для батонов, булочек, сдобы) днищем. В настоящее время широко применяются пластмассовые лотки, которые достаточно легки и хорошо поддаются санитарной обработке.

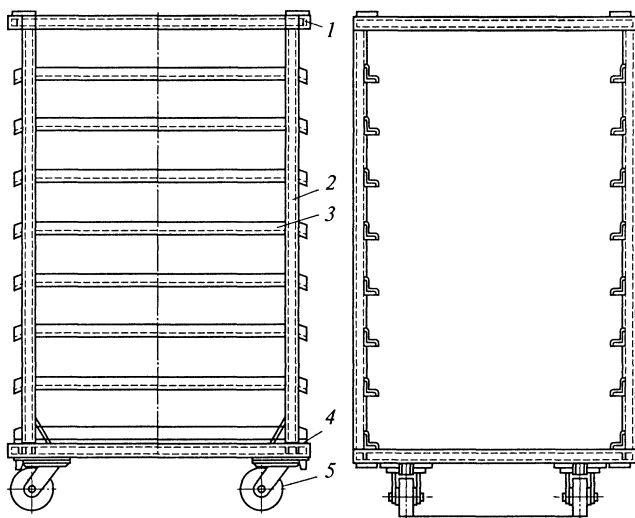


Рис. 3.51. Контейнер

Для транспортирования и временного хранения хлеба, находящегося в лотках, предназначен контейнер (рис. 3.51), который состоит из каркаса, имеющего верхнюю 1 и нижнюю 4 рамы, направляющих 3 вертикальных стоек 2 и четырех колес 5. Кронштейны для крепления колес к нижней раме свободно вращаются вокруг вертикальной оси. На этой раме установлены два копира для центрирования и фиксации контейнера на тележке.

Большое распространение получили контейнеры с 18 наклонными внутрь трехбортовыми лотками, которые перспективны для механизированной укладки хлебных изделий.

Количество контейнеров  $m$  для хранения и доставки хлебопекарных изделий определяют по формуле

$$m = \frac{\Pi t_{\text{хр}}}{n_{\text{л}} G_{\text{л}}},$$

где  $\Pi$  — производительность печи, кг/ч;  $t_{\text{хр}}$  — продолжительность хранения изделий, ч ( $t_{\text{хр}} = 2 \dots 15$  ч);  $n_{\text{л}}$  — количество лотков на вагонетке или контейнере;  $G_{\text{л}}$  — масса изделий на одном лотке, кг.

Для механизированной укладки хлебных изделий используется хлебоукладочный агрегат (рис. 3.52), предназначенный для укладки хлеба в лотки и установки последних в контейнер.

Конструкция агрегата включает в себя два цепных полочных подъемника (элеватора) — приемный 3 и подающий 1, между

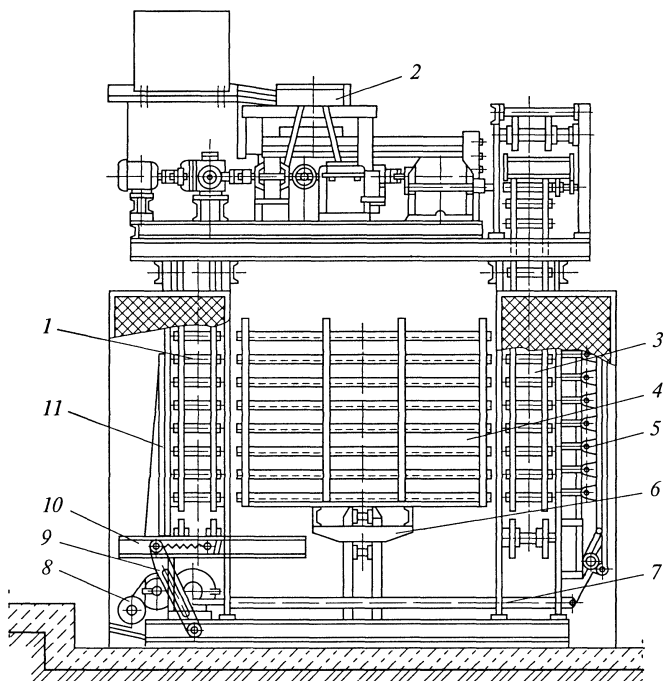


Рис. 3.52. Хлебоукладочный агрегат

которыми устанавливается контейнер 4 с порожними лотками; механизм 2 для укладки хлеба в лотки; механизм 11 для горизонтального перемещения загруженных лотков на полки контейнера и выталкивания из него порожних лотков и устройство 5 для досылки пустых лотков на полки приемного подъемника.

Агрегат можно располагать на двух этажах здания или на одном этаже с площадкой. Механизмы для укладки хлеба в лотки и перемещения их в подающий подъемник находятся на втором этаже или на площадке, а приемный и подающий подъемники с механизмами для горизонтального перемещения лотков в контейнер и досылки пустых лотков на полки подающего подъемника, а также устройство 6 для установки и центровки контейнера между подъемниками — на первом этаже.

Механизм для горизонтального перемещения лотков на полки контейнера состоит из вертикальной каретки, опорные ролики которой двигаются по направляющим 10. Каретка тягой с пружиной соединена с кулисным механизмом 9, совершающим качательное движение от привода 8. Механизм горизонтального перемещения лотков связан с механизмом досылки лотков тягой 7.

Механизм досылки лотков предназначен для добавочного перемещения лотков на полки приемного подъемника в целях образования зазора между ними и лотками, остающимися на контейнере. Это необходимо для последующего вертикального передвижения лотков, находящихся на подъемнике. Механизм представляет собой двоянные штанги с рычагами по количеству перемещаемых лотков, на концах которых расположены захваты с пружинами. Штанга шарнирно соединена с двуплечим рычагом, связанным тягой с механизмом горизонтального перемещения лотков на контейнере.

Механизм укладки формового хлеба (рис. 3.53, *а*) состоит из транспортера 1, неподвижного спуска 2, питателя 3, упора 4 с датчиком, боковых 5 и задней 6 стенок и пары створок 7, образующих прямоугольник с размерами, соответствующими внутренним размерам стандартного лотка.

Предварительно ориентированные буханки хлеба транспортером подаются на спуск до упора с датчиком. Датчик подает электросигнал для включения питателя, совершающего возвратно-поступательное движение. Питатель попарно вталкивает буханки на закрытые створки. После того как питатель сделает заданное число ходов, створки расходятся и буханки подаются в лоток. Для

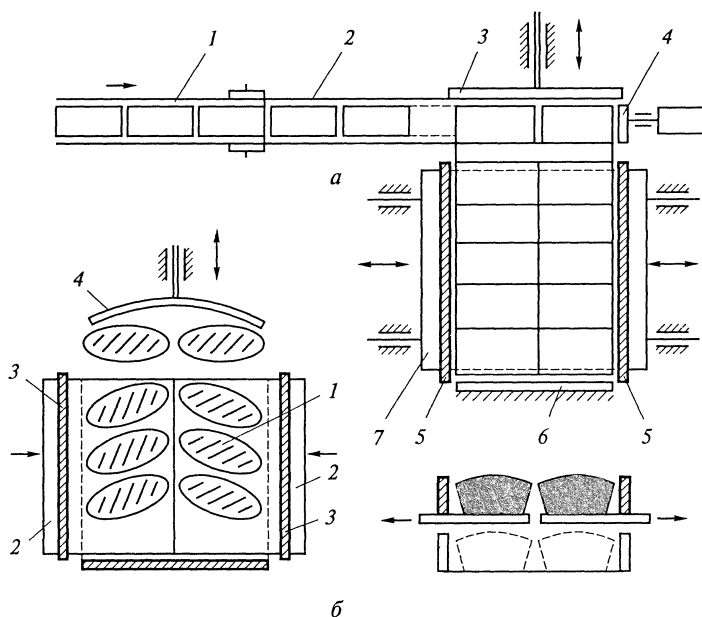


Рис. 3.53. Механизм укладки:

*а* — формового хлеба; *б* — батонов

уменьшения высоты падения лоток предварительно несколько поднимается. После загрузки лоток опускается и перемещается в подающий подъемник.

Механизм укладки батонов отличается от предыдущего тем, что боковые стенки выполнены подвижными (рис. 3.53, б). Длина батонов значительно больше длины формового хлеба, а размеры их колеблются в больших пределах (до 40 мм по длине и 20 мм по ширине). Это не позволяет располагать батоны в лотке параллельными рядами. Наиболее плотная укладка с сохранением целости наружной корки достигается при расположении батонов «елочкой».

Предварительно ориентированные батоны 1 транспортером и по неподвижному склизу подаются к питателю, толкатель 4 которого имеет вогнутый профиль.

Боковые стенки механизма укладки раздвинуты на величину, достаточную для свободного прохода двух батонов наибольшей длины. Толкатель, передвигая батоны на закрытые створки 2, одновременно поворачивает их на небольшой угол. Когда на створках 2 накопится пять пар батонов, боковые стенки 3 сходятся, одновременно поворачивая батоны, и устанавливают их в «елочку». После этого створки открываются и батоны укладываются в лоток. Затем он опускается, а на его место механизмом перемещения устанавливается пустой лоток.

Для укладки хлебных изделий в *безлотковые контейнеры* служит агрегат для укладки подового хлеба (рис. 3.54), представляющий собой функционально связанные механизмы: питатель 1, распределительный конвейер 2 и накопитель 7. Питатель выполнен в виде ленточного конвейера с механизмом 16 для отсчета батонов и установленного над ним цепного пересадчика 17. Все механизмы питателя смонтированы на общей раме 14. В зависимости от схемы подачи хлеба от печи и расположения устройств в хлебохранилище ленточный конвейер 15 питателя может иметь правое или левое исполнение.

Распределительный конвейер 2 состоит из наклонного и горизонтального участков, связанных цепной передачей и имеющих общий привод. Распределительный конвейер перемещается в вертикальной плоскости механизмом подъема 3, смонтированным на накопителе 7. Нижняя часть наклонного участка конвейера при помощи катков 13 свободно перемещается по направляющим, установленным на раме питателя 14. На горизонтальном участке конвейера предусмотрен механизм отсчета рядов хлеба 4.

Накопитель 7 состоит из 8 полок с приводными 5 и неприводными 18 роликами и снабжен механизмом для заталкивания хлеба 8. Механизм имеет толкатели 9 (в соответствии с количеством полок) и перемещается на тележке 11 по направляющим. Все механизмы смонтированы на сварном каркасе 12.

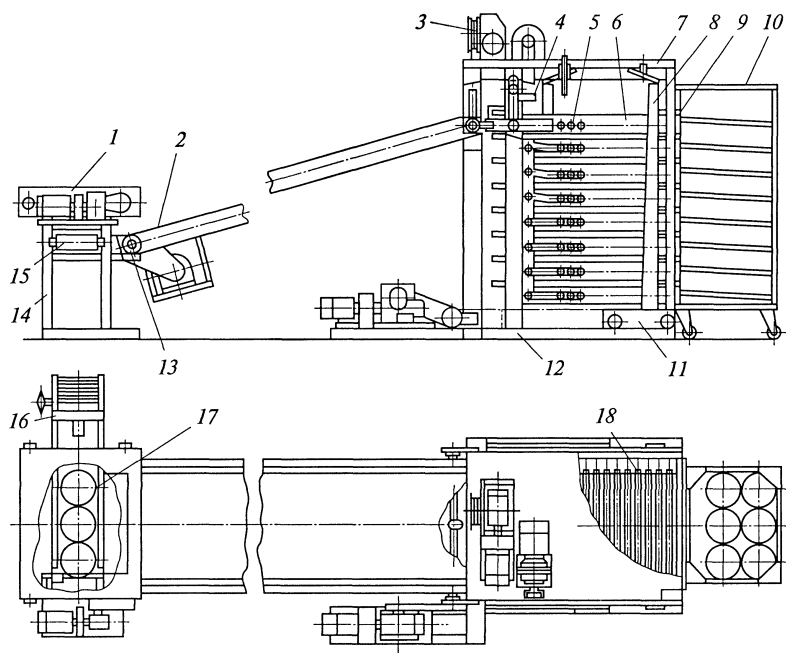


Рис. 3.54. Агрегат для укладки подового хлеба в безлотковые контейнеры

Агрегат для укладки хлеба в безлотковые контейнеры работает следующим образом. Подовый хлеб от печи поступает на ленточный конвейер 15, скорость ленты которого должна быть выше скорости ленты подающего конвейера. Этим достигается поштучное транспортирование хлеба к механизму отсчета 16. После подачи требуемого количества буханок, например трех, пересадчик 17 пересаживает сформированный ряд с ленты конвейера питателя 1 на ленту наклонного участка распределительного конвейера 2. Ряд батончиков направляется на горизонтальный участок конвейера к механизму отсчета рядов 4, а затем передается на приводные ролики 5 накопителя, которыми проталкивается на неприводные ролики 18. При накоплении требуемого количества рядов (например, трех) распределительный конвейер 2 перемещается на шаг, равный расстоянию между полками 6. Цикл загрузки повторяется до полного заполнения всех полок накопителя.

Механизм заталкивания 8 при накоплении хлеба в накопителе находится в промежуточном положении по отношению к краям полок. Как только накопитель заполнится хлебом, механизм за-

талкивания 8 перемещается в зону действия приводных роликов 5 и, реверсируя, толкателями 9 одновременно перемещает со всех полок накопленный хлеб на полки контейнера 10. При этом накопление хлеба на полках накопителя не прекращается. Заполненный контейнер откатывается, и на его место устанавливают порожний. Цикл повторяется. Приводы агрегата работают в автоматическом режиме по заданной программе.

Для учета количества готовой продукции в механизированных хлебохранилищах каждый хлебоукладочный агрегат снабжен счетчиком, на котором фиксируется путем подачи импульсов число заполненных контейнеров.

**Способы и режимы охлаждения хлебных изделий.** На завершающем этапе производства хлебные изделия охлаждаются в целях повышения их транспортабельности, а в отдельных случаях для обеспечения нормальных условий при резке и упаковке. Хлеб слабо выдерживает механические воздействия, особенно в первые часы после выпечки. В настоящее время получили распространение три способа охлаждения хлебных изделий: естественный, кондиционированным воздухом и вакуумный.

*Естественное охлаждение* — наиболее дешевый способ, однако он отличается длительностью (90...150 мин) и требует значительных производственных площадей.

При охлаждении имеет место потеря массы изделий от усыхания. Происходящие при хранении хлеба и хлебных изделий массообменные и коллоидные процессы вызывают снижение их качественных показателей (черствение).

При *использовании кондиционированного воздуха* продолжительность охлаждения сокращается. Подача воздуха от кондиционеров происходит по рециркуляционной схеме — горячий воздух, отбираемый в верхней зоне охлаждения, увлажняется и охлаждается в кондиционере, а затем возвращается в охладитель. Так как горячий хлеб теряет влагу более интенсивно, чем охлажденный, то воздух, подаваемый в охладитель, протекает сначала через зону наиболее охлажденного хлеба или подается двумя параллельными потоками в зону с горячим хлебом и в зону с хлебом пониженной температуры. При этом улучшается интенсивность охлаждения и уменьшается усушка хлеба.

Оптимальными параметрами воздушной среды для охлаждения хлебных изделий являются температура 15...18 °С и относительная влажность 90...95 %.

Самым экономичным способом сохранения свежести хлеба является устройство кондиционируемых камер для размещения вагонеток с хлебом. Закрытое кондиционируемое помещение предназначается для сохранения потребительских свойств хлебных изделий, снижения усушки, а также для создания нормального ритма поступления продукции в торговую сеть.

*Вакуумное охлаждение* основано на резком снижении температуры кипения воды при соответствующем разрежении. Продолжительность охлаждения при этом сокращается до 10... 15 мин. Особенно высок темп охлаждения горячего хлеба в начальный период вакуумирования, после достижения температуры мякиша 30 °С он уменьшается. При этом способе усушка увеличивается в 1,5... 2 раза.

Определение оптимального периода охлаждения хлебных изделий особенно важно при использовании упаковочной техники: это увеличивает сроки хранения при одновременном обеспечении хороших потребительских свойств и товарного вида.

Если упаковывать изделия в горячем виде, то влага скапливается внутри упаковки, что приводит к намоканию корки и потере товарного вида хлебной продукции.

Упаковывание совершенно холодного хлеба, который уже потерял значительное количество влаги в процессе остывания (усушка), также нецелесообразно, так как в таком хлебе заметно увеличивается скорость черствения.

Для изделий из ржаной и ржано-пшеничной муки массой 0,7 кг оптимальный срок выдержки перед упаковыванием составляет 90... 120 мин для формового хлеба и 80... 100 мин для подовых изделий; оптимальный срок охлаждения булочных изделий массой 0,3... 0,5 кг составляет 60... 70 мин.

Так как мелкоштучные булочные и сдобные изделия имеют небольшую массу (0,05... 0,2 кг), их остывание происходит довольно быстро — в течение 25... 40 мин после выхода из печи. Поэтому не всегда можно организовывать упаковывание таких изделий в оптимальные сроки. В связи с этим целесообразно использовать специальные небольшие камеры для охлаждения и выдержки мелкоштучных и сдобных изделий перед упаковыванием или покрывать лотки с мелкоштучными изделиями полимерной пленкой.

В настоящее время широко используется *охлаждение хлеба и хлебных изделий с помощью конвейерных охладителей*, оснащенных системами кондиционирования и приточно-вытяжной вентиляции. В этих конструкциях для перемещения хлеба используются люльки, закрепленные на цепном конвейере, или транспортирующие органы в виде гибкого стержневого конвейера.

Одним из эффективных способов сохранения свежести и качества изделий на продолжительное время является их *замораживание*. Для замораживания и хранения изделий на хлебозаводах оборудуются холодильные камеры, куда изделия, уложенные в лотки, доставляются на вагонетках. Замораживание и хранение изделий производятся при температуре от –18 до –23 °С. При этой температуре полностью сохраняется свежесть хлеба. Размораживание хлебных изделий производится в хлебопекарных печах или в хле-

бохранилище при обычной температуре окружающей среды. За-  
мораживание хлебных изделий связано со значительными капи-  
тальными затратами и характеризуется существенной энергоем-  
костью.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение траверсных тележек в схеме комплексной меха-  
низации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ?
2. В чем преимущества контейнерной доставки продукции?
3. Какого вида циркуляционные столы используются в хлебохранили-  
щах?
4. В чем преимущества пластмассовых лотков для хлебных изделий?
5. Каковы различия между укладкой батонов и укладкой формового  
хлеба?
6. Какие параметры воздуха следует считать оптимальными для ох-  
лаждения хлебных изделий?
7. В чем недостаток вакуумного способа охлаждения хлебных изделий?

## ГЛАВА 4

# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

К специализированному оборудованию макаронного производства относится следующее: для приготовления теста и формирования макаронных изделий; для резки и раскладки; для сушки; для накопления и стабилизации.

### 4.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА И ФОРМОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Приготовление и формирование теста для производства макаронных изделий происходят в шнековых макаронных прессах непрерывного действия, основными узлами которых являются дозаторы муки и воды, тестосмеситель, прессующий корпус с прессующей головкой и матрица. Каждый пресс оборудован системой вакуумирования.

Вначале мука, вода и различные обогатительные и вкусовые добавки в заранее заданном соотношении (с помощью дозаторов) поступают в тестосмеситель пресса и интенсивно перемешиваются там до получения однородной мелкокомковатой массы. В процессе перемешивания тесто вакуумируется, т. е. из него удаляется воздух, что позволяет, во-первых, получить макаронное тесто более плотной структуры, повысить механическую прочность высушенных изделий; во-вторых, это один из способов торможения реакции окисления фермента полифенолоксидазы кислородом воздуха и образования вещества темного цвета — меланина, который приводит к потемнению изделий. Вакуумирование теста происходит, как правило, в одной или двух последних камерах тестосмесителя, однако возможно вакуумирование и в шнековой камере (прессующем корпусе), хотя такой способ малоэффективен.

Из смесителя тесто поступает в шнековую камеру (прессующий корпус), где под действием вращающегося шнека оно постепенно уплотняется и перемещается в предматричную камеру, где пластифицируется под большим давлением и затем формируется через специальные матрицы.

Матрица, являясь основным рабочим органом пресса, представляет собой металлический диск (круглая матрица) или пря-

моугольную пластину (тубусная матрица) со сквозными отверстиями, профиль которых определяет форму и внешний вид изделий (трубка, нить, лента и т.д.).

Цель формования — придать макаронному тесту форму, характерную для данного вида изделий, которая сохранялась бы на последующих стадиях производства.

Помимо матриц к оборудованию для формования следует отнести шнек, прессующую головку и устройства, обеспечивающие равномерное формование по площади матрицы. Существующее оборудование обеспечивает два способа формования макаронных изделий — прессование и штампование; предпочтение отдается прессованию вследствие обеспечения производства более широкого ассортимента данным способом, исключения образования и возврата тестовых отходов, а в результате — сокращения производительности технологического оборудования.

Прессованием получают следующие типы макаронных изделий: трубчатые, нитеобразные, лентообразные и фигурные.

Штампованием изготавливаются только фигурные изделия плоской (треугольники, квадратики) или пространственной («бантики», «галстучки» и т.п.) формы. Процесс штампования заключается в высечке на штамповочной машине из плотно калиброванной тестовой ленты, отпрессованной через специальную матрицу, изделий необходимой формы.

После формования изделия обдуваются воздухом и подаются на разделку.

#### 4.1.1. Устройство и работа макаронных прессов

Прессы различаются конструкцией дозаторов, числом камер в тестомесильной машине и их расположением, числом прессующих шнеков, конструкцией прессующих головок, формой матриц и местом вакуумирования.

Основные типы дозаторов: муки — шнековые, ленточные и роторные; воды — роторные, поршневые и роторно-черпачковые.

Тестосмесители прессов в зависимости от продолжительности замеса и места вакуумирования могут иметь одну, две или три последовательно установленные камеры.

В прессах в зависимости от их производительности могут быть установлены один, два или четыре прессующих шнеков, а в зависимости от назначения может быть установлен тубус (для прямоугольных матриц) или головка (для круглых матриц).

**Пресс ЛПЛ-2М.** Схема макаронного пресса ЛПЛ-2М приведена на рис. 4.1. Пресс состоит из следующих основных узлов: дозирочного устройства, тестомесильной машины, узла привода, прессующего корпуса, прессующей головки, обдувочного уст-

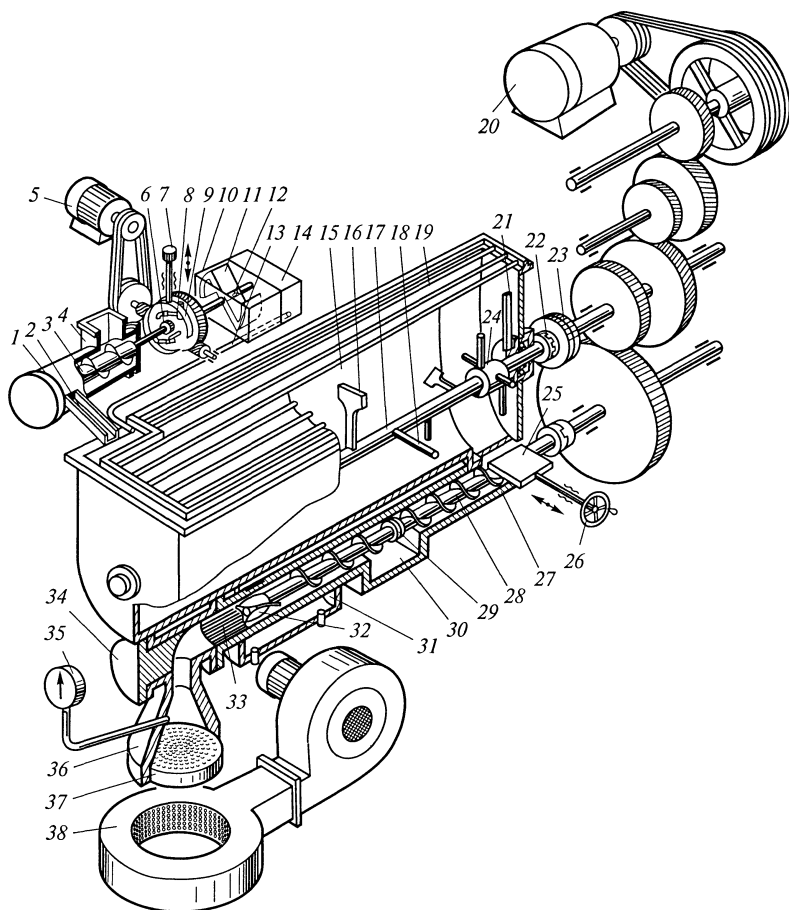


Рис. 4.1. Схема макаронного пресса ЛПЛ-2М

ройства и системы трубопроводов, механизма резки. Все перечисленные механизмы закреплены на станине пресса, которая представляет собой сварной каркас на четырех опорах, к которому крепится также площадка с перилами и лестницей для обслуживания пресса. С прессом комплектуется вакуумная система.

*Дозировочное устройство* расположено над тестомесильной машиной и включает в себя шнековый дозатор муки, черпачковый дозатор воды и специальное приводное устройство.

Шнековый дозатор имеет цилиндрический корпус 1 с загрузочной воронкой 4 и направляющим лотком 2 для поступления

муки в тестомесильную машину. Внутри корпуса установлен однозаходный шнек 3.

Черпачковый дозатор воды представляет собой емкость 10, внутри которой на полом вала вращается крыльчатка с карманами 11. Каждый карман при вращении крыльчатки принимает определенное количество воды, которая при ее повороте переливается через продольные отверстия полого вала 12 и сливается в отсек бачка 14. Отсюда через отвод вода по трубе 13 направляется в тестомеситель пресса.

Специальное приводное устройство действует следующим образом. Вращение привода от электродвигателя 5 через клиноременную передачу передается на входной вал червячного редуктора, который имеет два выходных вала, один из которых (полый) сообщает непрерывное вращательное движение ротору дозатора воды. Второй вал установлен с храповым колесом 6. На червячном колесе в осях закреплены два двуплечих рычага 8, одно плечо рычага прижимается пружиной и входит в зацепление с храповым колесом, на конце второго плеча имеется ролик. Величина угла поворота шнека дозатора регулируется рукояткой 7, связанной с полукольцом 9. При движении роликов по внутренней образующей корпуса червячного редуктора плечи рычагов входят в зацепление с храповым колесом и поворачивают вал шнека. При накатывании роликов на полукольцо плечи рычагов выходят из зацепления с храповым колесом и шнек не вращается. Частота вращения шнека дозатора муки регулируется в пределах  $0 \dots 24 \text{ мин}^{-1}$ .

Частота вращения вала дозатора воды составляет  $36 \text{ мин}^{-1}$ . Количество поступающей в тестомесильную машину воды зависит от уровня ее в бачке. Регулятор уровня выполнен в виде полого цилиндра с отверстием в боковой части. При повороте цилиндра отверстие располагается на определенном уровне, который и является уровнем воды в бачке. Излишек воды через отверстие в цилиндре поступает на слив.

*Тестомесильная машина* представляет собой однокамерную емкость 15 длиной 1500 мм из листовой нержавеющей стали. Внутри установлены: вал 17 диаметром 60 мм с укрепленными на нем в определенной последовательности рабочими органами, нож 21 для очистки торцевой стенки камеры от налипающего теста; одиннадцать пальцев 18 и пять лопаток 16 для обеспечения необходимого уровня теста в камере, его переработки и перемещения внутри камеры; толкатель 24 для обеспечения поступления теста в пресующий корпус.

Лопатки на валу тестомесильной машины устанавливаются под определенным углом, который выбирается при пуске пресса. Оптимальный угол наклона плоскости первых двух лопаток (в зависимости от заполнения корыта) к оси вала составляет  $60^\circ$ , следующих трех —  $40^\circ$ .

Количество теста, поступающего из месильной камеры в прессующий корпус, регулируется с помощью заслонки 25, движение которой осуществляется при помощи винта с маховичком 26.

Тестомесильная машина закрывается решетчатой крышкой 19, заблокированной с кулачковой муфтой вала машины. Открыть крышку можно только после выключения электродвигателя привода или разъединения муфты.

Вращение вала тестомесильной машины осуществляется от электродвигателя 20 с частотой вращения  $1450 \text{ мин}^{-1}$ , клиноременной передачи, трехступенчатого цилиндрического редуктора. Вал тестомесильной машины соединен с валом редуктора главного привода кулачковой муфтой 22 с блокировкой. Муфта состоит из зубчатых колес, полумуфты и рычага со штангой и фиксатором (на схеме не показаны). Зубчатые колеса соединены двухрядной цепью с шагом 19,05 мм. Частота вращения вала  $82 \text{ мин}^{-1}$ .

Прессующий корпус 27 представляет собой цилиндрическую трубу с двумя фланцами на концах. Одним фланцем корпус крепится к редуктору главного привода, другим — к прессующей головке. Внутри корпуса установлен однозаходный прессующий шнек 28 длиной 1400 мм, диаметром 120 мм, с шагом витка 100 мм с трехзаходным звеном 32 на конце. В средней части шнека имеется разрыв винтовой лопасти, в котором встроена шайба 29, обеспечивающая движение теста по перепускному каналу 30, из которого через вакуумный клапан с помощью вакуумного насоса отсасывается воздух из проходящего теста.

На внутренней поверхности прессующего корпуса по всей его длине аксиально расположены канавки 33, уменьшающие проворачивание теста при вращении шнека с частотой  $41 \text{ мин}^{-1}$ . В выходной части прессующего корпуса установлена сварная водяная рубашка 31, по которой циркулирует водопроводная вода для охлаждения прессующего корпуса.

Прессующая головка 36 предназначена для установки одной круглой матрицы 37 и представляет собой литую конструкцию куполообразной формы (внутренний объем до  $6 \text{ дм}^3$ ). На верхней торцевой части головки имеется отверстие, закрытое фланцем 34. Отверстие служит для выемки шнека из прессующего корпуса без снятия головки. На головке установлен манометр 35 для контроля давления прессования.

Обдувочное устройство 38 служит для предварительной подсушки макаронных изделий, выходящих из фильер формирующих отверстий матрицы. Устройство состоит из центробежного вентилятора с электродвигателем мощностью 0,8 кВт и частотой вращения  $2830 \text{ мин}^{-1}$ , обдувочного кольца с отверстиями диаметром 8 мм для прохода воздуха по его внутренней части. Отверстия располагаются в семь рядов по высоте. Расстояние между отверстиями по высоте 13,3 мм, по горизонтали 40 мм. Обдувочное кольцо

устанавливают под матрицей. В зависимости от скорости прессования продолжительность нахождения изделий в зоне обдувки при подвесном способе резки 5...6 с. За это время на поверхности изделия успевает образоваться подсушенная корочка, которая предотвращает склеивание макаронных изделий при их дальнейшей резке или транспортировке. Система трубопроводов предназначена для подвода и слива холодной и горячей воды, а также соединения прессующего корпуса с вакуумным насосом.

Вакуумная система пресса ЛПЛ-2М (рис. 4.2), предназначенная для удаления воздуха из тестовой массы и получения ее плотной консистенции, состоит из двухсекционного водокольцевого вакуум-насоса ВВН-1,5, системы трубопроводов и вакуумного клапана

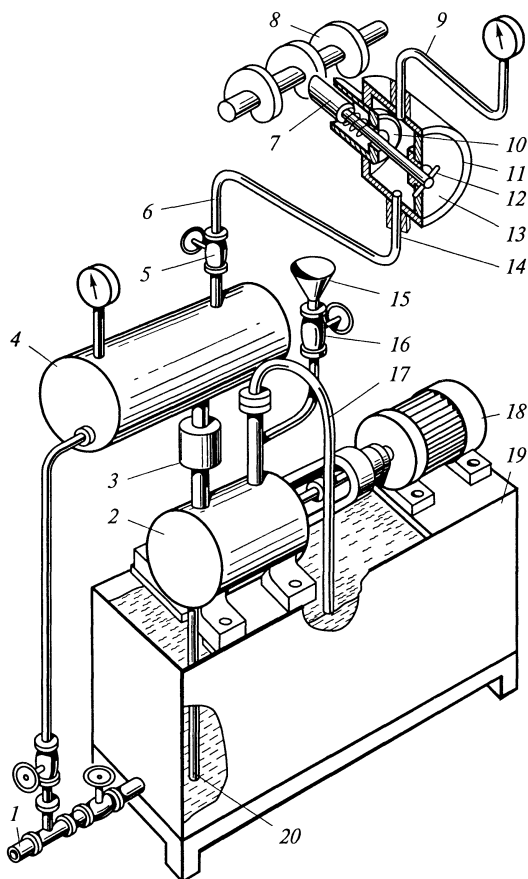


Рис. 4.2. Вакуумная система пресса ЛПЛ-2М

на, устанавливаемого на прессующем корпусе. Основными узлами вакуум-насоса являются цилиндрический корпус (статор) 2, вodoпылеотделитель (ресивер) 4, электродвигатель привода насоса 18 и бак-водосборник 19.

Статор представляет собой чугунный цилиндрический корпус, на торцах которого размещены лобовины — всасывающая и нагнетательная. К нижней части всасывающей лобовины присоединена труба 20, опущенная в бак-водосборник и предназначенная для подачи воды к насосу. В верхней части лобовины расположены всасывающее отверстие и обратный клапан 3. К нагнетательной лобовине присоединен трубопровод 17 для выброса из насоса смеси воды и воздуха. В верхней части выхлопной трубы находится воронка 15 с краном для заливки корпуса водой перед началом работы.

Вакуум-насос, электродвигатель и бак-водосборник устанавливают на фундаменте или металлической раме так, чтобы холодную воду можно было подавать в бак, а нагретую воду сливать в канализационную трубу 1. Вакуумный клапан соединяется с вакуум-насосом посредством трубопровода 6.

Перед пуском вакуумной системы водопроводную воду наливают в бак-водосборник до такого уровня, чтобы сливная труба находилась немного ниже уровня воды в баке. Затем в корпус насоса через воронку заливают воду до уровня оси вала ротора и закрывают вентиль 16.

После заполнения тестом шнекового корпуса включают привод вакуум-насоса и закрывают вентиль 5. Через 4...5 с после включения его постепенно открывают. Вакуумный клапан устанавливают в прессующем корпусе над перепускным каналом. Внутри корпуса вакуумного клапана 11 расположен палец 7 диаметром 25 мм для очистки витков шнека 8 от налипающего теста. Регулировка зазора между пальцем и наружной поверхностью шнека осуществляется с помощью рукоятки 12, поджимной пружины и накидной гайки 10. Для визуального наблюдения за работой вакуумного клапана в его торцевой части имеется смотровое окно 13, закрытое стеклом. В боковой части корпуса установлен штуцер 14 для подключения вакуум-насоса, с противоположной стороны — штуцер 9 для подключения вакуумметра.

Работа макаронного пресса осуществляется следующим образом. Мука из бункера самотеком непрерывно поступает в дозатор, из которого вращающимся шнеком подается в корыто тестомесильной машины. Одновременно вода температурой 40...60 °С из дозатора по трубе поступает в то место тестомесильной машины, куда подается мука. Расход воды на приготовление теста в зависимости от влажности муки составляет 80...90 л/ч, на охлаждение прессующего корпуса — 110 л/ч. При нормальной работе пресса тесто должно заполнить  $\frac{2}{3}$  вместимости корыта и иметь небольшой уклон по направлению к выходному отверстию.

Необходимый уровень заполнения корыта тестом достигается регулированием наклона плоскости концов лопаток к оси вала, которые отбрасывают определенную часть комочков теста в направлении от выходного отверстия к дозаторам. Отбрасывание комков теста оптимальных размеров в обратном направлении необходимо для обеспечения нормальной циркуляции теста, что увеличивает продолжительность его нахождения в корыте до 10 мин, способствует набуханию клейковины и лучшей обработке теста лопатками и пальцами.

Замешанная в виде комочков и крупинок тестообразная масса из корыта тестомесильной машины через отверстие в его нижней части направляется в прессующий корпус. При этом, регулируя заслонкой размер выходного отверстия, можно изменять количество теста, подаваемого в прессующий корпус, и тем самым изменять производительность пресса.

В прессующем корпусе тесто, продвигаясь, обтекает шайбу на шнеке и поступает в перепускной канал, который находится в центральной части прессующего корпуса. Из перепускного канала через вакуум-клапан удаляется воздух. Остаточное давление воздуха в прессующем корпусе составляет 10...20 кПа. Далее тесто продолжает продвигаться по прессующему корпусу, захватывается витками шнека, нагнетается в головку и затем продавливается через формирующие отверстия матрицы.

**Пресс ЛПШ-500.** Основными узлами шнекового макаронного пресса ЛПШ-500 являются дозировочное устройство, трехкамерная тестомесильная машина с приводом, прессующий корпус с приводом, прессующая головка для круглой матрицы с механизмом смены матриц и обдувочным устройством. Все перечисленные узлы закреплены на металлической станине, установленной на четырех опорах. На рис. 4.3 приведена схема этого пресса.

Пресс укомплектован механизмом резки, водокольцевым вакуум-насосом, вакуумметром, манометром для наблюдения за технологическим процессом, системой трубопроводов с баками постоянного уровня для холодной и горячей воды, устанавливаемых на 1,5...2 м выше уровня дозатора, и системой электрооборудования с пультом управления для регулирования технологического процесса. Конструкция его несколько отличается от конструкции предыдущего пресса и обеспечивает более плавную регулировку подачи ингредиентов в тестомесильную машину в заданном соотношении.

*Дозировочное устройство* расположено над верхней камерой тестомесильной машины и состоит из шнекового дозатора муки и роторного дозатора воды, совмещенных на одном полом вала.

Шнековый дозатор муки имеет корпус 12, внутри которого размещен один конец полого вала 11 длиной 430 и диаметром 60 мм. По наружной поверхности полого вала установлен одноза-

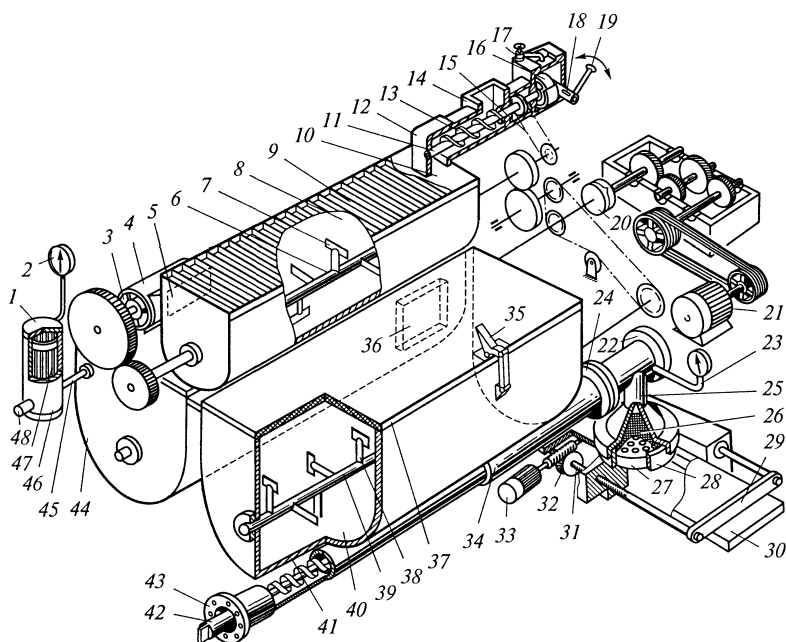


Рис. 4.3. Схема макаронного пресса ЛПШ-500

ходный шнек 13 диаметром 158 и шагом 70 мм. В верхней части дозатора муки находится приемный патрубок 14 для загрузки муки, в нижней — отверстие 10 для выхода муки.

Роторный дозатор установлен с противоположной стороны полой трубы. На корпусе дозатора размещены два вентиля 17 для подачи холодной и горячей воды и крыльчатка 16 специального профиля, подающая при вращении воду в пазы полого вала. Регулирование количества поступающей воды в тестомесильную машину осуществляется изменением ее уровня в емкости дозатора поворотом рукоятки 19, соединенной с валом, имеющим прорезь 18, и изменением частоты вращения полого вала храповым механизмом, конструкция которого такая же, как в прессах ЛПЛ-2М. Дозатор приводится в действие с помощью цепной передачи 15 от вала верхнего корыта тестомесильной машины; частота вращения шнека дозатора муки и роторного дозатора воды регулируется в пределах  $0 \dots 23 \text{ мин}^{-1}$ .

Тестомесильная машина пресса состоит из трех камер, габаритные размеры которых следующие: первой  $1400 \times 206 \times 293 \text{ мм}$ , второй и третьей  $1400 \times 328 \times 424 \text{ мм}$ . Первая месильная камера 8 расположена над второй 44 и третьей 40 и закрыта сверху решетчатой

крышкой 9 с блокировкой. В этой камере замешивается тесто с помощью месильных лопаток 7, установленных на месильном валу 6. Через окно 5 в боковой стенке камеры тесто направляется в вакуумный затвор 4, который обеспечивает необходимое остаточное давление воздуха при передаче теста во вторую и третью месильные камеры.

Вакуумный затвор 4 имеет роторный питатель 3 с двумя карманами объемом по 750 см<sup>3</sup>. Привод ротора осуществляется от вала первой камеры через зубчатую передачу. Частота вращения вала ротора вакуумного затвора 22 мин<sup>-1</sup>.

Вторая и третья камеры соединены между собой по потоку теста перегрузочным окном 36. Внутри камер, так же как и в первой, расположены месильные валы 39 с установленными на них в определенной последовательности лопатками и пальцами 38.

Крышки 37 обеих камер выполнены из прозрачного органического стекла, что дает возможность наблюдать за ходом процесса. Для уплотнения крышек установлены эксцентриковые зажимы 35, крышки также сблокированы с приводом. Месильные камеры изготовлены из листовой нержавеющей стали толщиной 1 мм с полированной поверхностью, контактирующей с продуктом.

Привод всех трех валов месильных камер осуществляется от электродвигателя 21 через клиноременную передачу, редуктор и систему цепных передач. Частота вращения вала первой камеры 75 мин<sup>-1</sup>, валов второй и третьей камер — 60 мин<sup>-1</sup>. Отключение привода от месильных валов осуществляется с помощью кулачковой муфты 20.

Паровоздушная смесь, образующаяся при замесе теста во второй 44 и третьей 40 камерах, через специальный фильтр 1 откачивается водокольцевым вакуум-насосом ВВН-1,5. Фильтр установлен в торцевой стенке камеры 44 у входного окна и состоит из корпуса 46 цилиндрической формы и двух фильтрующих поверхностей 47, размещенных внутри корпуса. Одна поверхность выполнена из гофрированной металлической сетки, другая — из ткани. Первая поверхность осуществляет грубую очистку паровоздушной смеси от мелких крошек теста, вторая — от частиц муки. На корпусе фильтра имеется патрубок 45 с фланцем для присоединения фильтра к корпусу корыта, патрубок для установки вакуумметра 2 и патрубок 48 для присоединения трубопровода к вакуумному насосу.

*Прессующий корпус* выполнен цельным из трубы Ст. 20 длиной 1989 и диаметром 166 мм, на концах которой установлены фланцы 24 и 43 для крепления прессующей головки и редуктора прессующего шнека. В зоне наибольшего давления прессующего корпуса (ближе к головке) имеется охлаждающая рубашка 34, выполненная в виде цилиндра диаметром 230 мм. В противополож-

ной зоне прессующего корпуса имеется окно 41 размерами 210×100 мм для поступления теста из третьей камеры тестомесильной машины. Внутри прессующего корпуса установлен однозаходный прессующий шнек 42.

*Прессующая головка 25* имеет куполообразную форму для одной круглой матрицы диаметром 350 мм. Один конец головки крепится к фланцу 24 прессующего корпуса, другой закрыт пробкой 22. К цилиндрической части головки присоединен манометр 23. Головка снабжена механизмом смены матриц, механизмом резки и обдувочным устройством (см. рис. 4.2).

Механизм смены матриц состоит из горизонтальной направляющей 30 для установки и приема матриц, электродвигателя 33, червячного редуктора 32 и двух тяговых винтов 31, соединенных с траверсой 29. Величина хода траверсы и центровки устанавливаемой матрицы регулируется двумя конечными выключателями. Включение механизма смены матриц заблокировано с положением режущих ножей относительно нижней плоскости матрицы: только при опущенных вниз на необходимое расстояние ножа можно включить электродвигатель механизма смены матриц. Скорость движения траверсы при выталкивании матрицы 0,0043 м/с.

*Система трубопроводов* состоит из четырех линий: для холодной и горячей воды, ее слива и вакуум-привода.

Холодная вода подается к дозатору для замеса теста и в рубашку прессующего корпуса для охлаждения теста, горячая вода — к дозатору для замеса теста. В линию слива поступают излишки неиспользованной воды от дозатора, а также вода из рубашки прессующего корпуса.

Работа пресса осуществляется следующим образом. В дозатор для муки подается мука, а в дозатор для воды из баков постоянного уровня — горячая и холодная вода. Контроль температуры воды, поступающей для замеса, осуществляется на входе в тестомесильную машину и регулируется двумя вентилями на дозаторе вручную путем изменения соотношения холодной и горячей воды. Температура воды, поступающей в тестомесильную машину, составляет 55...65 °С, расход воды на замес теста — 130 л/ч, на охлаждение прессующего устройства — 150 л/ч.

Тесто замешивается в трехкамерной тестомесильной машине. В первой камере происходят интенсивный предварительный замес теста в течение 6...8 мин и подача его через вакуумный затвор во вторую и третью камеры, которые работают под вакуумом. Остаточное давление воздуха при вакуумировании 20...30 кПа. Общая продолжительность процесса замеса около 20 мин, за это время обеспечивается необходимый промес теста до получения рыхлой, однородного цвета, без следов муки мелкокомковатой массы с размером комка в поперечнике 2...6 мм.

Из последней камеры тесто поступает в шнековую камеру, откуда шнеком подается в прессующую головку и затем формируется через матрицу. Следует отметить, что две скорости вращения прессующего шнека ( $17,5$  и  $23,5$  мин<sup>-1</sup>) позволяют изменять его производительность в зависимости от ассортимента изготавливаемых изделий.

Давление при формовании теста на прессах данной конструкции составляет  $9 \dots 12$  МПа.

В целях сохранения качества макаронных изделий и очистки формирующих фильер на производстве рекомендуется в течение суток проводить замену макаронных матриц в следующем порядке:

устанавливают стальное кольцо 28 с резиновым уплотнением в корпус механизма;

устанавливают матрицу 27 в обойму и на нее накладывают предохранительную сетку 26;

включением реверсивного электродвигателя 33 механизма отводят траверсу 29 от корпуса в крайнее правое положение;

устанавливают обойму с матрицей на стол для подачи матриц и включают обратное вращение вала электродвигателя; при движении траверсы обойма с матрицей занимает рабочее положение.

**Пресс ЛПШ-1000.** Пресс состоит из следующих основных узлов: дозирочного устройства, центробежного мукоувлажнителя, двухкамерной тестомесильной машины, двух прессующих корпусов и тубуса. Все сборочные единицы пресса установлены на площадке для обслуживания на высоте  $3390$  мм от пола. На рис. 4.4 приведена схема макаронного пресса ЛПШ-1000.

Пресс укомплектован двумя прямоугольными матрицами, водокольцевым вакуум-насосом со специальным фильтром, системой трубопроводов и электроарматурой с пультом управления. Контроль за ходом технологического процесса осуществляется при помощи амперметров, вакуумметров и манометров.

*Дозировочное устройство* (см. рис. 4.4) изготовлено в виде двух дозаторов роторного типа для муки и воды, каждый из которых снабжен приводом, состоящим из электродвигателя и червячного редуктора. Дозатор муки 2 представляет собой корпус с двумя отверстиями для патрубков 4 и 1 в верхней и нижней частях, через которые поступает и выходит мука. Внутри корпуса расположен четырехкарманный ротор 3 специального профиля.

Дозатор воды размещен параллельно дозатору муки и представляет собой корпус 5 прямоугольной формы, на котором установлена цилиндрическая труба 7 из прозрачного материала. В верхней и нижней частях ее укреплены датчики 6, ограничивающие верхний и нижний уровни поступающей воды. С помощью четырехкарманного роторного питателя 10 вода направляется по материалопроводу в центробежный мукоувлажнитель 11. Регулирование количества поступающей воды на замес теста осуществляется с помощью вентиля 8, установленного на материалопроводе.

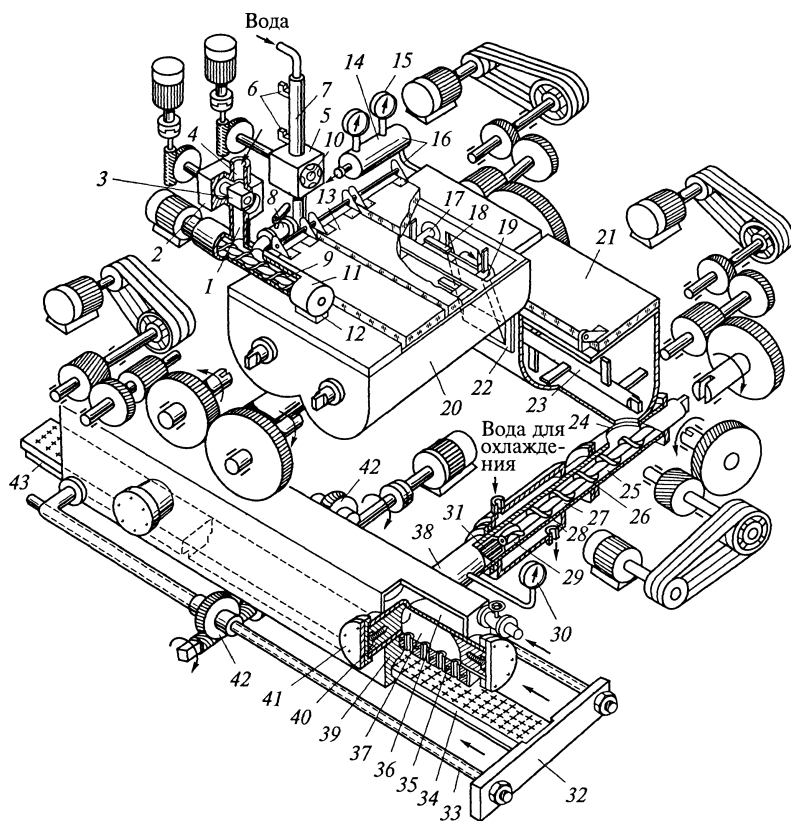


Рис. 4.4. Схема макаронного пресса ЛПШ-1000

Конструкция дозировочного устройства обеспечивает необходимую герметизацию в системе при поступлении компонентов в тестомесильную машину пресса, что позволяет замешивать тесто при остаточном давлении воздуха не менее 7...9 МПа.

Центробежный мукоувлажнитель 11, установленный над верхней камерой 20 тестомесильной машины, представляет собой цилиндрическую трубу длиной 750 мм, имеющую на противоположных концах два соединительных патрубка 1 и 12. Внутри трубы расположен однозаходный шнек 9, один конец которого с помощью специальной соединительной муфты соединен с валом электродвигателя, обеспечивающего вращение шнека с частотой 900 мин<sup>-1</sup>. Такая частота вращения шнека позволяет смешивать компоненты за короткий промежуток времени.

*Тестомесильная машина пресса* имеет две камеры. Верхняя камера 20 длиной 1700 и шириной 800 мм изготовлена из листовой нержавеющей стали. Внутри камеры установлено параллельно два вала 17 и 19 с укрепленными на нем месильными лопатками 18. Вращение валов с частотой 42 мин<sup>-1</sup> осуществляется от индивидуального привода, включающего электродвигатель с клиноременной передачей и системой зубчатых цилиндрических колес. В приводном устройстве предусмотрена блокировка для отключения месильных валов в процессе их работы. Сверху камера закрыта трехсекционной поворотной крышкой 13 из органического стекла, которая обеспечивает необходимую герметизацию внутри камеры и одновременно позволяет проводить визуальный контроль за процессом замеса теста. В одной из торцевых стенок камеры имеется сквозное отверстие, соединенное патрубком 22 с отверстием во второй нижней камере. Эта камера расположена перпендикулярно первой и также закрыта двухсекционной поворотной крышкой 21 из органического стекла. К торцевой стенке второй камеры крепится труба 16, соединенная с фильтром 14, через который вакуум-насосом откачивается паровоздушная смесь, образующаяся в процессе замеса теста. На корпусе фильтра установлены манометры 15 для визуального контроля за вакуумированием теста. Внутри камеры установлен вал 23 с лопатками, которые закреплены симметрично и под определенным углом, что позволяет равномерно распределять поступающее тесто на два противоположно направленных потока от центра к отверстиям в прессующих корпусах.

Вращение месильного вала второй камеры с частотой 62 мин<sup>-1</sup> осуществляется от электродвигателя с клиноременной передачей и одноступенчатого цилиндрического редуктора.

Два *прессующих корпуса* установлены под второй камерой с противоположных сторон и перпендикулярно оси месильного вала. В местах соединения камеры и прессующих корпусов имеются сквозные отверстия 24 для поступления тестовых потоков. Прессующий корпус представляет собой цилиндрическую трубу, составленную последовательно из двух секций 25 и 27 длиной соответственно 810 и 1170 мм. Секции имеют по два фланца на концах: два для крепления секций между собой и два крайних для крепления корпуса редуктора прессующего устройства и тубуса. Вторая секция прессующего корпуса снабжена водяной рубашкой 28, представляющей собой цилиндр диаметром 220 мм с двумя патрубками для подачи и слива воды, охлаждающей наружную поверхность прессующего корпуса в зоне наибольшего давления. По всей длине прессующего корпуса на его внутренней поверхности находятся аксиально расположенные канавки 31, предотвращающие проворачивание теста относительно внутренних стенок корпуса при вращении шнека. Внутри корпуса установлен однозаходный шнек 26

длиной 1955, диаметром 140 мм, с шагом винта 90 мм, на конце шнека закреплена трехзаходная насадка 29, обеспечивающая равномерность поступления тестового потока по сечению канала.

Вращение каждого шнека с частотой 21,5 и 31,5 мин<sup>-1</sup> (в зависимости от вырабатываемого ассортимента) осуществляется от двух индивидуальных приводов, включающих электродвигатель с клиноременной передачей и двухступенчатый цилиндрический редуктор.

Тубус 41 представляет собой сварную конструкцию, состоящую из трубы 37 диаметром 130 мм, двух соединительных патрубков 38 диаметром 148 мм, коллектора 35 и матрицедержателя 39. Коллектор состоит из 20 бронзовых втулок с внутренним диаметром 22 мм, предназначенных для равномерного распределения тестового потока по длине матриц. В корпус тубуса встроена масляная ванна 36 с электронагревателями мощностью 3,2 кВт для кратковременного подогрева теста в период пуска пресса и предохранитель 40, срабатывающий при давлении теста 16 МПа. Визуальный контроль давления формования осуществляется с помощью манометров 30, встроенных в соединительные патрубки.

Две прямоугольные матрицы длиной до 955 мм установлены встык с помощью матрицедержателя, который оборудован механизмом для их смены. Привод механизма осуществляется от электродвигателя и двух червячных редукторов, закрепленных с двух сторон относительно тубуса.

Замена матриц производится путем их выталкивания рейкой 32. Для этого новую матрицу 34 одним концом устанавливают на опорные плоскости матрицедержателя 39 в торец матрицы, которую необходимо заменить, другой конец матрицы упирается в рейку 32. После этого включают электродвигатель, и два зубчатых колеса 42 при вращении сообщают поступательное движение двум винтам 33, которые передвигают закрепленную с ними рейку. При этом устанавливаемая матрица двигает обе матрицы, находящиеся в матрицедержателе, выталкивает из камеры первую 43 и устанавливается на место второй. Замена второй матрицы производится аналогично.

#### 4.1.2. Устройство и работа матриц

Матрицы изготавливают из антикоррозийных прочных материалов, таких, как латунь ЛС59-1 (ГОСТ 15527—70), твердая фосфористая бронза БрАЖ9-4л и нержавеющая сталь 1Х18Н9Т (ГОСТ 5949—75). При отсутствии нержавеющей стали ее заменяют менее дефицитной хромистой сталью марок 2Х13 и 3Х13 (ГОСТ 5949—75).

**Виды матриц.** *Круглые матрицы* (рис. 4.5). Устанавливают в шнековых прессах для производства коротких изделий, так как ее форма

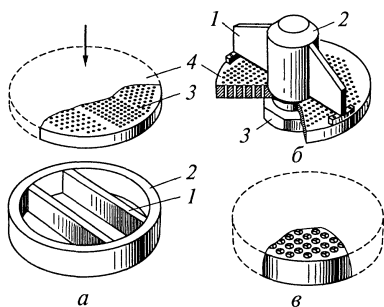


Рис. 4.5. Круглые матрицы:

- а — с подкладным колосником;  
 б — с накладным колосником;  
 в — высотой 60 мм

обеспечивает наиболее эффективную резку таких изделий; исключением является макаронный пресс ЛПЛ-2М, где круглая матрица имеет более широкое применение.

Размеры матрицы зависят от производительности пресса. В прессах ЛПЛ-2М используют матрицы диаметром 298 мм, в прессах ЛПШ — 350 мм, в прессах зарубежных фирм — 400 мм и более.

Высота матриц должна отвечать условиям прочности, так как в шнековых прессах матрицы постоянно испытывают вы-

сокое давление по всей площади — от 7 до 9 МПа. Это давление особенно возрастает в момент пуска пресса — до 10...14 МПа.

Матрицы диаметром 298 мм изготавливаются трех типоразмеров по высоте: 22, 28 и 60 мм. Первые две эксплуатируются со специальными опорными устройствами — колосниками. На производстве применяют колосники двух типов — подкладные и накладные.

В матрицах с подкладными колосниками (см. рис. 4.5, а) имеются две поперечные полосы 3, которыми матрицы устанавливаются на ребра 1 колосников. Диаметр обечайки 2 таких колосников равен диаметру круглой матрицы 4. Матрицы с подкладными колосниками имеют ограниченное применение, так как позволяют формовать изделия, которые режутся только в подвесном состоянии.

В матрицах с накладными колосниками (см. рис. 4.5, б) в центральной части имеется отверстие, в которое вставляется болт 2 с двумя поперечными ребрами 1. Матрица и ребра стягиваются гайкой 3.

Матрицы высотой 60 мм (см. рис. 4.5, в) имеют необходимую прочность и эксплуатируются без колосников. Такой тип матриц наиболее широко распространен.

*Прямоугольные двухполосные матрицы* (рис. 4.6) устанавливают в тубусах шнековых прессов для формирования длинных изделий с последующим развешиванием их на бастуны\*. Двухполосные матрицы применяют в прессах автоматизированных линий, где две пряжи отформованных изделий распределяются одновременно на

\* Полые алюминиевые трубы длиной 2...2,5 м, сплюснутые с боков для придания необходимой жесткости. В торцах трубы закреплены цапфы, с помощью которых бастун опирается на цепи конвейера.

два бастуна. Каждая полоса матрицы имеет по несколько рядов формующих отверстий. Число рядов зависит от размера поперечного сечения изделий: в матрицах для макарон особых диаметром 5 мм и лапши широкой сечением  $1 \times 4$  мм формующие отверстия в каждой полосе расположены в два ряда, для макарон соломка диаметром 3,5 мм — в три, для вермишели тонкой диаметром 1,8 мм — в семь рядов.

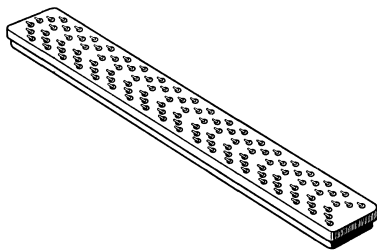


Рис. 4.6. Прямоугольная двухполосная матрица

Прямоугольные матрицы имеют длину 955... 1245 мм, ширину 100... 200 мм. Толщина матриц колеблется от 35 до 50 мм.

**Формующие отверстия макаронных матриц.** Формующие отверстия подразделяются на два вида: без вкладышей для формования нитеобразных и лентообразных макаронных изделий и с вкладышами для формования трубчатых изделий и некоторых видов фигурных изделий.

Из матриц с *формующими отверстиями без вкладыша* наибольшее распространение получили матрицы с вставками для производства вермишели и лапши. Их изготавливают из латуни, диаметром 298 и высотой 60 мм. В диске матрицы высверлены колодцы, внутри которых устанавливаются вставки, имеющие форму дисков диаметром 18 или 20 мм и толщиной 5... 10,5 мм. В каждой вставке просверлены отверстия различного профиля (рис. 4.7).

На рис. 4.7, *а* изображена дисковая вставка 1 для формования вермишели обыкновенной диаметром 1,5 мм. В круглой матрице 102 такие вставки, в каждой по 19 формующих отверстий, армированных фторопластом. Всего в матрице 1938 отверстий.

Дисковая вставка имеет фторопластовую прокладку 3 толщиной 4 мм и верхний диск 2, который защищает фторопласт от

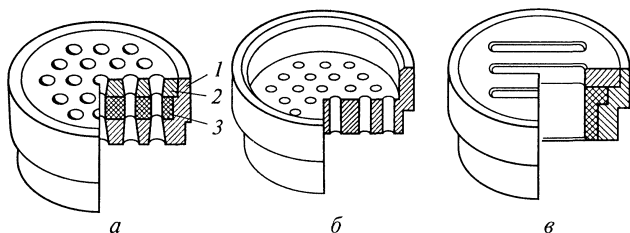


Рис. 4.7. Дисковые вставки макаронных матриц для формования:

*а* — вермишели обыкновенной; *б* — вермишели тонкой; *в* — лапши

Таблица 4.1

**Формующие отверстия матриц**

Размер сечения, мм	Число дисковых вставок	Число формующих отверстий в каждой вставке	Общее число формующих отверстий диаметром 298 мм в матрице
<i>Вермишель</i>			
1,5	102	19	1938
1,2	102	55	5610
2,5	114	10	1140
<i>Лапша</i>			
3 × 1	102	11	1122
3 × 1,6	120	5	600
5 × 1	102	11	1122
7 × 1,2	120	3	360
7,2 × 1,2	120	2	240

нагрузок и повреждений при попадании в колодец посторонних предметов.

Изображенная на рис. 4.7, б дисковая вставка имеет 55 отверстий диаметром 1,2 мм для формования более тонкой вермишели. У этой дисковой вставки более простая конструкция; она не армирована фторопластом. Матрицы для лапши мало чем отличаются от матриц для вермишели. Разница только в конструкции дисковых вставок (табл. 4.1). У дисковых вставок для лапши (см. рис. 4.7, в) формующие отверстия имеют в сечении форму прямоугольной щели с закругленными краями, чтобы изделия не рвались по длине.

Одним из основных требований, которому должны удовлетворять формующие отверстия, является наличие антиадгезионных свойств. Для формующих отверстий изготавливают специальные вставки из фторопласта-4. Кроме того, формующие отверстия можно полировать, хромировать, но это менее эффективно.

*Формующее отверстие матриц с вкладышами* состоит из двух основных элементов: многоступенчатого канала цилиндрической формы, высверленного в диске матрицы, и закрепленного в канале вкладыша.

На рис. 4.8 представлены формующие элементы в макаронных матрицах различных конструкций для получения трубчатых изделий. На рис. 4.8, а изображена конструкция формующего элемента, не армированного фторопластом. Пластифицированное тесто под большим давлением входит в цилиндрическую часть отверстия 5 наибольшего диаметра, рассекается опорами 4 вкладыша

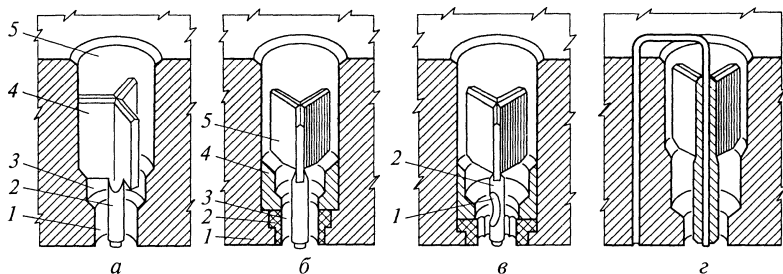


Рис. 4.8. Формующие элементы макаронных матриц различных конструкций:

- а* — не армированный фторопластом; *б* — с фторопластовым кольцом;  
*в* — для получения рожков рифленых; *г* — с трехопорным вкладышем, имеющим сквозное отверстие

на три потока и, обойдя их, поступает в более узкую переходную часть 3 канала, где три потока теста соединяются, предварительно уплотняются и, обтекая ножку 2 вкладыша, превращаются в трубку. Окончательное формование и уплотнение изделия происходят в формующей щели 1 матрицы.

На рис. 4.8, *б* показана конструкция формующих отверстий, имеющих фторопластовое кольцо 2 ступенчатого профиля, установленное на выступе 1 корпуса матрицы. Высота кольца соответствует высоте формующей щели 3. Над кольцом располагается металлическая втулка 4, которая предохраняет его от давления потока теста и поддерживает опоры 5 вкладыша.

Обе конструкции формующих элементов используются в круглых матрицах диаметром 298 мм для формования трубчатых макарон диаметром 5,5 и 7 мм, а также для формования рожков диаметром более 20 мм.

На рис. 4.8, *в* изображены формующие отверстия для получения рожков рифленых. В отличие от макарон рожки имеют изогнутую форму. Это достигается тем, что в ножке 2 вкладыша имеется выемка 1, в результате сопротивление выходу теста через формующее отверстие с этой стороны уменьшается, тесто выходит с большей скоростью и загибает трубку в противоположную сторону.

В прямоугольных матрицах формующий элемент имеет трехопорный вкладыш (см. рис. 4.8, *г*) со сквозным отверстием. Такая конструкция формующего элемента обеспечивает поступление воздуха внутрь макаронной трубки через высверленный канал в матрице и через металлическую трубку-вкладыш. Необходимость такой конструкции вызвана тем, что после формования через прямоугольные матрицы изделия развешиваются на бастуны. В этом случае в местах перегиба трубки на бастуне или при отрезании

макаронных прядей может возникнуть вакуум, вследствие чего трубчатые изделия могут слипнуться.

Число формирующих отверстий в матрицах диаметром 298 мм для формования трубчатых изделий приведено ниже.

<i>Трубчатые изделия</i>	<i>Диаметр изделий, мм</i>	<i>Число формирующих отверстий в матрице</i>
<b>Макароны:</b>		
особые .....	5,5 .....	600
обыкновенные .....	7 .....	420
<b>Рожки:</b>		
гладкие .....	3,6 .....	432
рифленные .....	5 .....	272
» .....	5,5 .....	214
гладкие .....	5,5 .....	278
особые .....	5,5 .....	600

**Основы технологического расчета макаронных матриц.** Производительность  $\Pi$  (кг/с) макаронной матрицы по сухим изделиям определяют по формуле

$$\Pi = v \rho_T f (100\% - W_T) / (100\% - W_{и}),$$

где  $v$  — скорость формования изделий из матрицы, м/с ( $v = 0,02 \dots 0,05$  м/с);  $\rho_T$  — плотность спрессованного теста, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_T = 1300 \dots 1350$  кг/м<sup>3</sup>);  $W_T$  и  $W_{и}$  — влажность соответственно теста и сухих изделий, % ( $W_T = 29 \dots 32\%$  и  $W_{и} = 12,5 \dots 13\%$ );  $f$  — площадь живого сечения матрицы, м<sup>2</sup>.

Площадь живого сечения матриц для трубчатых изделий  $f_T$ , вермишели  $f_B$  и лапши  $f_L$  определяют по следующим формулам:

$$f_T = n[\pi(d_H^2 - d_B^2)/4],$$

где  $n$  — число отверстий в матрице;  $d_H$  — диаметр формирующей щели, м;  $d_B$  — диаметр ножи вкладыша, м;

$$f_B = n\pi d_0^2 / 4,$$

где  $d_0$  — диаметр формирующего отверстия, м;

$$f_L = nla,$$

где  $l$  и  $a$  — соответственно длина и ширина формирующей щели, м.

**Мойка матриц.** Для мойки круглых и прямоугольных матриц предназначена универсальная машина ЛМН (рис. 4.9), состоящая из следующих основных узлов: поддона 9 со сливной трубой, механизма привода, качающихся сопловых устройств 3, бака-ловушки 11, насоса и системы трубопроводов с вентилями 1, 10.

Поддон 9 выполнен в виде замкнутого корытообразного профиля с откидывающейся крышкой и установлен внутри литой станины, которая придает необходимую жесткость и устойчивость всей маши-

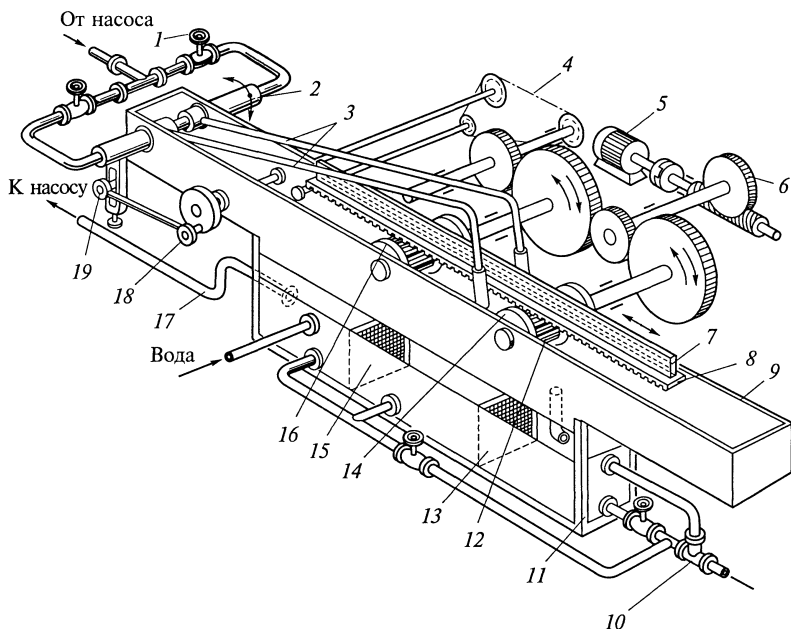


Рис. 4.9. Машина ЛМН для мойки матриц

не. Боковая поверхность станины с одной стороны образует корпус редуктора привода, с другой — опоры валов моющего механизма. Внутри поддона на горизонтально расположенных осях установлены два ролика 16 и 14, на которые ставят круглую или прямоугольную матрицу. На валу ролика 14 закреплено зубчатое колесо 12, с которым вводится в зацепление съемная зубчатая рейка 8. На рейке имеются упоры для закрепления прямоугольной матрицы 7.

Привод роликов осуществляется от электродвигателя 5 мощностью 0,4 кВт, с частотой вращения  $1400 \text{ мин}^{-1}$  через червячный редуктор 6 и систему шестерен. Привод имеет реверсивное управление. Реверс может быть автоматическим и ручным. Частота вращения круглых матриц  $1,16 \text{ мин}^{-1}$ , скорость возвратно-поступательного движения прямоугольных матриц  $15,8 \text{ мм/с}$ .

Автоматический реверс осуществляется при мойке прямоугольной матрицы, которая в крайних положениях через упоры с рычагами воздействует на конечные выключатели.

Внутри поддона по обеим сторонам роликов установлены два качающихся трубопровода с индивидуальным подводом от насоса. Привод качающихся сопловых устройств осуществлен от общего редуктора с помощью цепной передачи 4, эксцентрика 18 и кулисного механизма 19. Частота качаний сопловых устройств  $18,3 \text{ мин}^{-1}$ .

Бак-ловушка 13 имеет корытообразную форму, установлен под поддоном и разделен сетчатыми перегородками 13, 15 на три отсека. С одной стороны из бака по трубопроводу 17 забирается очищенная вода и насосом по трубопроводу 2 подается на оба качающихся сопла, с противоположной — по сливному трубопроводу загрязненная тестовыми отходами вода сливается в баки.

Электрооборудование машины включает в себя два электродвигателя для привода и насоса, пульт управления, конечные выключатели и систему монтажных проводов. Электродвигатели имеют независимое друг от друга управление. Пуск и остановка их осуществляются с пульта управления. На боковинах поддона имеется два конечных выключателя, заблокированных с приводом насоса. При поднятии крышки поддона двигатель насоса отключается и подача воды к соплам прекращается.

На машину для мойки устанавливают предварительно отмоченные матрицы. Перед началом работы из системы подогрева воды в бак-ловушку заливают чистую воду температурой 30...40 °С до уровня переливной трубы.

При мойке круглых матриц матрица вертикально ставится на приводные ролики и фиксируется ограничителем. С помощью кулисного механизма регулируется и устанавливается угол качания 25° соплового устройства из расчета охвата моющей струей не менее половины диаметра круглой матрицы.

При мойке прямоугольных матриц предварительно ставят зубчатую рейку, которую вводят в зацепление с приводным опорным роликом, а затем на рейке вертикально устанавливают и закрепляют матрицу. После этого ставят упоры, которые, воздействуя на конечные выключатели, осуществляют реверс привода, и рейка с матрицей совершает возвратно-поступательное движение. С помощью кулисного механизма регулируется угол качания соплового устройства. После выполнения отмеченных операций крышка поддона закрывается и включается насос.

Насос забирает воду из секции 15 бака-ловушки и подает ее на два сопловых качающихся устройства с обеих сторон матрицы. Очистка формирующих отверстий макаронной матрицы происходит силой водяной струи, выходящей из сопел под давлением, при этом матрица равномерно моется с двух сторон. Отработанная вода попадает в бак-ловушку и, пройдя последовательно все три отсека, очищается и вновь поступает к насосу.

В процессе использования вновь очищенной воды для мойки матриц загрязненная вода частично удаляется, а к заборному устройству подается чистая. Продолжительность мойки круглой матрицы 20 мин, прямоугольной — 30 мин. Расход моющей воды на одну круглую матрицу 15 л, на прямоугольную — 25 л.

**Правила содержания матриц.** Для содержания матриц в должном техническом состоянии на предприятиях имеются графики смены

матриц, их чистки, технического осмотра и ремонта. Каждая матрица закрепляется за определенным прессом и колосником, поэтому на матрице указывается номер прессы. Одна матрица находится в эксплуатации не более суток, после чего она подлежит замене.

Снимать матрицу с прессы следует только специальным съемником. При установке матрицы в кольцо прессы можно применять только деревянный молоток.

Для мойки матриц на предприятии предусмотрено моечное отделение, которое включает в себя следующее оборудование и инвентарь:

- машину для мойки матриц;

- ванну с гнездами для отмочки матриц. Гнезда расположены на высоте 150...200 мм от дна на расстоянии 150 мм одно от другого. К верхней части ванны подведен трубопровод для холодной и горячей воды. Для слива воды в канализацию предусмотрена труба с сеткой;

- световую подставку для проверки чистоты матрицы после мойки; специальный стеллаж или этажерку для хранения чистых матриц;

- шкаф с инструментом и запасными частями для ремонта матриц.

Матрицу опускают в ванну для отмочки и устанавливают на ребро. Температура воды в ванне 40...50 °С, продолжительность отмачивания 10...12 ч. После отмочки матрицу устанавливают в моечную машину. При осмотре необходимо обратить внимание на размеры и профиль отверстий и вкладышей. Вкладыши в формующих отверстиях должны быть плотно установлены, а ось вкладыша совпадать с осью отверстия. Края формующих щелей и вкладышей не должны иметь заусенцев.

Для технического осмотра и текущего ремонта вкладыши макаронной матрицы вынимают только в случае необходимости.

Удаление и центровка вкладышей производится специальной оправкой, изготовленной из бронзы БрАНС9-4 и имеющей форму трубки, наружный диаметр которой принят в соответствии с наружным диаметром формующей щели –0,02 мм, а внутренний диаметр — в соответствии с диаметром ножки вкладыша +0,02 мм. Оправка концом упирается в опоры (заплечики) вкладыша, который выжимается из отверстия матрицы.

### 4.1.3. Техническое обслуживание прессов

Техническое обслуживание шнековых макаронных прессов включает в себя следующий перечень эксплуатационных мероприятий: подготовка прессы к работе, пуск и выход на рабочий режим, правила эксплуатации и безопасный режим работы.

Для *подготовки пресса к работе* необходимо:

проверить наличие смазки во всех трущихся частях;

залить до необходимого уровня редукторы главного привода, дозатора и тестомесильной машины маслом марки «индустриальное 30»;

провести шприцевание штуцеров, смазать посадочные поверхности предохранителей и остальных узлов пресса маслом марки «солидол УС-2 (Л)»;

проверить состояние механизмов управления маслопроводов и смазочных устройств, ограждений и контрольно-измерительных приборов;

проверить действие и надежность механизмов блокировки крышек тестомесильной машины;

прекратить подачу воды на охлаждение прессующих устройств;

установить на место прессующие шнеки, предварительно смазав их растительным маслом.

Для *пуска и выхода пресса на рабочий режим* необходимо:

закрыть задвижку выходного отверстия тестомесильной машины;

включить подачу теплой воды в рубашки шнековых камер;

включить привод тестомесильной машины и дозаторов и отрегулировать подачу муки и воды по заданной технологии, установить необходимую температуру воды;

наполнить тестом камеры до уровня валов и включить привод прессующих шнеков;

включить привод вакуум-насоса и открыть задвижку;

проверить влажность теста, выходящего из прессовых головок или коллектора тубуса, и при необходимости провести дополнительную регулировку дозатора; запрещается работать при влажности теста ниже 29 %;

установить в прессующие головки матрицы (тубус), смазав их растительным маслом;

включить приводы обдувочных устройств и режущих механизмов; после 20...30 мин работы пресса в рубашку прессующего корпуса подать водопроводную воду.

Нормальный рабочий режим работы пресса обеспечивается при давлении формования 5,5...7 МПа для прессов ЛПЛ-2М; 9...12 МПа для прессов ЛПШ при остаточном давлении в вакуумных устройствах 0,6...0,8 МПа и температуре охлаждающей воды на выходе из рубашек 25...35 °С.

*Правила эксплуатации шнековых макаронных прессов* предусматривают выполнение следующих мероприятий:

1) наблюдение за нормальным режимом работы пресса; при отклонении параметров от установленных норм следует определить причину и немедленно устранить ее;

2) наблюдение за давлением формования: если оно достигнет верхнего допустимого предела, необходимо остановить пресс и

выяснить причину (чаще всего это наблюдается при работе с тестом низкой влажности или холодным тестом, а также при засорении каналов матриц); если произойдет понижение остаточного давления в вакуумной камере (вакуумном корыте), следует сменить фильтр;

3) наблюдение за работой дозатора, температурой воды, поступающей на замес, постоянным уровнем теста в камерах тестомесильной машины, за влажностью и структурой теста. Если тесто плохо перемешивается, имеет крупнокомковатую структуру, необходимо при остановленном прессе изменить угол поворота лопаток;

4) наблюдение за остановками прессов: кратковременные остановки пресса не должны превышать 30 мин; при длительных остановках пресса (на время свыше 30 мин и до 1 сут) необходимо:

установить в нулевое положение ручку храпового вариатора дозатора муки и воды;

удалить остатки теста из камер и переходных отверстий тубуса, смазать внутренние поверхности камер растительным маслом (очистку и смазку проводить только после отключения питания пресса!);

снять матрицы, сетки, решетки и уплотнения, очистить их снаружи от теста и направить на мойку;

выбрать тесто из внутренней полости прессовых головок или коллекторов тубусов, а видимую оставшуюся поверхность теста смазать растительным маслом.

При остановках пресса на время свыше суток необходимо дополнительно снять фланцы с прессовых головок или тубусов, извлечь прессующие шнеки, тщательно очистить от теста все поверхности, соприкасающиеся с ним, и смазать растительным маслом.

Основные *правила безопасной работы шнековых прессов* заключаются в следующем:

ежедневно проверять исправность механизмов блокировки открывания крышек камер;

при работе пресса не производить какой бы то ни было ремонт, смазку или очистку движущихся механизмов, не снимать ограждения и детали, не касаться движущихся частей;

пресс должен быть надежно заземлен, все пусковые электроприборы и проводка должны находиться в исправном состоянии;

осмотр и ремонт электродвигателей, пусковой аппаратуры и электропроводки следует проводить только при выключенном питании;

все защитные ограждения и кожухи пресса всегда должны быть на своих местах и в исправном состоянии;

для обслуживания пресса площадка с перилами и лестница должны быть исправны и содержаться в чистоте.

В процессе эксплуатации пресса текущий ремонт необходимо проводить не реже одного раза в 6 мес, капитальный — один раз в 3 года и постоянно согласно установленному графику проводить межремонтный осмотр пресса.

#### 4.1.4. Основы технологического расчета макаронного прессы

Производительность шнекового дозатора муки  $\Pi_m$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_m = \frac{\pi(D^2 - d^2)sn\rho_n f}{4},$$

где  $D$  — наружный диаметр спирали шнека, м;  $d$  — диаметр вала шнека, м;  $s$  — шаг шнека, м;  $n$  — частота вращения шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\rho_n$  — насыпная плотность муки,  $\text{кг/м}^3$ ;  $f$  — коэффициент заполнения ( $f = 0,8$ ).

Производительность дозатора воды  $\Pi_v$  (л/с) определяют по формуле

$$\Pi_v = V_k n_d K,$$

где  $V_k$  — вместимость одного кармана (черпака), л;  $n_d$  — число отмериваемых доз в секунду;  $K$  — коэффициент заполнения кармана водой ( $K = 0,4 \dots 0,5$ ).

Производительность тестомесильной машины  $\Pi_t$  (кг/с) любого прессы можно рассчитать по формуле

$$\Pi_t = [(100\% - W_t)/(100\% - W_n)](V\rho_t K_3/\tau),$$

где  $W_t$  — влажность теста, % ( $W_t = 29 - 31\%$ );  $W_n$  — влажность изделий, % ( $W_n = 13\%$ );  $V$  — вместимость месилки,  $\text{м}^3$ ;  $\rho_t$  — насыпная плотность теста,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho_t = 700 \dots 730 \text{ кг/м}^3$ );  $K_3$  — коэффициент заполнения месилки тестом ( $K_3 = 0,5$ );  $\tau$  — продолжительность замеса, с ( $\tau = 9 \dots 18 \text{ с}$ ).

Производительность прессы характеризуется количеством теста, подаваемого шнеком к матрице в единицу времени, и пропускной способностью матрицы.

Фактическую производительность нагнетающего шнека  $\Pi_\phi$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_\phi = mR(R_2^2 - R_1^2) \left[ s - \frac{b_1 + b_2}{2 \cos \alpha} n \rho_0 K_3 K_y K_n \right],$$

где  $m$  — число заходов шнека;  $R$  — число шнеков;  $R_2, R_1$  — соответственно наружный и внутренний радиусы шнека, м;  $s$  — шаг винтовой лопасти шнека, мм;  $b_1, b_2$  — ширина винтовой лопасти шнека в нормальном сечении соответственно по внутреннему и наружному радиусам, м;  $\alpha$  — угол подъема винтовой линии лопасти по среднему диаметру шнека, град;  $n$  — частота вращения шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\rho_0$  — масса теста в  $1 \text{ м}^3$  [ $\rho_0 = (1,33 - 1,45)10^3 \text{ кг}$ ];  $K_3$  — коэффициент заполнения полости шнека тестом (для шнека диа-

метром 120 мм  $K_z = 0,25 \dots 0,74$ );  $K_y$  — коэффициент, учитывающий степень уплотнения теста ( $K_y = 0,51 \dots 0,56$ );  $K_n$  — коэффициент, характеризующий подачу теста шнеком ( $K_n = 0,9 \dots 1$ ).

Угол  $\alpha$  подъема винтовой линии лопасти по среднему диаметру шнека рассчитывают по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = S/(\pi R_{\text{ср}}),$$

где  $S$  — шаг винтовой лопасти, м;  $R_{\text{ср}}$  — средний радиус шнека, м ( $R_{\text{ср}} = (R_1 + R_2)/2$ , где  $R_1$  и  $R_2$  — соответственно внутренний и наружный радиусы шнека, м).

### Контрольные вопросы

1. Какие основные элементы включает в себя пресс ЛПЛ-2М?
2. Для каких целей предназначена вакуумная система пресса?
3. Каковы основные различия прессов ЛПШ-500 и ЛПЛ-2М?
4. Какие матрицы устанавливаются на прессах ЛПЛ-2М, ЛПШ-500 и ЛПШ-1000?
5. С какой целью используются колосники?
6. В чем различия формующих элементов в матрицах?
7. Каковы основные правила содержания матриц?
8. Каковы основные элементы в машине для мойки матриц?

## 4.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ И РАСКЛАДКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

После формования макаронные изделия поступают на разделку. Этот участок технологического процесса включает в себя операции резки и раскладки. От того, как проведены резка и раскладка сырых изделий, зависят их форма, качество и продолжительность процесса сушки. Нарезанные макаронные изделия в соответствии со стандартом должны быть одинаковы по длине, иметь прямую форму, срез должен быть ровным, без загибов и заусенцев.

**Оборудование для резки.** Оборудование для резки коротких макаронных изделий можно разделить на два типа: механизмы для резки макаронных изделий по диску матрицы и механизмы для резки коротких макаронных изделий по ножевой решетке (в подвешенном состоянии).

Механизмы для резки коротких макаронных изделий по диску матрицы устанавливают непосредственно под матрицей и крепят к станине пресса. Режущее устройство механизма имеет один или несколько ножей, прижатых к матрице, которые, вращаясь, отсекают отформованные изделия. Частота вращения ножа (ножей) изменяется с помощью вариатора скоростей в зависимости от скорости формования изделий. Такие механизмы применяются для

резки различных фигурных (рожки, ракушки) и мелких изделий (суповых засыпок).

Механизмы для резки коротких макаронных изделий по ножевой решетке устанавливают под матрицей на полу, между опорами пресса. Процесс резки осуществляется в подвешенном состоянии после того, как отформованные изделия проходят вертикальный участок (500...600 мм) под матрицей.

Данный способ в основном используется для резки «перьев», лапши, вермишели, так как в этом случае изделия после резки имеют прямолинейную форму, что обеспечивает их лучшее фасование.

*Универсальный режущий механизм УРМ* (рис. 4.10) относится к первому типу механизмов для резки и устанавливается на шнековых макаронных прессах с круглыми матрицами диаметром 298 мм. Механизм состоит из ножевой головки и привода. Привод смонтирован на общей сварной раме 11 и включает электродвигатель 10 с вариатором 8 и коробку скоростей 5. Вращение вала электродвигателя с помощью вариатора и клинового ремня передается на коробку скоростей, которая имеет подвижный блок зубчатых колес, позволяющих при переключении рукоятки 6 получать три различные скорости вращения, которые через коническую пару передаются на вертикальный вал коробки скоростей.

Ножевая головка представляет собой шкив 2 с четырьмя спицами, к которым крепятся на специальных шарнирах ножи 1. Конструкция шарниров обеспечивает равномерное прижатие лезвия ножа к нижней плоскости матрицы. Шкив с ножами вращается относительно вертикальной оси головки на двух шарикоподшипниках. С помощью этой же оси ножевая головка ввертывается в

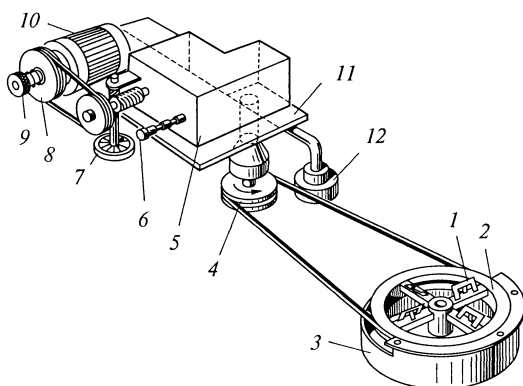


Рис. 4.10. Универсальный режущий механизм УРМ

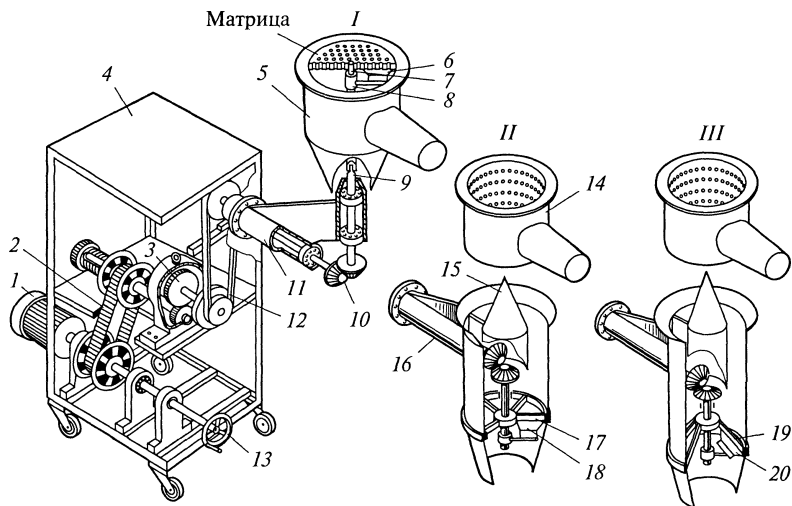


Рис. 4.11. Универсальная режущая машина ЛПС

центр матрицы пресса или в центр стяжки колосника, для чего в центре стяжки или матрицы высверливается отверстие с левой резьбой М20.

Ножевая головка приводится в движение клиноременной передачей от приводного шкива 4, расположенного на вертикальном валу коробки скоростей. Для регулирования натяжения клиноременной передачи служит ролик 12, который установлен на поворотном кронштейне, закрепленном на раме привода.

Ограждение 3, закрывающее ножевую головку, предназначено также для направления сырых изделий к обдувочному устройству пресса.

Необходимое число срезов изделий в минуту устанавливается с помощью коробки скоростей, вариатора и ножей, установленных на ножевой головке. При этом окончательная регулировка вариатором с помощью штурвала 7 и гайки 9 может легко производиться на ходу. Минимальное число срезов изделий в минуту составляет при одном ноже 18, при двух — 36 и при четырех — 72. Максимальное число срезов четырьмя ножами 2100.

Универсальная режущая машина ЛПС (рис. 4.11) относится ко второму типу механизмов для резки, устанавливается с прессом ЛПЛ-2М и предназначена для резки всех видов коротких макаронных изделий как по диску матрицы, так и в подвесном состоянии. Машина состоит из передвижного корпуса 4 и трех сменных режущих головок: I — для резки по диску матрицы фигурных и мелких макаронных изделий; II — для резки вермишели и лапши

в подвешенном состоянии; *III* — для резки «перьев» в подвешенном состоянии. Все головки крепятся к передвижному корпусу 4 с помощью кронштейнов 11 и 16, установленных на соответствующих головках. Сверху к установке крепится обдувочное кольцо 5 (14) с патрубками для подачи воздуха, обдувающего пряжи макаронных изделий после их выхода из матрицы.

Внутри передвижного корпуса расположен приводной механизм, включающий электродвигатель 1 с вариатором 2 скоростей, одноступенчатую цилиндрическую 3 и клиноременную 12 передачи. Изменение частоты вращения выходного вала привода осуществляется с помощью вариатора скорости, штурвал 13 которого выведен за пределы корпуса.

Режущая головка, установленная по диску матрицы, верхней частью ввертывается при помощи винта 7 (резьба левая) в центр матрицы так, чтобы консольно закрепленный с помощью кронштейна 8 нож 6 свободно скользил по нижней плоскости матрицы. Частота вращения ножа регулируется в пределах 18...675 мин<sup>-1</sup>. При необходимости в головке можно дополнительно устанавливать до четырех ножей. Нижняя часть головки при помощи карданной передачи 9 и конического редуктора 10 соединяется с приводным механизмом.

Для замены головки при резке вермишели и лапши в подвешенном состоянии предыдущую режущую головку вместе с карданным валом отделяют от выходного вала кронштейна. На верхнем конце кронштейна устанавливают разделительный конус 15, а к нижней части кронштейна при помощи болтов прикрепляют головку для резки вермишели и лапши. На вертикальном валу головки консольно установлен кронштейн с одним ножом 18, который при вращении скользит по кромкам противорежущих граней 17, срезая при этом пучки вермишели и лапши определенной длины. Пряжи отформованных макаронных изделий после формирования обдуваются воздушным потоком, распределяемым с помощью обдувочного кольца 14, которое устанавливается вместо предыдущего.

Для резки макаронных изделий типа «перья» головку ставят в соответствующую сменную решетку. На вертикальном валу, который также установлен консольно, закреплен кронштейн с одним ножом 20, скользящим по нижним кромкам противорежущих граней 19 и срезающим пучки прядей трубок определенной длины. Срез концов трубок при этом получается косой (под углом 45°). Затем короткие макаронные изделия подаются для раскладки.

**Оборудование для раскладки коротких макаронных изделий.** Для раскладки коротких макаронных изделий на ленты конвейерных сушилок используют маятниковые или ленточные раскладчики.

*Маятниковые раскладчики* представляют собой цилиндрическую трубу или ленточный конвейер, устанавливаемые над верх-

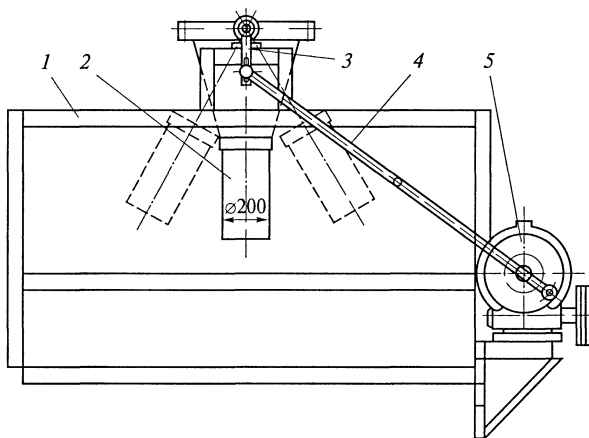


Рис. 4.12. Маятниковый раскладчик

ней лентой сушилки. При распределении продукта раскладчики совершают качательные движения относительно сушильной ленты. В зависимости от технологической схемы, принятой на предприятии, используют маятниковые раскладчики различных конструкций.

Маятниковый раскладчик, изображенный на рис. 4.12, представляет собой загрузочную воронку с трубой 2, укрепленную на осях в подшипниковых узлах. Качание раскладчика относительно горизонтальной оси осуществляется от электродвигателя, клиноременной передачи через червячный редуктор 5 и кривошипно-шатунный механизм 4. Рычаг 3 привода имеет прорези. Изменяя с помощью перестановки плечо рычага, можно регулировать амплитуду качания раскладчика. Частоту качания раскладчика подбирают с помощью сменных шкивов. Привод и раструсчик устанавливают на сварной раме 1, которая крепится над верхней лентой сушилки.

*Ленточные раскладчики* служат для равномерного распределения изделий по всей ширине ленты. Ленточный раскладчик (рис. 4.13) имеет кроме загрузочной воронки 6 ленточный конвейер 8 с индивидуальным приводным устройством, закрепленным на общей раме 12.

Ленточный конвейер 8 шириной 500 мм имеет приводной 10 и натяжной 14 валы. Натяжение ленты осуществляется с помощью винтового устройства 9. Привод конвейера обеспечивает одновременно движение ленты со скоростью 0,6 м/с и качательное движение с амплитудой 53...59° в горизонтальной плоскости. Вращение приводного барабана конвейера осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу 11 на вал 10. С противо-

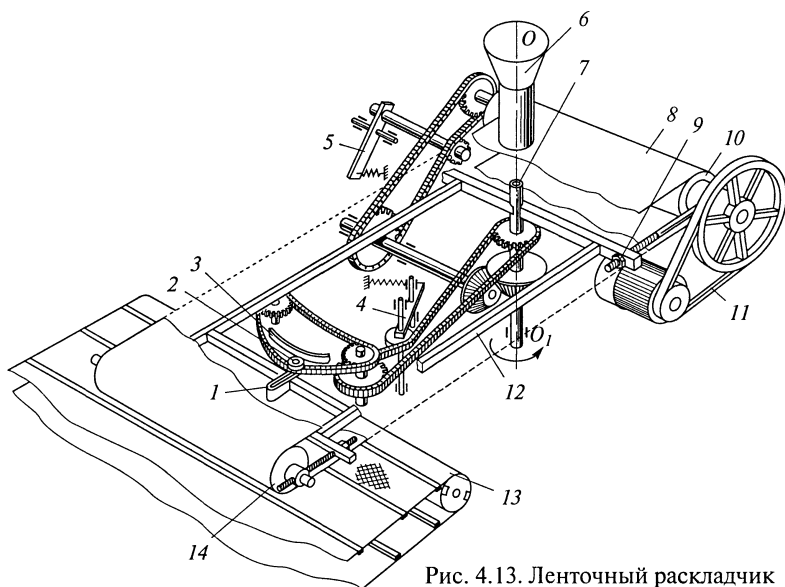


Рис. 4.13. Ленточный раскладчик

положного конца вала приводного барабана через цепную передачу с натяжным устройством 5 и конический редуктор вращение передается на вертикальный вал 7. От него с помощью двух последовательно установленных цепных передач и водила 1 движение передается кронштейну. Возвратно-поступательное движение водила осуществляется с помощью цепи, на одном из звеньев которой закреплен ролик 2, перемещающийся по направляющей 3. Жесткое крепление кронштейна водила к раме конвейера обеспечивает его качание в горизонтальной плоскости.

Амплитуду качания конвейера можно изменить путем перестановки сменной звездочки, которая при сушке короткорезанных изделий должна иметь 12 зубьев, при сушке штампованных — 25; натяжение цепи регулируется с помощью натяжного устройства 4.

При установке звездочки с большим числом зубьев ленточный конвейер совершает в минуту примерно вдвое меньше двойных ходов и соответственно штампованных изделий поступает в сушилку примерно в два раза меньше в единицу времени, чем короткорезанных.

Конструкция ленточного раскладчика позволяет регулировать ширину распределения продукта на ленте 13 сушилки путем совместного перемещения оси  $OO_1$ ; приближение к ней увеличивает сектор распределения поступающего на ленту продукта, а удаление — уменьшает.

Производительность ленточного раскладчика  $\Pi_{\text{л}}$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_{\text{л}} = F\rho_{\text{н}}v,$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения продукта на ленте,  $\text{м}^2$ ;  $\rho_{\text{н}}$  — насыпная плотность продукта,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ( $\rho_{\text{н}} = 581 \dots 637 \text{ кг}/\text{м}^3$ );  $v$  — скорость движения ленты,  $\text{м}/\text{с}$ .

**Оборудование для резки, раскладки и съема длинных макаронных изделий.** К установкам этого типа относятся двойной саморазвес для резки сырых изделий и машина для съема и резки сухих изделий.

*Двойной саморазвес* позволяет осуществлять одновременно несколько функций: развешивать макаронные пряди, выпрессованные из тубусных матриц пресса, одновременно на два бастуна; отсекать пряди от основного потока и подравнивать их концы; передавать бастуны с сырыми изделиями в предварительную сушилку. Устройство саморазвеса обеспечивает возвращение обрезков сырых изделий в тестомесильную машину для вторичной переработки.

В корпусе саморазвеса (рис. 4.14) размещены три цепных конвейера (вертикальный 1, основной 4 и горизонтальный 9), три пары ножей (отрезных 7, подрезных 2 и подравнивающих 10), два шнека 11, обдувочное устройство 8 и пневмотранспортер сырых обрезков (на рисунке не показан).

Корпус саморазвеса выполнен из двух металлических боковин, установленных вертикально и соединенных стяжками, валами цепных конвейеров и корпусами шнеков. Каждый конвейер состоит из двух цепных контуров, симметрично расположенных на правой и левой боковинах 6 корпуса. На цепях конвейера закреплены с определенным шагом захваты, перемещающие бастуны 5.

Вертикальный конвейер служит для захвата и подъема бастунов с конвейера возврата 12 и передачи их в накопитель 3 саморазвеса. На этом пути бастуны подогреваются двумя специальными электронагревателями для исключения прилипания к ним сырых макаронных изделий.

Основной конвейер имеет две ветви — вертикальную и горизонтальную — и предназначен для захвата из накопителя по одному бастуну и передачи его на исходную позицию, где осуществляется развешивание макаронных прядей одновременно на два бастуна.

Горизонтальный конвейер служит для передачи бастунов с изделиями с горизонтальной ветви основного конвейера в предварительную сушилку.

Два отрезных ножа, предназначенных для отсечения пряди изделий от общего потока, выполнены в виде стальных пластин, закрепленных с двух сторон на вращающихся дисках. Неподвижный нож, выполняющий функцию противорежущей грани, за-

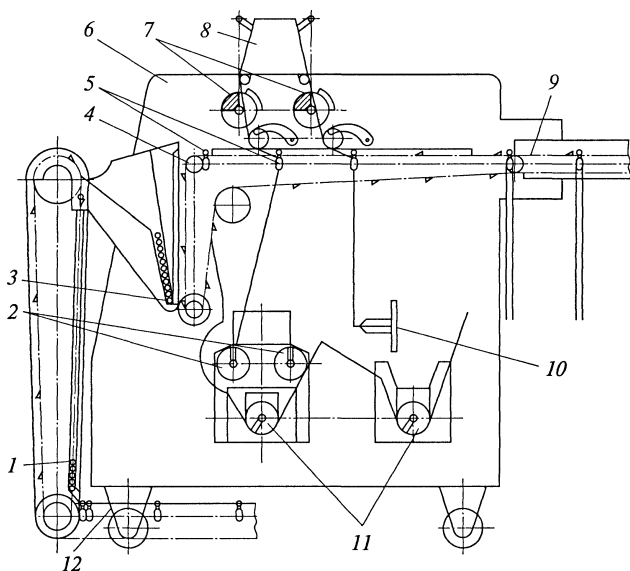


Рис. 4.14. Двойной саморазвес

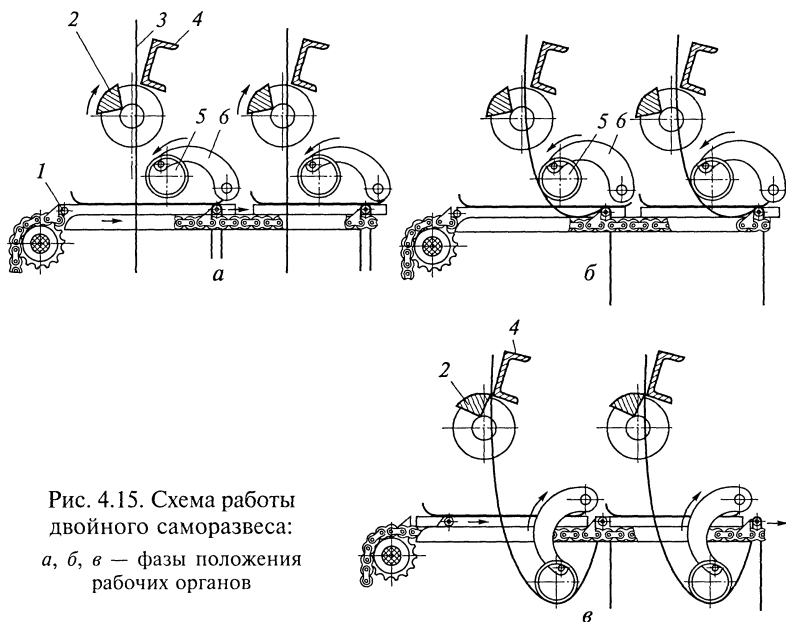
креплен на траверсе, которая установлена между двумя боковинами машины под обдувочным устройством.

Два винтовых ножа подрезают пряди изделий, свисающие с двух бастунов. На выходе из саморазвеса установлены подравнивающие ножи, выполненные в форме зубчатых пластин и совершающие возвратно-поступательное движение. Подравнивающие ножи регулируются по высоте, что дает возможность изменять длину изделий на бастунах от 500 до 570 мм.

Под подрезными и подравнивающими ножами установлены шнеки диаметром 108 и шагом 70 мм. Шнеки предназначены для вывода обрезков сырых изделий в приемную воронку загрузочного устройства пневмотранспортера сырых обрезков, который состоит из центробежного вентилятора производительностью 750 м<sup>3</sup>/ч, воздуховода диаметром 100 мм и циклона-разгрузителя. Скорость воздуха в системе можно регулировать, изменяя положение регулирующего клапана.

Вверху на боковинах двойного саморазвеса установлено обдувочное устройство 8, выполненное в виде пустотелой перфорированной трехгранной призмы, в двух боковых гранях которой расположены отверстия. В эти отверстия подается воздух от двух центробежных вентиляторов.

На рис. 4.15 изображена схема работы двойного саморазвеса. Макароны пряди 3, отформованные из прямоугольных мат-



риц пресса, поступают на обдуватель, который делит поток прядей пополам с шириной фронта развешивания на бастуны 1800 мм, обдувает их воздухом и распределяет по длине бастунов. Пряди после обдувки опускаются отвесно, пересекая по горизонтали линию бастунов (см. рис. 4.15, а). После того как изделия достигнут необходимой длины, т.е. опустятся ниже находящихся в покое бастунов 1, два пустотелых цилиндра 5, укрепленные на специальных рычагах 6, придут в движение и, описав дугу, оттянут верхнюю половину пряди на другую сторону бастунов (см. рис. 4.15, б). В это время отрезные ножи 2, совершив очередной оборот, прижимают прядь к противорежущей грани 4 и отрезают ее от основного потока (см. рис. 4.15, в). Отрезанные изделия падают и повисают на бастунах. Затем основной цепной конвейер приводится в движение, унося загруженные бастуны в зону подрезных ножей и подавая на их место порожние для развешивания (цикл 20...30 с). Бастуны с изделиями поступают в зону непрерывно вращающихся подрезных ножей, которые подрезают нижние концы изделий, проходят дальше и окончательно подравниваются до необходимой длины подравнивающими ножами. Далее бастуны с изделиями поступают на горизонтальный цепной конвейер, который передает их на нижний ярус предварительной сушилки. Обрезки изделий двумя шнеками выводятся в приемную воронку загрузочного устройства, откуда

пневмотранспортером через циклон-разгрузитель подаются в тестомесильную машину.

Продолжительность цикла работы саморазвеса равна времени между двумя последовательными включениями отрезных ножей и регулируется вариатором скоростей саморазвеса. Цикл работы саморазвеса устанавливают в зависимости от скорости прессования макаронных изделий (40...60 мм/с). Частота вращения подрезных ножей, шнеков и период движения подравнивающих ножей постоянны и не зависят от цикла работы саморазвеса. Последний определяет цикл работы сушилок.

Производительность саморазвеса  $\Pi_c$  (кг/с) определяется исходя из режущей способности ножей:

$$\Pi_c = \varphi(F/F_1)(1 + \alpha),$$

где  $\varphi$  — коэффициент использования режущей способности ножей;  $F$  — режущая способность ножей данного типа,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $F_1$  — поверхность разреза ( $\text{м}^2$ ), полученная при разрезании 1 кг продукта;  $\alpha$  — коэффициент, равный отношению длительности подготовительных операций к длительности резания (для непрерывнодействующих машин равен нулю).

Режущую способность  $F$  ( $\text{м}^2/\text{с}$ ) для машин с пластинчатыми ножами рассчитывают по формуле

$$F = S_1 v_p / l,$$

где  $S_1$  — площадь поперечного сечения продукта в направлении, перпендикулярном направлению подачи,  $\text{м}^2$ ;  $v_p$  — скорость резания,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $l$  — расстояние между ножами по длине продукции,  $\text{м}$ .

Поверхность разреза  $F_1$  определяют по формуле

$$F_1 = (n_1 f_1 - n f) / 2,$$

где  $n$  и  $n_1$  — число кусков заготовок в 1 кг продукта соответственно до и после измельчения. При значительном измельчении произведением  $n f$  пренебрегают;  $f$  и  $f_1$  — поверхность разреза единицы продукции соответственно до и после измельчения,  $\text{м}$ .

*Машина для съема и резки сухих изделий* (рис. 4.16) входит в состав автоматизированных линий с сушкой на бастунах и состоит из следующих основных частей: двух цепных конвейеров для перемещения бастунов, двух ленточных конвейеров 1 и 2 для перемещения продукта, привода 5, механизма 3 для резки изделий и пневмотранспортера обрезков.

Станина 7 представляет собой две сварные боковины, связанные поперечинами 6. К боковинам прикреплены рамы, на которых смонтированы все основные сборочные части машины. Внизу под каждой боковиной имеется по два регулировочных болта для обеспечения устойчивого положения машины. Для этого в фунда-

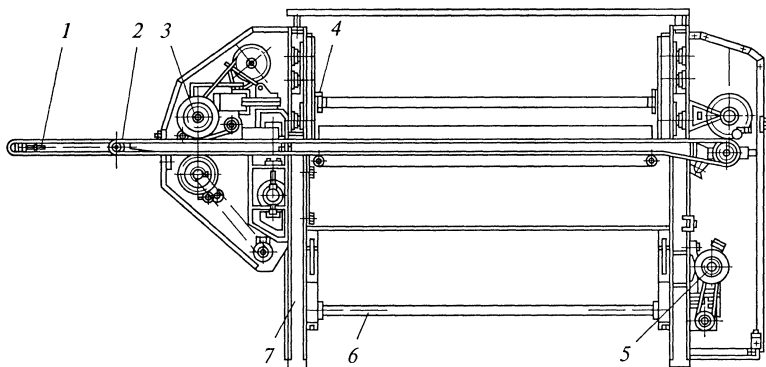


Рис. 4.16. Машина для съема и резки сухих изделий

менте под машиной установлены четыре стальные плитки размерами  $10 \times 100 \times 100$  мм, расположенные по оси болтов.

Цепные конвейеры для перемещения бастунов имеют правую и левую ветви и синхронно перемещаются по направляющим станины. На цепных конвейерах ( $z = 19,05$ ) закреплены захваты, перемещающие цапфы 4 бастунов. Правый конвейер дополнительно имеет ролик, который взаимодействует с конечным выключателем привода машины. Цепные конвейеры представляют собой комбинацию двухрядной цепи с однорядной. Собственно конвейерами являются внутренние замкнутые контуры цепей. Внешний контур цепи состоит из отдельных участков, которые через определенный интервал приводят в движение ленточные конвейеры и механизм резки, обеспечивая необходимую цикличность работы.

Два ленточных конвейера одновременно выполняют две функции: подают изделия к механизму резки и транспортируют разрезанные изделия к приемному устройству фасовочного автомата. Движение ленточных конвейеров со скоростью 0,266 или 0,76 м/с осуществляется от общего привода машины.

Механизм резки состоит из верхних и нижних дисковых ножей, прижимных устройств, прижимающих изделия при резке к лентам конвейера, и механизмов для ориентации изделий. Нижние ножи вращаются с частотой  $27 \dots 47 \text{ мин}^{-1}$  от привода машины. Верхние ножи могут получать вращение с частотой  $3400 \text{ мин}^{-1}$  от индивидуального привода. Диаметр нижних дисковых ножей 218 мм, верхних — 236 или 250 мм.

Под ножами в нижней части машины установлен сборный бункер, внутри которого находится шнек, подающий сухие обрезки макарон к приемному устройству пневмотранспортера обрезков.

Пневмотранспортер обрезков предназначен для транспортирования сухих обрезков на переработку или упаковку и состоит из

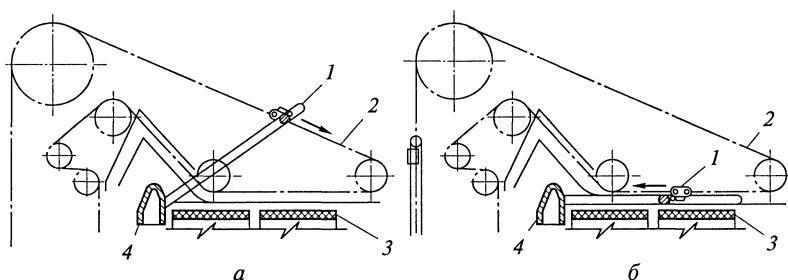


Рис. 4.17. Схема работы машины для сьема и резки сухих изделий:

*а, б* — фазы положения бастуна в машине

циклона, рукавного фильтра, вентилятора и редуктора с шлюзовым затвором. Максимальное расстояние транспортирования обрезков сухих изделий 30 м. Максимальная производительность пневмотранспортера по сухим обрезкам 70 кг/ч.

На рис. 4.17 приведена схема работы машины для сьема и резки сухих изделий. Цепные конвейеры 2 захватывают бастуны с изделиями с одного из конвейеров накопителя-стабилизатора и подают их на место разгрузки (см. рис. 4.17, *а*). Для предупреждения скатывания бастунов по наклонным пазам по обеим сторонам боковин, закрывая пазы, устанавливают щетки. Опускаясь к плоскости стола, изделия, висющие на бастуне, упираются в специальный упор 4, а цепь, продолжая движение, выводит бастун 1 из пряди и подает его на механизм возврата под сушилку (см. рис. 4.17, *б*).

Изделия, снятые с бастуна, ложатся поперек двух периодически и синхронно перемещающихся ленточных конвейеров 3, изготовленных из резиновой ленты, и подводятся к трем парам дисковых ножей. Крайние ножи отрезают концы и дужки изделий, а средние разрезают изделия на две равные части по 250 мм. Для точного направления подачи изделий к режущим ножам перед ними по обеим сторонам конвейеров установлены вращающиеся направляющие, вращение которых осуществляется от общего привода через конический редуктор. Прядь изделий проходит направляющие, точно ориентируется по расположению ножей и попадает под действие устройства, назначение которого — предотвратить выброс изделий с конвейера во время их резки на части. Нарезанные изделия поступают к приемному устройству фасовочного автомата. Сухие отходы поступают в приемное устройство пневмотранспортера, вместе с потоком воздуха попадают в циклон, где происходит улавливание мучели\* и мелких частей обрезков.

\* Частицы муки размером менее 20 мкм.

**Особенности обслуживания машин для резки и раскладки макарон.** При обслуживании оборудования для резки макаронных изделий необходимо соблюдать меры безопасности, являющиеся общими для работы на пищевом оборудовании. К работе допускаются работники, прошедшие обучение и знающие устройство и правила эксплуатации обслуживаемого оборудования.

Работающий на резательном оборудовании должен соблюдать дополнительные требования, связанные со спецификой обслуживания:

- своевременное включение и выключение резательной машины; установка и крепление ножей;

- регулировка зазора между ножевой рамой (матрицей) и ножами;

- регулировка привода машины, обеспечивающая необходимую скорость движения ножей. Кроме того, он обязан выявлять причины образования брака в процессе резки и устранять их.

Движущиеся части машин для резки должны иметь ограждения. Специальная блокировка должна исключать возможность включения машины при снятии ограждения.

На работающих машинах запрещается:

- проводить какой-либо ремонт и смазку;

- снимать ограждения, кожухи и другие детали;

- касаться движущихся ножей.

Чистку, ремонт, профилактический осмотр механизмов резки проводят только при их полной остановке. При этом на пусковых приборах вывешиваются предупреждающие надписи типа «Не включать, работают люди!».

Режущий инструмент изготавливается из стали марок 85 ХФ, ШХ 15, У7-У9, У7А-У9А, УХС.

### Контрольные вопросы

1. Как устроено и работает универсальное режущее устройство ЛПС?
2. Как устроен и работает ленточный раскладчик?
3. Для какого вида макарон (коротких или длинных) предназначен двойной саморазвес?
4. Как снимаются с бастунов длинные макароны?
5. Каковы основные правила обслуживания машин для резки макарон?

## 4.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сушка отформованных нарезанных макаронных изделий — завершающий этап производства макарон, от которого зависит такой важнейший показатель, как качество продукции. Осуществляется в специальных сушильных аппаратах, в которых применя-

ется конвективный способ подвода тепла. Этот способ заключается в непосредственном соприкосновении высушиваемого продукта с сушильным агентом, в качестве которого обычно используют нагретый воздух.

Сушильная установка для макаронных изделий состоит из камеры, где происходит обезвоживание продукта; калорифера, где подогревается сушильный воздух; приточно-вытяжной системы для подачи подогретого и отвода отработанного воздуха. Калорифер может быть расположен как внутри сушильной камеры, так и вне ее. В зависимости от способа обогрева теплоносителя используются калориферы с водяным или паровым обогревом.

Макаронные сушильные установки различаются способами размещения высушиваемого материала внутри камеры (рамки, кассеты, бастуны, ячейки) или устройствами для его перемещения.

По конструкции сушильные установки подразделяются на конвейерные, барабанные и шкафные, по принципу действия — на непрерывнодействующие, цикличные и периодические; по назначению — на оборудование для сушки коротких или длинных макаронных изделий.

#### 4.3.1. Конвейерные сушилки

*Установка для предварительного подсушивания коротких макаронных изделий* входит в состав автоматизированной линии и предназначена для первичной подсушки макаронных изделий в целях прогрева продукта и предупреждения их слипания в процессе дальнейшей сушки.

Установка для предварительного подсушивания размещается под площадкой пресса, между его опорами. Основными узлами установки (рис. 4.18) являются блок сит с механизмом привода и система обогрева и вентиляции. Основное конструктивное отличие установки — количество ситовых уровней, которое может быть от одного до семи, но, как правило, нечетное.

Установка имеет сварной каркас 1, выполненный из стального профиля. Внутри расположены одно над другим (в данном случае пять) металлические вибрирующие сита 8. Каждое сито представляет собой сетку из нержавеющей стали, натянутую на деревянную или металлическую раму прямоугольной формы и закрепленную в металлическом каркасе. На концах каждого из четырех верхних сит (по ходу продукта) имеются прямоугольные окна, через которые сырые изделия пересыпаются сверху вниз с сита на сито. Нижнее сито соединено с лотком 6, который выступает за пределы камеры с противоположной от загрузки стороны.

На стенке каркаса со стороны выгрузки изделий закреплен привод сит, состоящий из электродвигателя клиноременной пе-

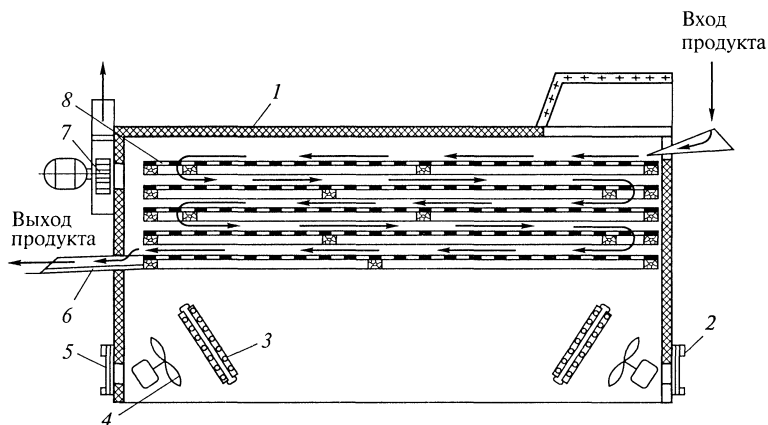


Рис. 4.18. Схема установки для предварительного подсушивания

редачи с двухступенчатыми шкивами, эксцентрикового вала и двух пар шатунов.

Первая пара шатунов соединена с набором из первого, третьего и пятого сит, вторая — с набором из второго и четвертого сит.

При работе установки наборы сит совершают возвратно-поступательное движение в противоположных направлениях относительно друг друга, что обеспечивает перемещение сырых изделий по первому, третьему и пятому ситам вперед, по второму и четвертому — в обратном направлении. Таким образом, перемещаясь по ситам сверху вниз, сырой продукт последовательно в течение 2...3 мин проходит путь около 10 м, за это время из изделий удаляется до 3 % влаги.

На торцевых сторонах каркаса камеры каждой секции под ситами установлено по два калорифера 3 и по два осевых восьмилопастных вентилятора 4. В калориферы подается горячая вода. Вентиляторы непрерывно подают воздух, нагнетая его сквозь блок сит. Воздух забирается из помещения цеха через регулирующие шиберы 2 и 5 в обшивке камеры.

Установленный на торцевой стенке секции камеры центробежный вентилятор 7 предназначен для удаления избытка влажного отработанного воздуха из секции.

Обшивка камеры состоит из деревянного или металлического каркаса, облицованного с внутренней стороны нержавеющей сталью, с наружной — пластиком. Между ними проложен термоизоляционный материал — пенопласт. Для облегчения доступа к вентиляторам, электроприводам и калориферам стенки камеры изготовлены съемными.

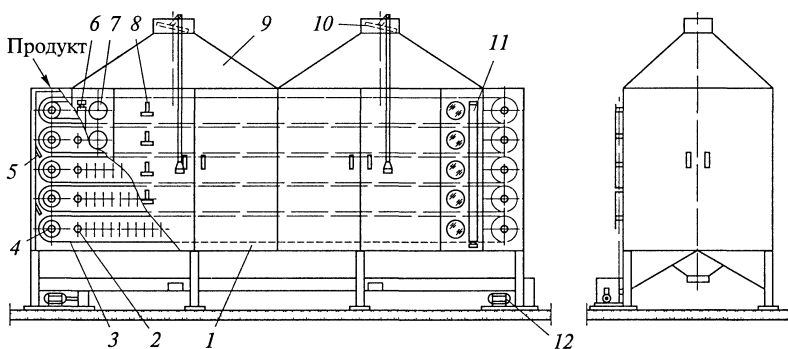


Рис. 4.19. Конвейерная сушилка КСК-45

Конвейерная ленточная сушилка КСК-45 состоит из следующих основных частей (рис. 4.19): пяти ленточных конвейеров 4, двух приводных колонок 12, паровых калориферов 2, вентиляционной системы 9 и пульта управления сушилкой.

Каркас 1 сушилки сборный металлический, выполнен из профильного и листового проката, снаружи облицован металлическими щитами, имеет двери. Толщина слоя термоизоляционного материала 42 мм. Для наблюдения за процессом сушки продукта, отбора проб, очистки сеток и ремонта с боковых сторон сушилки установлены съемные щиты с окнами 7, а с торцевых — двери. Для наблюдения за температурным режимом установлены угловые термометры 8.

Внутри сушилки один под другим расположены пять пар барабанов диаметром 340 мм каждый, на которые натянута металлическая сетчатая лента 3 шириной 2000 мм из нержавеющей стали, при этом общая площадь сушильной поверхности лент 45 м<sup>2</sup>. Каждая пара барабанов относительно другой смещена по длине, что позволяет продукту пересыпаться с ленты на ленту.

Для очистки поверхности барабанов от налипающего продукта на всех пяти натяжных барабанах установлены скребки. В местах ссыпания продукта с верхней ленты на нижнюю установлены поворотные направляющие шибера 5.

Сушилка обогревается паровыми ребристыми калориферами, расположенными между ведущей и ведомой ветвями сетчатых лент всех пяти конвейеров. Калорифер 2 каждого конвейера состоит из двух последовательно соединенных батарей, каждая из которых представляет собой две продольные трубы с наружным диаметром 44,5 и внутренним 39,5 мм с отверстиями, в которые вставлено 16 поперечных труб с наружным диаметром 38 и внутренним 33 мм. На поперечных трубах навиты металлические полоски шириной 30 мм и толщиной 1 мм так, что образуются ребра в коли-

честве 100 на 1 м длины трубы. Площадь поверхности нагрева каждого калорифера 140 м<sup>2</sup>, общая площадь поверхности калориферов сушилки 700 м<sup>2</sup>. Источником тепла для калориферов служит пар, который поступает от паросиловой установки под давлением 0,3...0,8 МПа по трубопроводу через регулирующий клапан и впускной коллектор 6, а от них через впускные вентили к каждому ярусу калориферов. Давление пара, поступающего в сушилку, контролируется манометрами, установленными на впуском и выпуском 11 коллекторах.

Сушилка оборудована вентиляционной системой, которая представляет собой две вытяжные камеры, изготовленные из листовой стали толщиной 1,5 мм и установленные над верхней лентой сушилки. В каждой камере находится по одному осевому вентилятору № 7, каждый из которых приводится в действие от электродвигателя мощностью 2,2 кВт. Вращение вентиляторов с частотой 1500 мин<sup>-1</sup> осуществляется через клиноременную передачу. Внутри вытяжных камер перед осевыми вентиляторами установлены поворотные шиберы 10, с помощью которых можно изменять количество проходящего отработанного воздуха.

На рис. 4.20 изображена кинематическая схема сушилки КСК-45. Движение ленточных конвейеров сушилки осуществляется от двух приводных колонок. От первой приводятся в движение первый 3, третий 2 и пятый 1 ленточные конвейеры. Вращение приводных барабанов осуществляется от электродвигателя 15 через клиноременную передачу 17, вариатор 16, цепную передачу 18, червячный редуктор 19 и систему цепных передач. От электродвигателя первой колонки через клиноременную передачу 14, червячный редуктор 13 и цепную передачу осуществляется вращение одного вала 4 с щетками, установленными в конце второго ленточного конвейера. Вращение аналогичного вала 6 осуществляется с помощью цепной передачи 9 и второй приводной колонки (на схеме не показана). Она имеет аналогичную конструкцию, от нее осуществляется привод второго 7 и четвертого 8 ведущих барабанов конвейерных лент, а также вращение двух валов с щетками, установленными в конце первой и третьей лент.

Над тремя верхними лентами находятся ворошители 5, которые представляют собой вал с закрепленными на нем прутками. Он расположен поперек ленты, и при вращении прутки перемешивают высушиваемые изделия, предотвращая образование комков продукта. Привод ворошителей осуществляется от электродвигателя 12 через червячный редуктор 11 и цепную передачу 10.

Сырые изделия при помощи раскладчика поступают на верхнюю ленту сушилки, где довольно быстро перемешаются над калориферами верхнего яруса. При этом испаряется более  $\frac{1}{3}$  влаги, подлежащей удалению. Далее продукт поступает на вторую ленту, которая несколько медленнее перемещается над калориферами

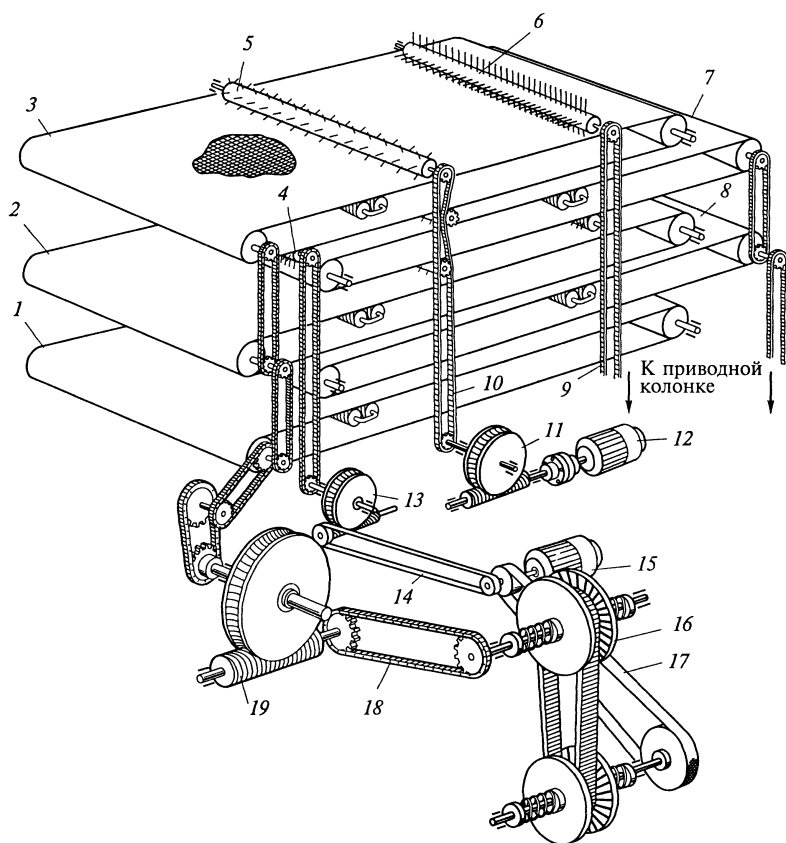


Рис. 4.20. Кинематическая схема сушки КСК-45

второго яруса. Сушка продолжается здесь также довольно интенсивно, удаляется примерно еще  $\frac{1}{3}$  влаги. Затем изделия поступают на третью ленту, которая еще медленнее перемещается над калориферами третьего яруса, на этой ленте удаляется около 3 % влаги. Четвертая и пятая ленты имеют еще меньшие скорости, и за время нахождения на них продукт окончательно высыхает до стандартной влажности 13 %.

В процессе перемещения изделий на лентах образуется мелкая мучная крошка, которая проходит сквозь ячейки лент и собирается в нижней части сушки на поддонах.

Подогреваемый воздух (сушильный агент) проходит через сушилку снизу вверх, подогревается в калориферах и охлаждается, проходя через конвейерные ленты с продуктом. Удаляемая из из-

Таблица 4.2

**Основные показатели конвейерных сушилок  
в автоматизированной линии ЛМГ**

Показатель	Сушка в сушилке ЛМГ	
	предварительная	окончательная
Влажность продукта, %:		
на входе в сушилку	27,5	19,5
на выходе из сушилки	19,5	13
Параметры сушильного агента:		
температура, °С	30 ... 45	37 ... 48
относительная влажность, %	55 ... 83	75 ... 85
Продолжительность сушки, ч	2,9 ... 7	16 ... 26
Число бастунов в сушилке	736	4003
Расход теплоты в сушилке, кДж · ч	60 200	140 930
Габаритные размеры, мм:		
длина	15 500	28 900
ширина	3400	3826
высота	4690	4500
Масса, кг:		
без технологической нагрузки	9940	17 675
с технологической нагрузкой	13 620	31 588

делий влага посредством вытяжных вентиляторов выводится в атмосферу.

Необходимый температурный режим воздуха в сушильной камере можно изменять и регулировать вручную и автоматически.

*Автоматизированные конвейерные сушилки для длинных макаронных изделий* входят в состав автоматизированных линий ЛМГ или ЛМВ и представляют собой две последовательно установленные теплоизолированные сушильные камеры, в которых на специальных конвейерах закреплены различные устройства для размещения и перемещения макарон на бастунах. Характеристика сушилок приведена в табл. 4.2.

Процесс сушки изделий осуществляется в два этапа: предварительная сушка при сравнительно жестких технологических режимах в первой сушильной камере и окончательная сушка при прерывистом режиме (чередование сушки и отволаживания) во второй сушильной камере.

Сушилка для предварительной сушки (рис. 4.21) представляет собой трехъярусную камеру с двумя зонами сушки — первая, нижняя, зона имеет один ярус, вторая, верхняя, зона — два яруса. Сушилка состоит из каркаса, привода, механизма перемещения бастунов, системы подогрева воздуха и системы вентиляции. На метал-

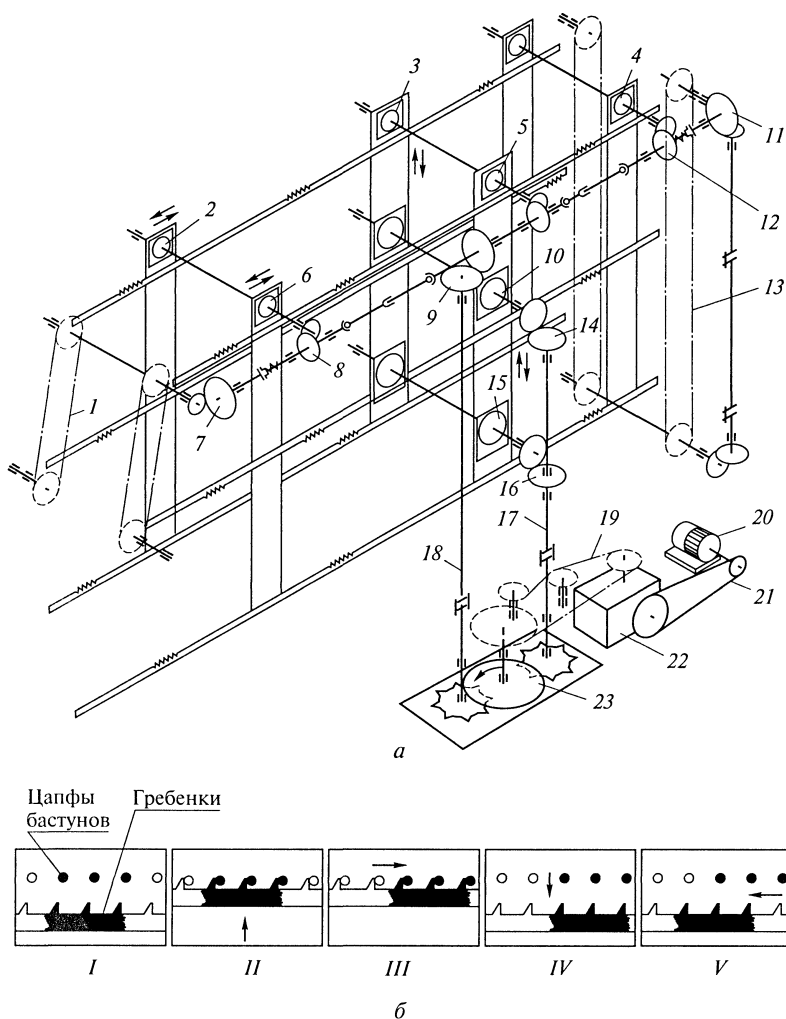


Рис. 4.21. Предварительная сушилка линии ЛМГ:

*а* — кинематическая схема; *б* — схема перемещения бастунов

лическом каркасе внутри и снаружи крепится оборудование сушилки. На рис. 4.21, *а* приведена кинематическая схема сушилки.

Привод сушилки обеспечивает движение механизма перемещения бастунов и цепных конвейеров 1 и 13, передающих бастуны с яруса на ярус. Привод состоит из электродвигателя 20 (см. рис. 4.21, *а*), клиноременной передачи 21, червячного редуктора 22, цеп-

ной передачи 19, цевочного редуктора 23 с двумя выходными валами. Вал 18 передает движение через систему конических редукторов 7...9, 11, 12 и цепными конвейерами 13 на эксцентрики 2, 4, 6 горизонтального перемещения зубчатых гребенок; второй вал 17 через систему конических редукторов 16, 14 — на эксцентрики 3, 5, 10, 15 вертикального перемещения зубчатых гребенок. Привод включается бастуном, поступающим из саморазвеса в предварительную сушилку, а выключается кулачком, установленным на валу вертикального перемещения гребенок.

Механизм перемещения бастунов представляет собой зубчатые гребенки, расположенные в три яруса по всей длине сушилки. Гребенки закреплены на трех парах рамок, которые навешиваются на эксцентрики. В ярусах гребенки расположены зубьями вверх. Это позволяет осуществлять последовательное перемещение бастунов по ярусам от одного привода.

Работа механизма перемещения бастунов осуществляется следующим образом. Вначале рамки вертикального хода и закрепленные к ним гребенки находятся в крайнем нижнем положении (рис. 4.21, б, поз. I), при их движении гребенки ярусов совершают ход вверх на шаг, равный 33 мм. Гребенки первого и третьего ярусов входят в зацепление с цапфами бастунов (см. рис. 4.21, б, поз. II), которые находятся на направляющих. Затем приводятся в движение рамки горизонтального хода, и гребенки ярусов совершают движение слева направо (см. рис. 4.21, б, поз. III) на шаг, равный 40 мм, при этом перемещаются бастуны первого и третьего ярусов. Далее вновь приводятся в движение рамки вертикального хода, но в обратном направлении, и гребенки опускаются на такой же шаг (см. рис. 4. 21, б, поз. IV) и затем при горизонтальном ходе рамок перемещаются в обратном направлении (см. рис. 4. 21, б, поз. V) на шаг 40 мм. Далее цикл повторяется. Движение бастунов второго яруса аналогично движению первого и третьего ярусов с той разницей, что оно осуществляется в обратном направлении (справа налево).

Чтобы при вертикальном перемещении гребенок их зубья при захвате не терлись о цапфы бастунов и не сбивали бастуны с шага, в цикле движения гребенок предусмотрен их возврат на 4 мм.

На выходе из сушилки имеется вертикальный цепной конвейер 13, перемещающий бастуны с первого яруса на второй. Передачу бастунов со второго яруса на третий осуществляет цепной конвейер 1 в передней части сушилки. Цепные конвейеры работают синхронно с механизмом перемещения бастунов. При движении гребенок в горизонтальном направлении в конце каждого яруса цапфы бастунов сталкиваются на наклонную часть нейлоновых направляющих и, соскальзывая с них по наклонным пластинам, поступают в приемные окна, из которых принимаются захватами цепных конвейеров и передаются на расположенный выше ярус.

Система подогрева сушильного агента для сушки изделий состоит из калориферов, трубопроводов, насоса и арматуры. Каждая из зон сушки имеет свою систему подогрева. Необходимая температура сушильного агента внутри зон обеспечивается калориферами, работающими на горячей воде ( $90 \dots 95^\circ\text{C}$ ). Для первой зоны вода подается непосредственно от централизованной системы теплоснабжения предприятия через автоматический клапан. Система подогрева второй зоны работает аналогично первой, но с частичной рециркуляцией горячей воды с помощью центробежного насоса производительностью  $23,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Калориферы в зонах расположены следующим образом: один на входе в сушильную камеру и четыре над первым, нижним, ярусом и между вторым и третьим ярусами верхней зоны.

Система вентиляции первой и второй зон работает с частичной рециркуляцией сушильного агента. Часть влажного воздуха с большим влагосодержанием выбрасывается из сушилки, а из производственного помещения засасывается воздух с меньшим влагосодержанием. Система вентиляции первой зоны включает в себя десять осевых вентиляторов, расположенных попарно. Два вентилятора производительностью по  $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$  установлены на входе в сушилку и забирают воздух из помещения, прогоняя его через калорифер на входе, направляют в нижнюю зону, где создается воздушная завеса, препятствующая поступлению воздуха помещения в сушильную камеру. Остальные четыре пары осевых вентиляторов, каждый производительностью  $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , обеспечивают рециркуляцию сушильного агента в сушилке с прохождением его через калориферы.

Система вентиляции второй зоны имеет четыре пары центробежных вентиляторов марки Ц13-50: три пары вентиляторов № 3 производительностью по  $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$  осуществляют рециркуляцию сушильного агента с частичным забором его из помещения; два других вентилятора № 2 производительностью по  $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбрасывают влажный воздух из второй и первой зон. Кроме того, выброс воздуха из первой зоны осуществляется через короб в передней части сушилки. Воздух обдувает изделия в сушилке параллельно прядям — сверху вниз. Для равномерного распределения потока воздуха вдоль прядей после каждого калорифера установлены распределительные решетки.

Сушилка для окончательной сушки представляет собой пяти-ярусную камеру и состоит из привода, механизма перемещения бастунов, систем подогрева и вентиляции сушильного агента.

Конструкция каркаса, привода и обшивок аналогична одноименным сборочным единицам сушилки для предварительной сушки с той лишь разницей, что привод осуществляется от электродвигателя большей мощности и имеет такой же червячный редуктор РГУ-120, но с большим межосевым расстоянием.

Между первым и вторым, а также между четвертым и пятым ярусами в зонах, где циркулирует сушильный агент, размещено восемь батарей калориферов в виде ребристых труб. Обогрев сушилки осуществляется с частичной рециркуляцией отработанной воды при помощи такого же центробежного насоса, как и в сушилке для предварительной сушки. Для исключения конденсации водяных паров под сушилкой уложены трубы, по которым проходит горячая вода.

По всей длине сушилку опоясывают четыре воздушных канала шириной 1635 и глубиной 383 мм, которые образуют в сушилке четыре зоны сушки. На наружных стенках воздушных каналов имеются прямоугольные отверстия с заслонками для поступления свежего и удаления отработанного воздуха. Внутри каждого из трех каналов по обеим сторонам сушилки размещено по два центробежных вентилятора производительностью по 6000 м<sup>3</sup>/ч, создающих циркуляцию сушильного агента в зонах. Для равномерного распределения сушильного агента по зонам в каждом воздушном канале после калориферов установлены распределительные решетки.

Нижний, пятый, ярус сушилки имеет удлиненный гребенчатый конвейер, размещенный в специальном туннеле, который связывает сушилку для окончательной сушки с накопителем-стабилизатором. В средней части по бокам туннеля установлено два осевых вентилятора производительностью по 2000 м<sup>3</sup>/ч. Вентиляторы забирают воздух из помещения, прогоняют его через калориферы и создают в туннеле воздушную завесу, которая препятствует свободному поступлению воздуха помещения в сушилку со стороны накопителя-стабилизатора, что предотвращает нарушение режима сушки, а также позволяет охлаждать высушенные изделия до их поступления в накопитель.

Привод сушилки для окончательной сушки изделий, поступающих на бастунах из сушилки для предварительной сушки, включается кулачком, установленным на валу вертикального перемещения гребенок.

Механизм перемещения бастунов представляет собой зубчатые гребенки, расположенные в пять ярусов по длине сушилки. Расстояние между ярусами 693 мм. Для перемещения гребенок имеются две группы рамок — наружная и внутренняя. Гребенки первого, третьего и пятого ярусов прикреплены к внутренним рамкам, второго и четвертого — к наружным. Рамки навешены на эксцентрики вертикального перемещения. Эксцентрики внутренних и наружных рамок развернуты между собой на 180°, поэтому при подъеме одной группы рамок с гребенками на шаг 33 мм другая группа рамок опускается на такой же шаг. При движении вперед гребенок нечетных ярусов гребенки четных ярусов движутся назад и наоборот. Зубья гребенок одновременно захватывают на ярусе все бастуны и продвигают их по направляющим на один шаг,

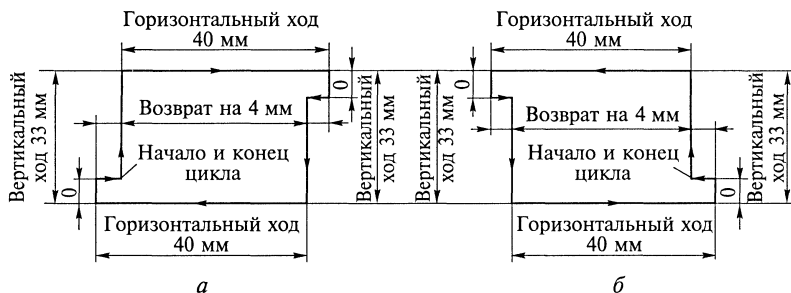


Рис. 4.22. Циклограммы движения гребенок в сушилках для окончательной сушки:

*a* — первого, третьего и пятого ярусов; *б* — второго и четвертого ярусов

равный 40 мм. Рамки с гребенками совершают периодическое движение по замкнутому четырехугольнику (рис. 4.22): вверх, вперед, вниз, назад. Как и в сушилке для предварительной сушки, для исключения сбоя бастуна с шага при его вертикальном перемещении в цикле движения гребенок предусмотрен возврат на 4 мм.

На обоих концах ярусов установлены цепные конвейеры, передающие бастуны с яруса на ярус и блокирующие гребенки. Бастуны цепным конвейером опускаются в седловины, которые закреплены в начале всех ярусов, кроме первого, на направляющих. Блокирующие гребенки не позволяют бастуну перескочить седловину и удерживают его до подхода гребенки-захвата для последующего перемещения бастуна по направляющим. Бастуны последовательно проходят все пять ярусов сверху вниз и в конце последнего яруса передаются вертикально-цепным конвейером в накопитель-стабилизатор.

Движение цепных конвейеров согласовано с перемещением гребенок. В случае попадания на цепи конвейера перекладки одновременно двух бастунов предохранительные муфты блокируют привод сушилки и включают сигнал тревоги.

Бастуны с изделиями, перемещаясь с яруса на ярус, встречают на своем пути вентилируемые зоны сушки и невентилируемые зоны (зоны отвлаживания). Такое чередование обеспечивает равномерное удаление влаги из продукта. Необходимо отметить, что активное удаление влаги из продукта под действием потока сушильного агента занимает около трети всего времени, затрачиваемого на пребывание изделий в камере. Остальное время изделия находятся в среде, где нет движения сушильного агента. Изделия, высушенные до влажности 13,5 %, поступают в накопитель-стабилизатор.

Конвейерные сушилки автоматизированных линий ЛМВ по своей конструкции не отличаются от сушилок автоматизированных линий ЛМГ, только сушилка для окончательной сушки в линиях

Таблица 4.3

**Скорость движения лент  $v$  и продолжительность сушки  $\tau$  для макаронных изделий на конвейерных сушилках**

Номер ленты сверху	Марка сушилки					
	КСК-45			КСК-90		
	$v$ , м/мин	$\tau$ , мин	$z$	$v$ , м/мин	$\tau$ , мин	$z$
1-я	0,65 ... 0,74	6,9 ... 6,1	27/15*	1,4 ... 1,5	6,4 ... 6	27/15*
2-я	0,35 ... 0,4	12,8 ... 11,2	27/24*	0,8 ... 0,9	11,3 ... 10	27/21*
3-я	0,32 ... 0,35	14,1 ... 12,8	27	0,7 ... 0,75	12,9 ... 12	27
4-я	0,28 ... 0,3	16,1 ... 15	53	0,6 ... 0,64	15 ... 14,1	58
5-я	0,24 ... 0,26	18,8 ... 17,3	60	0,5 ... 0,56	18 ... 16,1	60

\* В числителе — количество зубьев  $z$  для звездочек, поставляемых заводом; в знаменателе — рекомендуемое количество. Шаг звездочек 15,875 мм.

ЛМВ на 6280 мм короче, имеет площадь нагрева калориферов 224 м<sup>2</sup> и в ней размещено 3013 бастионов. Современные автоматизированные линии других модификаций могут иметь одноярусную сушилку для предварительной сушки и многоярусную для окончательной сушки.

Производительность конвейерных ленточных сушилок  $\Pi_{\text{л}}$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_{\text{л}} = L h v \rho_{\text{н}} K_1 K_2,$$

где  $L$  — ширина транспортной ленты, м;  $h$  — высота слоя продукта на ленте, м;  $v$  — скорость движения транспортной ленты, м/с (табл. 4.3);  $\rho_{\text{н}}$  — насыпная плотность, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_{\text{н}} = 300 \dots 400$  кг/м<sup>3</sup>);  $K_1$  — коэффициент, учитывающий использование площади сушильных лент ( $K_1 = 0,9$ );  $K_2$  — коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки сушилки ( $K_2 = 0,95$ ).

### 4.3.2. Барабанные сушилки

Барабанная сушилка «Ромет» (рис. 4.23, а) установлена в автоматизированных линиях и представляет собой два сетчатых цилиндра (барабана) 1 и 2 диаметром 1600 и 2400 мм, вставленных один в другой. Крепление барабанов между собой осуществляется с помощью 9 ободов и 24 поперечных стяжек. Для придания конструкции необходимой жесткости по наружному периметру каждого барабана установлены шесть обручей со специальными зажимными устройствами.

Внутреннее пространство между барабанами разделено металлическими перегородками 1 (рис. 4.23, б) на секции, каждая из которых по всей длине, в свою очередь, разделена специальными

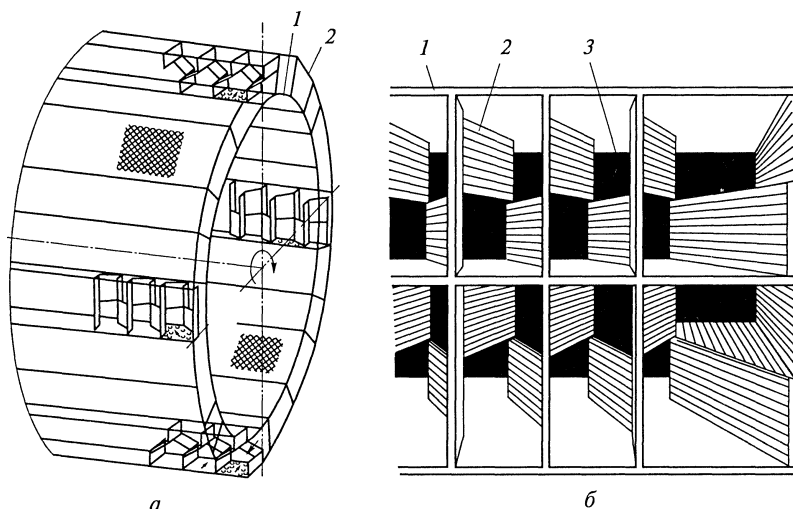


Рис. 4.23. Барабанная сушилка фирмы «Ромет»:

*а* — схема; *б* — ячейки

изогнутыми профилями 2 на отдельные ячейки с окнами 3 (50 ячеек). Такая конструкция при вращении барабана способствует перемещению продукта в ячейках и постепенному его движению вдоль секции. За один оборот барабана изделия перемещаются из одной ячейки в другую, а за 50 оборотов изделия проходят последовательно через все ячейки одной секции.

В автоматизированной линии последовательно установлены 3...4 барабанные сушилки, которые для обеспечения необходимых технологических режимов сушильного процесса закрыты теплоизолирующими панелями. Между верхним перекрытием и сушильными барабанами расположены осевые вентиляторы и батареи калориферов. На каждую сушилку приходится шесть осевых вентиляторов мощностью 1,1 кВт каждый и по одному центробежному отсасывающему вентилятору мощностью 0,37 кВт (установлен на верхнем перекрытии). Обеспечение горячей водой всей системы линии осуществляется насосом мощностью 1,1 кВт.

Количество воздуха, поступающего в сушилку и удаляемого из нее, регулируется автоматически в заранее заданных соотношениях. Для этого в верхнем перекрытии над каждой сушилкой имеются по три отверстия для забора свежего воздуха, каждое из которых перекрывается шиберами при помощи систем тяг и редуктора. На всасывающем патрубке центробежного вентилятора также установлен шибер.

Из вибрационного подсушивателя изделия по двум вибрирующим лоткам поступают в первый сушильный барабан. Для этого в

обшивке торцевой части сушильного туннеля предусмотрены два загрузочных окна размерами  $300 \times 400$  мм. Вибрирующие лотки установлены на гибких вертикальных опорах на полу помещения. Перемещение продукта из одной сушилки в другую осуществляется с помощью перегрузочного устройства, которое имеет сборные вертикальный и наклонный лотки.

Сушильный барабан установлен на четырех роликах (рис. 4.24), из которых два приводные 3. Ролики расположены на разной высоте и на специальных опорах. Для исключения осевого смещения барабана 8 опоры 5 имеют по направляющему ролику 4. Привод барабана осуществляется от электродвигателя 6 мощностью 0,55 кВт, клиноременной передачи 7, одноступенчатого цилиндрического редуктора 1 и четырехскоростной коробки передач 2.

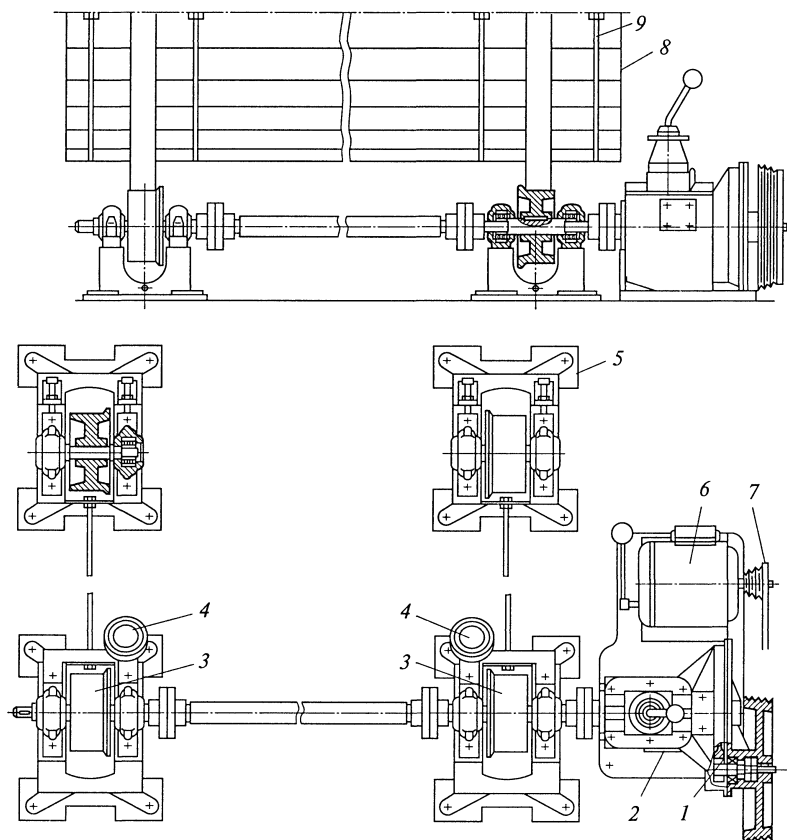


Рис. 4.24. Привод барабанной сушилки фирмы «Ромет»

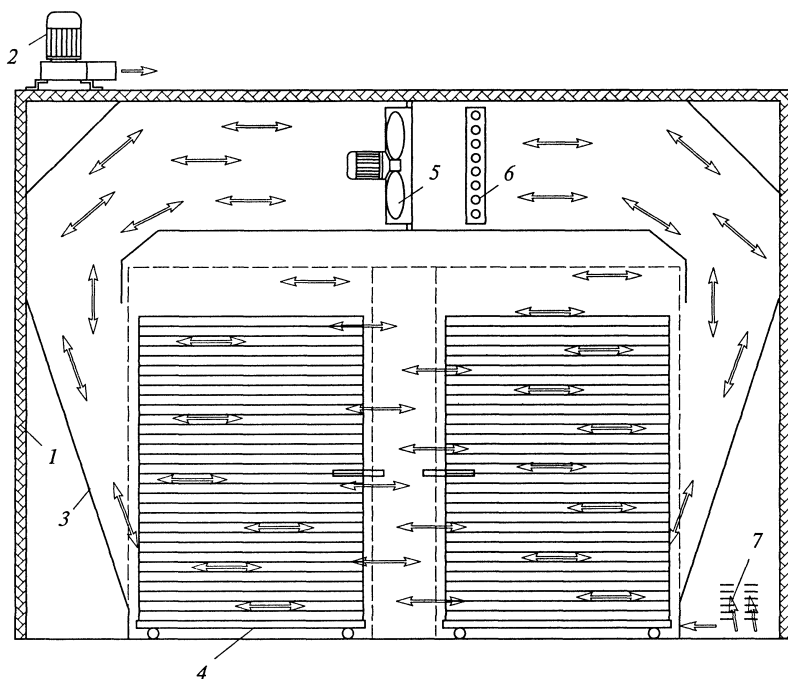


Рис. 4.25. Схема шкафной сушилки ФИС

Частота вращения барабана регулируется в четырех диапазонах: 0,5; 1; 1,5 и 2 мин<sup>-1</sup>. Минимальная продолжительность сушки в барабанной сушилке 25 мин, максимальная — 100 мин.

**Шкафная сушилка ФИС** предназначена для сушки коротких маркаронных изделий способом обдувки нагретым воздухом продукта, размещенного на специальных низкобортных рамках — лотках с сетчатым дном, размещенных в вагонетках. На рис. 4.25 представлена схема шкафной сушилки ФИС вместимостью 140...170 кг готовой продукции (две вагонетки).

Сушилка представляет собой теплоизолированную прямоугольную камеру 1 с габаритными размерами 2500×1400×2600 мм и двумя плотно закрывающимися дверными створками. По высоте камера (шкаф) разделена на две зоны горизонтальной перегородкой. В верхней части высотой около 700 мм по оси шкафа размещен блок вентиляторов 5.

Как правило, устанавливаются 2...3 осевых реверсивных вентилятора № 4 или № 5 с частотой вращения 1400 мин<sup>-1</sup>. Параллельно вентиляторам установлен секционный электрокалорифер 6 мощностью 6...8 кВт (в качестве источника тепла возможно использо-

вать паровые или водяные калориферы). Внутри камеры (по бокам) установлены наклонные направляющие 3, обеспечивающие равномерное распределение и направление тепловых воздушных потоков на находящиеся на лотках изделия, которые установлены в стопы по 26...28 шт. В нижней части сушилки имеются отверстия в стопе по 26...28 шт. В нижней части сушилки имеются отверстия с регулируемой заслонкой 7 для подачи воздуха из помещения; в верхней части (на перекрытии шкафа) установлен центробежный вентилятор 2 для выброса увлажненного воздуха из камеры сушилки.

Рамка-лоток размерами 1200×600 мм имеет деревянный каркас, стянутый для прочности двумя стяжками и обтянутый полимерной или нержавеющей сеткой с живым сечением не более 1,5×1,5 мм. Высота каркаса с четырьмя деревянными ограничителями, закрепленными на углах, составляет 50...55 мм. Рамки с макаронными изделиями массой 2,5...3 кг на каждом лотке размещаются одна над другой и устанавливаются в стопы 4 на специальной металлической тележке с четырьмя поворотными колесами для перемещения. Сушка макарон осуществляется при плотно закрытых дверях сушильной камеры при температуре 45...65 °С и относительной влажности воздуха 50...60 % по специально запрограммированному режиму за 6...8 ч.

**Шкафная сушилка ВВП** предназначена для длинных макаронных изделий и представляет собой закрытый с трех сторон шкаф 1, имеющий вертикальный канал 6 для прохода воздуха и гнездо для установки сушильных кассет с продукцией 2. Открытая часть шкафа служит для загрузки и выгрузки продукции, а также для поступления и удаления воздуха (рис. 4.26). В верхней части расположен кожух, в котором установлены реверсивный вентилятор 4 с электродвигателем 3 и коллектор 5 для направления воздуха в вертикальный канал 6. Внутри кожуха установлен осевой реверсивный вентилятор № 7.

Каркас сушильной камеры изготовлен из деревянных брусков, обшит фанерой и стянут для прочности болтами.

Для уменьшения потерь напора воздуха при изменении его направления воздушный канал внутри камеры имеет обтекаемую форму, что уменьшает не-

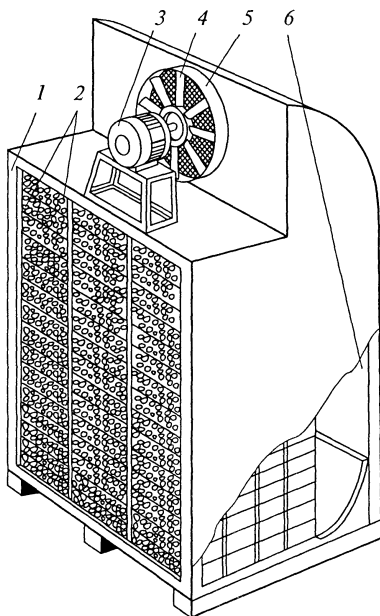


Рис. 4.26. Шкафная сушилка ВВП

желательные завихрения воздушного потока и позволяет равномерно распределять воздух по сечению камеры.

В камере может быть установлено 156 двойных или 312 одинарных кассет, при этом по ширине камера вмещает 3 ряда кассет по высоте — 26 рядов; по длине — два ряда двойных кассет и четыре ряда одинарных. Рабочий объем сушильной камеры около 2 м<sup>3</sup>.

Осевой реверсивный вентилятор диаметром 700 мм имеет восемь установленных на ступице диаметром 350 мм лопастей, каждая длиной 175 мм и шириной 130 мм. Лопасти вентилятора изготовляют из листовой стали толщиной 2 мм или многослойной фанеры толщиной 10 мм и закрепляют на ступице под углом поворота 18...27°.

Крыльчатку вентилятора устанавливают в специальном коллекторе обтекаемой формы, направляющем поток воздуха в вертикальный канал. Применение коллектора обеспечивает лучшие условия для работы вентилятора и способствует повышению его КПД. Зазор между крыльчаткой вентилятора и внутренним диаметром коллектора должен быть 2,5...3,5 мм.

Сушка макарон осуществляется при температуре 35...40 °С и относительной влажности воздуха 60...80 %. Кассеты с макаронами подаются от установки для резки и раскладки макарон или от разделочного стола на конвейере или в вагонетках в сушильное помещение и штабелируются в сушильной камере. Реверсивный вентилятор вращается в одну сторону, забирает воздух из цеха и, направляя его по вертикальному воздушному каналу, нагнетает под давлением 0,15...0,2 кПа через слой изделий. Затем следует кратковременная остановка вентилятора и вновь его включение с вращением в обратную сторону, при этом направление воздушного потока противоположно первоначальному. Далее цикл повторяется.

Продолжительность одного цикла по операциям 90 мин (30 + 15 + 30 + 15). Реверсирование\* вентиляторов производится при помощи командно-электрического прибора, устанавливаемого на 5...6 сушилок.

Организация процесса реверсии воздушного потока в сушильной камере позволяет более равномерно проводить обдувку продукта и избегать застойных зон для испарения из него влаги. Общая продолжительность процесса сушки 14...16 ч.

Кассеты с высушенными макаронами вынимают и транспортируют в фасовочное отделение, а шкафы вновь заполняют сырыми изделиями. Шкафы в сушильных помещениях устанавливают, как правило, в две линии загрузочной стороной друг к другу, с необходимым проходом между ними (2...3 м) для их загрузки и выгрузки.

---

\* Изменение направления вращения крыльчаткой вентилятора.

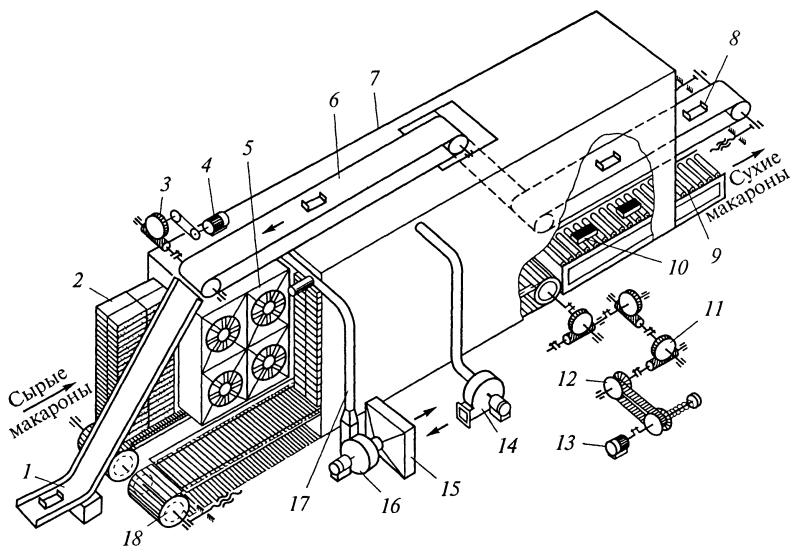


Рис. 4.27. Схема сушилки ЛС2-А

В шкафных сушилках используют лотковые деревянные или металлические кассеты. Размеры деревянных кассет (мм): одинарных  $225 \times 365 \times 70$ , двойных  $454 \times 365 \times 70$ ; вместимость по сухим изделиям в зависимости от ассортимента соответственно 2...2,5 и 4...5 кг. Металлические кассеты изготавливают из алюминиевых листов марки Д1-АМ-2,5 размерами  $225 \times 364 \times 68$  мм, массой 0,88 кг. Вместимость кассеты по сухим изделиям 2...2,5 кг.

В целях организации поточного метода производства макарон с сушкой их в лотковых кассетах и ликвидации ручного труда при работе на шкафных сушилках применяются механизированные туннельные сушилки для длинных макаронных изделий.

Особенность таких сушилок состоит в том, что кассеты с полуфабрикатом устанавливают в стопки на цепные конвейеры, которые при движении проходят вдоль вентиляционных установок. Для обеспечения необходимых температурных режимов конвейеры с изделиями и вентиляционные установки изолируют от сушильного помещения с помощью металлического каркаса, облицованного термоизоляционными плитами. Загрузка кассет полуфабрикатом производится с одного конца туннеля, выгрузка — с противоположного.

Одной из таких сушилок является сушилка ЛС2-А, состоящая из следующих основных частей (рис. 4.27): сушильного туннеля 7 с комплектом осевых вентиляторов 5, двух цепных конвейеров 18 для перемещения продукта, конвейера 6 возврата пустых кассет, вентиля-

ционной системы для подачи воздуха в сушильный туннель и удаления из него отработанного воздуха с помощью вентилятора 14.

Сушильный туннель представляет собой сборный металлический каркас, облицованный термоизоляционными щитами, каждый из которых имеет деревянную раму, заполненную пенопластом толщиной 40 мм. С наружной стороны щит облицован декоративным пластиком толщиной 2 мм, с внутренней — листами алюминия толщиной 2 мм.

Внутри туннеля по всей его длине установлены вплотную друг к другу 12 шкафов, в каждом из которых смонтировано по два осевых вентилятора № 7. Осевые вентиляторы в шкафах установлены так, что направление движения воздуха от рядом стоящих шкафов противоположно. Этим достигается изменение направления обдувки воздухом макарон при их перемещении.

С обеих сторон шкафов через весь туннель проходят два цепных конвейера для перемещения продукта. Со стороны загрузки сушилки конвейеры выходят из нее на 1300 мм, со стороны выгрузки к цепным конвейерам установлены роликовые конвейеры 9 длиной 7000 мм. Роликовые конвейеры служат накопителями готовой продукции.

Привод цепного конвейера осуществляется от электродвигателя 13 мощностью 0,27 кВт, с частотой вращения  $1400 \text{ мин}^{-1}$  через клиноременный вариатор скорости 12 и три последовательно установленных редуктора 11. Вариатор позволяет изменять скорость движения цепных конвейеров от 0,6 до 1,8 м/ч.

Ленточный конвейер возврата длиной 2500 мм расположен в двух горизонтальных и одной наклонной плоскостях, его скорость движения 0,2 м/с. Привод ленточного конвейера осуществляется от электродвигателя 4 мощностью 0,6 кВт с частотой вращения  $1420 \text{ мин}^{-1}$  через клиноременную передачу и редуктор РЧУ-63-А 3.

Теплый воздух в сушильную камеру при расходе  $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$  подается по воздуховоду 17 центробежным вентилятором № 5 16 через калорифер 15 с поверхностью нагрева  $30,4 \text{ м}^2$ . Удаление отработанного воздуха из верхней зоны сушилки в конце туннеля осуществляется центробежными вентиляторами № 4 и 14 при расходе  $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Необходимым условием работы сушилки является некоторое избыточное давление воздуха внутри сушильного туннеля, при этом не допускается приток воздуха в сушилку через створки двери и другие зазоры.

Сушильный туннель разделен на две зоны сушки: первая со стороны входа в туннель — зона предварительной сушки изделий, в ней расположено два шкафа; вторая — зона окончательной сушки, включает десять шкафов. Зоны сушки разделены между собой перегородкой, а для прохода через них кассет имеются створки.

В обеих зонах сушильного туннеля автоматически поддерживаются необходимая температура ( $35 \dots 41 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и относительная влаж-

ность сушильного агента (55...85%) путем регулировки работы калорифера и электромагнитного вентиля. Расход теплоты на сушку изделий  $(2...2,1)10^6$  кДж/ч.

Работа сушилки осуществляется в следующем порядке. На два конвейера штабелируются вплотную друг к другу стопки кассет 2 с сырыми макаронами по 22 кассеты в высоту и по две в ширину на каждый конвейер. Всего в сушилке устанавливаются до 1816 кассет с продуктом. По мере движения конвейера кассеты своей массой открывают створки сушильного туннеля и обдуваются воздушным потоком от осевых вентиляторов.

После сушки кассеты 10 с высушенными макаронами поступают с цепных конвейеров на роликовые, с которых изделия направляются на упаковывание.

Возврат пустых кассет производится ленточным конвейером, который имеет направление, противоположное цепным конвейерам. Кассеты 8 по одной укладываются на горизонтальную часть ленточного конвейера, расположенного между роликовыми конвейерами, затем перемещаются над сушильным туннелем к лотку 1 для спуска их к месту загрузки. Скатываясь по лотку, кассеты могут накапливаться в его горизонтальной части, поэтому при заполнении лотка кассетами под действием их массы подвижная часть горизонтальной направляющей лотка опускается, срабатывает конечный выключатель, который останавливает конвейер возврата кассет.

Производительность сушилки  $P_c$  (кг/с) определяют по формуле

$$P_c = G'/\tau_c,$$

где  $G'$  — вместимость сушилки, кг ( $G' = n'q'$ , где  $n'$  — число кассет в сушилке;  $q'$  — вместимость одной кассеты, кг);  $\tau_c$  — продолжительность сушки, с.

Продолжительность сушки  $\tau_c$  (с) определяют по формуле

$$\tau_c = nl/v,$$

где  $n$  — число вентиляционных установок в ряду;  $l$  — длина одной вентиляционной установки, м;  $v$  — скорость движения цепных конвейеров, м/с.

### 4.3.3. Особенности обслуживания сушилок

Для эффективного использования сушилок в макаронной отрасли необходимо осуществить следующие мероприятия:

установить скорость движения конвейерных лент в соответствии с необходимой продолжительностью сушки макаронных изделий (см. табл. 4.3);

для предотвращения просыпания изделий и уменьшения количества отходов рекомендуются сетки, диаметр отверстий которых не превышает минимальный диаметр продукта;

для более надежной фиксации конвейерной ленты на барабанах и увеличения срока ее службы края ленты обклеить полосками из фильтр-белтинга шириной 240 и толщиной 2 мм (в качестве клея можно использовать поливинилацетатную эмульсию);

для предотвращения попадания в изделия металлических примесей над выводным лотком сушилки установить магниты;

регулярно следить за наличием воды в бачках психрометра, производить смазку всех механизмов сушилки, поддерживать постоянное давление пара, контролировать натяжение лент конвейеров;

щитки в местах пересыпания продукта с ленты на ленту должны быть плотно подогнаны к лентам во избежание просыпания продукта и попадания сырого продукта в сухой;

периодически, не реже одного раза в неделю, при остановке сушилки очищать сушильную камеру и калориферы от мучели и россыпей;

при работе сушилок дверцы и щитки камер должны быть плотно закрыты.

Режим сушки изделий в сушилках устанавливается по программе и в зависимости от ассортимента продукта.

### Контрольные вопросы

1. Как устроена и работает установка для предварительной подсушки макарон?
2. Как устроена и работает конвейерная ленточная сушилка КСК-45?
3. Как устроена и работает шкафная сушилка ВВП?
4. Как устроены и работают автоматизированные сушилки в линии ЛМГ?
5. Как устроена и работает сушилка ЛС2-А?
6. Каковы основные правила и приемы обслуживания сушилок?

## 4.4. НАКОПИТЕЛИ-СТАБИЛИЗАТОРЫ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Накопители-стабилизаторы представляют собой установки различной вместимости, в которые после сушки поступают макаронные изделия, где накапливаются в течение одной или двух смен и стабилизируются\* до температуры, необходимой для их упаковки. Накопление продукта позволяет рационально использовать фасовочное оборудование и организовать фасовку изделий в 1 ... 2 смены. Данные установки подразделяются по способу раз-

\* Остывают без изменения влажности продукта.

мещения изделий на два типа: бункерные и конвейерные; по назначению — для коротких и длинных макаронных изделий.

Здесь рассматриваются накопители-стабилизаторы для коротких макаронных изделий.

**Бункерный накопитель-стабилизатор для коротких макаронных изделий.** Он состоит из восьми бункеров 3 (рис. 4.28), ленточного конвейера загрузки 5, двух ленточных конвейеров выгрузки 14 и площадки для обслуживания 4.

Бункеры установлены на опорах и соединены металлическими планками. Внутри каждого бункера для загрузки изделий установлена труба 7, выполненная в виде отдельных направляющих шиберов 8, расположенных один под другим под определенным углом. Нижняя часть бункера конусная и оканчивается разгрузочным патрубком 13. Патрубок разгрузки свободно вращается с помощью поворотного затвора 12 и может устанавливаться над лентой одного из конвейеров выгрузки в зависимости от ассортимента изделий в бункере и подачи их на соответствующий фасовочно-упаковочный автомат. Для наблюдения за процессом загрузки в боковых стенках бункера имеются смотровые окна 2.

Сверху бункеров на рельсовом пути 10 установлен ленточный конвейер загрузки 5. Ширина ленты транспортера 300 мм, скорость движения 0,3 м/с. Сбоку по всей длине бункеров расположена площадка для обслуживания, в начале которой установлена лестница 11 с поручнями.

Элеватор 9 подает изделия на конвейер загрузки, который, передвигаясь по рельсам, ссыпает изделия через воронки 6 загрузочных труб. Внутри бункеров изделия перемещаются по наклонным козырькам и постепенно заполняют внутренний объем ( $4 \text{ м}^3$ ). Продукт накапливается в бункерах и стабилизируется, охлаждаясь до температуры помещения. С помощью разгрузочных патрубков изделия из бункеров направляются на конвейеры выгрузки 14.

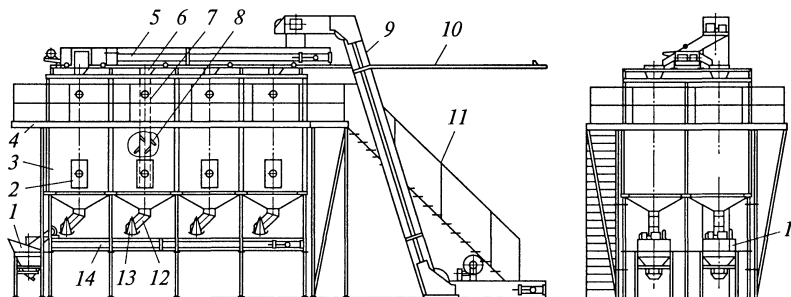


Рис. 4.28. Бункерный накопитель-стабилизатор

от которых поступают в вибробункер *I*, а от него наклонным элеватором подаются к бункерам фасовочных автоматов. Вместимость бункера *V* (кг) определяют по формуле

$$V = (V_1 + V_2)\rho_n,$$

где  $V_1$  — объем прямоугольной части бункера, м<sup>3</sup>;  $V_2$  — объем пирамидального днища бункера, м<sup>3</sup>;  $\rho_n$  — насыпная плотность изделий, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_n = 300 \dots 350$  кг/м<sup>3</sup>).

Необходимое количество бункеров *k* определяют по формуле

$$k = Q\tau/V,$$

где  $Q$  — производительность линии, кг/ч;  $\tau$  — максимальная продолжительность стабилизации изделий, ч.

**Конвейерный накопитель-стабилизатор для коротких макаронных изделий.** Эта установка состоит из наклонного ленточного конвейера загрузки *12* (рис. 4.29), двух ленточных конвейеров для стабилизации *7* с приводным механизмом, конвейера выгрузки *2* с приводным механизмом и вентиляционной системы *11*.

Каркас установки секционный, сборный, облицован со всех сторон металлическими панелями. С торцевой стороны каркаса под углом 30° установлен наклонный ленточный конвейер. В качестве

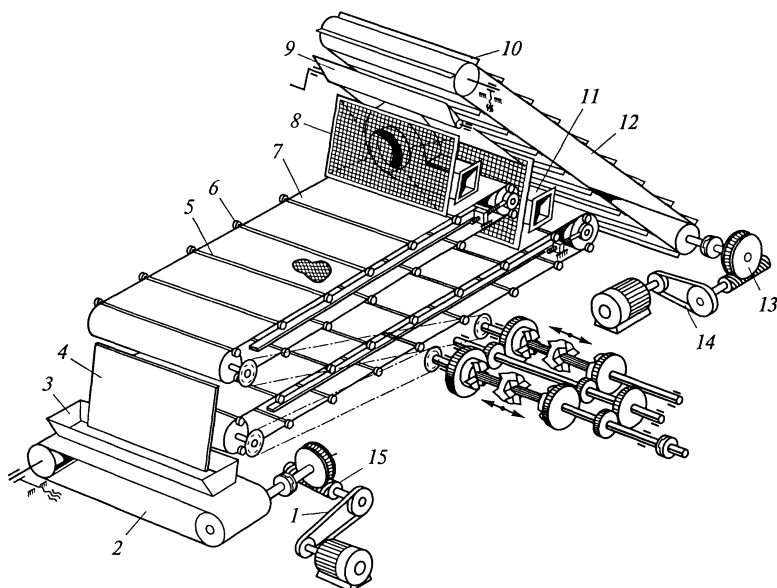


Рис. 4.29. Конвейерный накопитель-стабилизатор для коротких макаронных изделий

несущей ленты служит нейлоновая сетка шириной 1750 мм, поперек которой по всей длине закреплены накладные планки 10, не позволяющие продукту сползть вниз.

Привод наклонного конвейера осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу 14 и редуктор 13. Скорость движения ленты конвейера 0,2 м/с.

Ленточные конвейеры для стабилизации имеют рабочую ширину ленты 1750 мм, длина их различна: верхний — 800 мм, нижний — 9000 мм. Лента изготовлена из нейлоновой сетки, поперек которой установлены специальные профили 5 с роликами 6 на концах для исключения провисания ленты. Привод конвейерных лент каждого яруса осуществляется независимо, причем один ярус может работать на загрузку ( $v = 0,00028$  м/с), а другой — на выгрузку ( $v = 0,0105$  м/с). Это осуществляется переключением зубчатых передач в коробке скоростей.

Ленточный конвейер 2 выгрузки расположен под концом нижнего конвейера-стабилизатора, в одной плоскости и перпендикулярно его оси. Конвейерная лента шириной 500 мм имеет скорость 0,2 м/с. Ее привод осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу 1 и червячный редуктор 15 с общим максимальным передаточным отношением привода  $u = 43$ .

Вентиляционная система установки служит для обдува изделий в момент их поступления с наклонного загрузочного конвейера на ленты транспортеров-стабилизаторов. Для этого в начале каждого яруса установлено по центробежному вентилятору производительностью 2000 м<sup>3</sup> воздуха в час.

Работа накопителя осуществляется в такой последовательности. Макароны из сушилки попадают на наклонный конвейер, с которого поворотом специального шиберы 9 продукт направляется на тот или иной ярус. Высота слоя продукта на ярусе до 600 мм. Одновременно на обоих ярусах может находиться до 6 т изделий. Во время скольжения продукта по перфорированной наклонной плоскости 8 через каждый его слой вентилятором продувается воздух. С помощью вентиляторов в ярусах осуществляется постоянный обмен воздуха. С лент стабилизатора продукт по наклонной плоскости 4 или направляющему лотку 3 поступает на конвейер 2 выгрузки, после которого проходит через вращающийся магнитный сепаратор для улавливания ферропримесей, а затем поступает на упаковку.

Длину ленточного конвейера  $l$  (м) рассчитывают по формуле

$$l = m / (b h \rho_n n),$$

где  $m$  — масса продукции на ленте, кг;  $b$  — ширина ленты конвейера, м;  $h$  — высота слоя продукта на ленте, м;  $n$  — число конвейеров.

Скорость ленточного конвейера при загрузке  $v$  (м/с) определяют по формуле

$$v = l/\tau,$$

где  $\tau$  — продолжительность стабилизации, с. Скорость ленточных конвейеров  $v_1$  при выгрузке (м/с) определяют по формуле  $v_1 = (30 - 40) v$ .

Производительность ленточного конвейера при выгрузке  $\Pi_v$  (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi_v = Fv_1\rho_n,$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения продукта на ленте,  $\text{м}^2$ .

**Конвейерный накопитель-стабилизатор для коротких макаронных изделий в линии ЛМГ.** Представляет собой однокамерный туннель, где на шести ярусах размещаются бастуны с высушенными изделиями. Внутри и снаружи на каркасе установлены следующие сборочные единицы: привод вертикального цепного конвейера подъема бастунов, шесть горизонтальных цепных конвейеров, каждый с механизмом распределения и индивидуальным механизмом привода, привод съема бастунов, обшивка стабилизатора внутренняя и наружная.

На рис. 4.30 приведена кинематическая схема конвейерного накопителя-стабилизатора ЛМГ.

Вертикальный цепной конвейер подъема бастунов 1 (см. рис. 4.30, а) состоит из двух параллельных цепей с закрепленными на них зубьями, несущих бастуны с изделиями 3. Он передает бастуны с нижнего яруса сушилки для окончательной сушки на любой ярус стабилизатора. Привод его осуществляется от привода вертикального перемещения гребенок камеры сушилки для окончательной сушки через два конических редуктора 9. Скорость движения конвейера 0,063 м/с.

При подходе к заданному ярусу планка механизма распределения 2 снимает бастун с конвейера подъема и бастун своими цапфами соскальзывает на горизонтальный цепной конвейер яруса и фиксируется на нем через шаг 25,4 мм с помощью специальных звездочек. Всего на одном ярусе находится 651 бастун с изделиями. Каждый горизонтальный цепной конвейер яруса приводится в движение от индивидуального привода, включающего мотор-редуктор 1 (см. рис. 4.30, б) мощностью 0,1 кВт, двухступенчатый редуктор 2 и систему цепных передач. Скорость движения цепного конвейера 0,0045 м/с. Работа яруса на загрузку осуществляется автоматически с помощью конечных выключателей и поступающих бастунов из сушилки для окончательной сушки. Заполнение яруса бастунами контролируется конечными выключателями с подачей звукового и светового сигналов. Конструкция накопителя-стабилизатора позволяет осуществлять загрузку и разгрузку любого яруса по выбору.

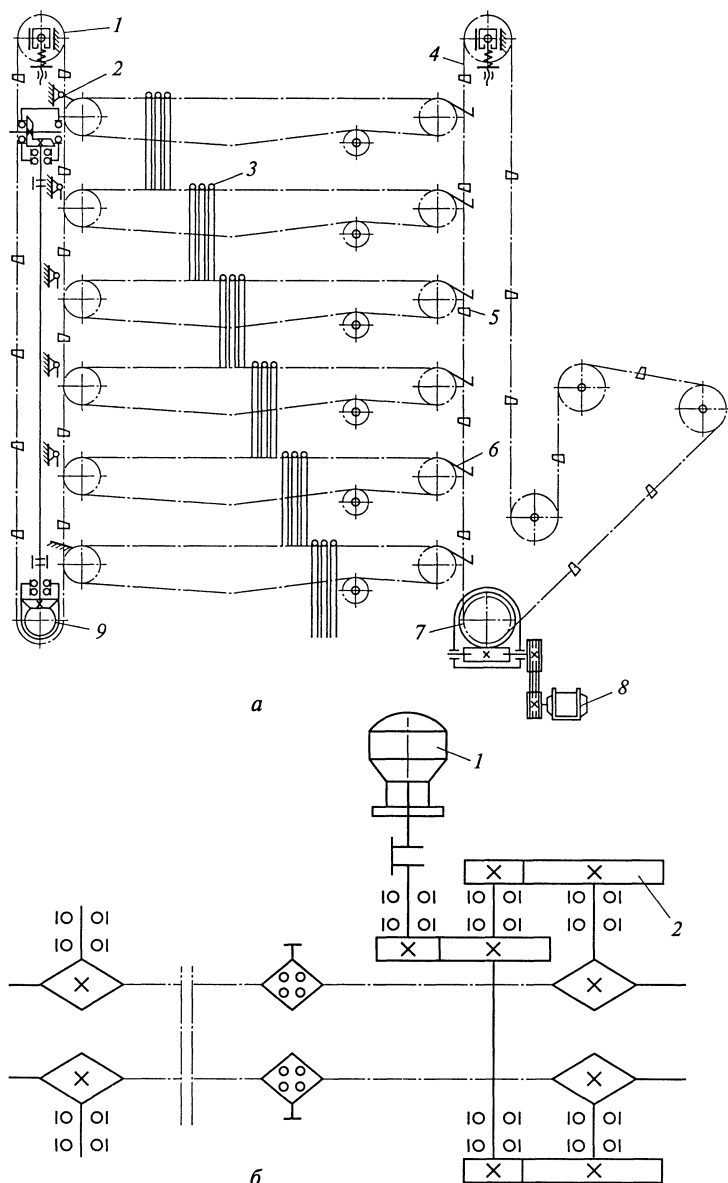


Рис. 4.30. Кинематическая схема конвейерного накопителя-стабилизатора для коротких макаронных изделий в линии ЛМТ:

*a* — привод съема бастунов; *б* — привод яруса

В конце накопителя находится вертикальный цепной конвейер 4 (см. рис. 4.30, а) съема бастунов, на осях цепей которого через шаг 648 мм закреплены люльки 5 для бастунов. Люльки свободно вращаются в осях и из любого положения самопроизвольно возвращаются в свое рабочее положение за счет смещения центра тяжести. Конвейер приводится в движение от электродвигателя 8 мощностью 0,4 кВт через клиноременную передачу и червячный редуктор 7. Скорость движения конвейера 0,063 или 0,088 м/с. После заполнения яруса цапфы бастунов в конце яруса соскальзывают в специальные ловушки 6, откуда подхватываются люльками конвейера съема бастунов и подаются на машину для съема и резки изделий. Изделия, висящие на бастунах, на выходе из камеры проходят через щетку, которая удаляет с продукта мучель и крошку, а свободные люльки разгрузочного конвейера вновь возвращаются в камеру для приема новых бастунов. Продолжительность цикла выдачи бастуна 5...10 с.

**Виброохладители.** На средних и малых предприятиях используют виброохладители, которые охлаждают продукт после сушки без его стабилизации.

Для охлаждения продукта, выходящего из сушилки, до температуры 30...35 °С (температуры упаковочного отделения) предназначены полочный и шахтный виброохладители. *Полочный виброохладитель* (рис. 4.31) представляет собой камеру 5 размерами

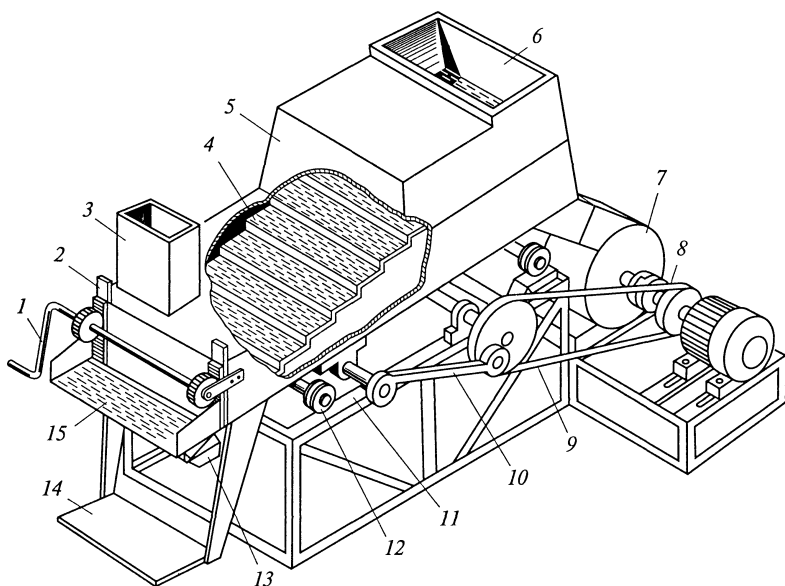


Рис. 4.31. Полочный виброохладитель

3000×500×1000 мм. Нижняя часть камеры прикреплена к двум осям, на концах которых укреплены подшипники 12 качения, опирающиеся на раму 11, которая изготовлена из уголкового стали.

Внутри камеры ступенчато расположены девять перфорированных металлических полок 4. К выходной части камеры прикреплен лоток 15, в днище которого находится блок постоянных магнитов 13 для улавливания металлических примесей, и кронштейн 14, на котором размещается тара. Торцевое отверстие камеры перекрывается заслонкой с помощью зубчатой передачи 2 и рукоятки 1.

Возвратно-поступательное движение камера получает от электродвигателя 8 через клиноременную передачу 9, эксцентрик и шатун 10.

Работа виброохладителя заключается в следующем. Изделия направляются в приемную часть 6 вибрирующей камеры и постепенно заполняют ее внутренний объем над перфорированными полками. Воздушный поток от центробежного вентилятора 7 подается в нижнюю часть камеры, проходит сквозь отверстия полок и постепенно охлаждает изделия. Отработанный теплый воздух выходит из камеры через патрубок 3. Продолжительность охлаждения продукта 10...15 мин. Для заполнения установленной на кронштейне тары открывают с помощью рукоятки 1 шибер, при этом имеется возможность регулировать количество выходящего продукта.

**Шахтный виброохладитель** (рис. 4.32) состоит из бункера-охладителя 7, вибрационного конвейера с механизмом привода. Бункер-охладитель имеет форму параллелепипеда, две боковые узкие стенки его закрыты металлическими листами, две широкие имеют шиберы 6, направленные внутрь с углом наклона 30°. На одной из боковых стенок закреплен патрубок 9, соединенный с воздухопроводом центробежным вентилятором № 3.

Вибрационный конвейер представляет собой лоток 13, прикрепленный к каркасу 10 (угол наклона 3°) с помощью четырех пластинчатых пружин. В конце лотка имеется окно 3 размерами 250×350 мм, закрытое штампованным ситом (ячейка 2 мм). Под ситом установлен блок 2 постоянных магнитов. На боковой стенке лотка

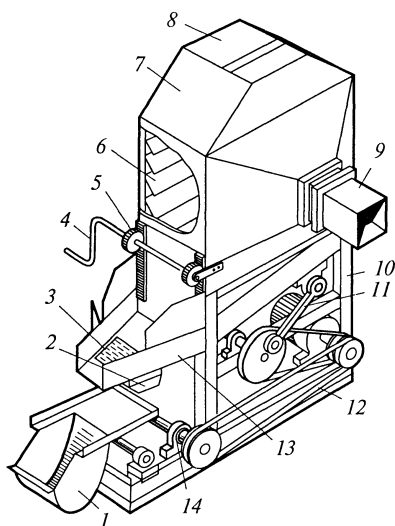


Рис. 4.32. Шахтный виброохладитель

ка имеется заслонка для предотвращения выхода продукта. Движение заслонки осуществляется с помощью рукоятки 4 и зубчатой передачи 5.

Привод лотка осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, эксцентрик и шатун 11. От этого же привода через клиноременную передачу 12 и эксцентрик 14 осуществляется возвратно-поступательное движение площадки 1.

Продукт поступает в виброохладитель через отверстие 8 и охлаждается только при заполненном бункере. Воздух для охлаждения продукта направляется сквозь его слой и через боковые шибберы продувается с помощью центробежного вентилятора. Отработанный воздух направляется для очистки в циклон. При движении продукта по лотку через сетку улавливаются металлические примеси. Загрузка изделий осуществляется в ящики или мешки. Для лучшего уплотнения продукта в таре площадка 1 совершает возвратно-поступательное движение от общего привода. В случае установки мешка в площадке имеется углубление, а верхний край мешка закрепляется на конце лотка с помощью фиксатора. Пропускная способность виброохладителя 1250 кг/ч.

### Контрольные вопросы

1. Как охлаждаются макароны в бункерном накопителе-стабилизаторе?
2. Как устроен и работает конвейерный накопитель-стабилизатор?
3. Из скольких конвейеров (горизонтальных и вертикальных) состоит накопитель-стабилизатор линии ЛМГ?
4. По какому принципу работают вибрационные охладители?

## ГЛАВА 5

# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

Изготовление карамели, конфет, шоколада, мармелада, пастилы, зефира, халвы и т.п. осуществляется на специализированном оборудовании, предназначенном для выполнения необходимых операций технологического производства.

### 5.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРАМЕЛИ

Карамельные изделия составляют около 20...22 % всей изготавливаемой кондитерской продукции в стране.

Основным сырьем для производства карамели являются сахар, патока и различные фруктово-ягодные заготовки. Кроме фруктовых масс при изготовлении карамели различного ассортимента для начинок применяются различные помадные, орехово-шоколадные, ликерные, молочные, сбивные и другие кондитерские массы.

Карамель изготавливают увариванием предварительно приготовленного сахаропаточного карамельного сиропа с содержанием влаги 15...16 % в карамельную массу с содержанием влаги 1,5...2,5 % и последующим формованием охлажденной и обработанной карамельной массы. Отформованную карамель затем охлаждают до 40...45 °С, завертывают или фасуют в пачки и упаковывают в торговую тару.

Ассортимент карамели подразделяется на две основные группы: карамель с различными начинками, составляющая примерно 90 %, и леденцовая карамель без начинки. Карамель с начинками выпускается завернутой или открытой (без обертки), фасованной.

Открытую карамель, изготавливаемую обычно в форме мелкой «подушечки», «шарика» и т.п., для повышения стойкости против увлажнения и слипания гляncуют, нанося на поверхность карамели тонкий воскожировой слой (глянец), или покрывают защитным слоем сахара-песка, какао-порошка и т.п. (обсыпка, дражирование, кондирование). Глянцованную карамель фасуют в картонные коробки (пачки) или в целлофановые пакеты.

Леденцовую карамель выпускают в форме параллелепипеда (с двумя прямоугольными или квадратными гранями) с поштучной заверткой («Театральная», «Дюшес», «Барбарис», «Мятная» и т.п.),

в виде карамельных таблеток, завернутых в тюбики, в виде штампованных фигурок (монпансье), фасованных преимущественно в жесткие коробки.

### 5.1.1. Оборудование для приготовления карамельной массы

Процесс приготовления карамельной массы складывается из процессов приготовления сахаропаточного сиропа, его уваривания до получения карамельной массы, охлаждения и насыщения воздухом карамельной массы. Эти процессы осуществляются машинами и аппаратами периодического и непрерывного действия: диссуторами, варочными котлами, вакуум-аппаратами, технологическими комплексами, охлаждающими машинами.

**Диссуторы.** Для растворения сахара, приготовления сиропов, роспуска возвратных отходов и т. п. в кондитерской промышленности применяются диссуторы, представляющие собой металлические емкости цилиндрической или прямоугольной формы с барботерами и змеевиками.

На рис. 5.1 показан цилиндрический диссутор, который состоит из стальной обечайки 11, наклонного или сферического днища 12, люка 9 для загрузки сахара и подачи воды, паропровода 8 с барботером 13, змеевика 7 для подогрева смеси, крышки 6, трубопровода 5 для подачи патоки или инвертного сиропа, трубы 4 для отвода вторичного пара. Наружная поверхность покрыта изоляцией 10. Через штуцер 3 отводится готовый сироп, через штуцер 1 — конденсат в конденсатоотводчик 2.

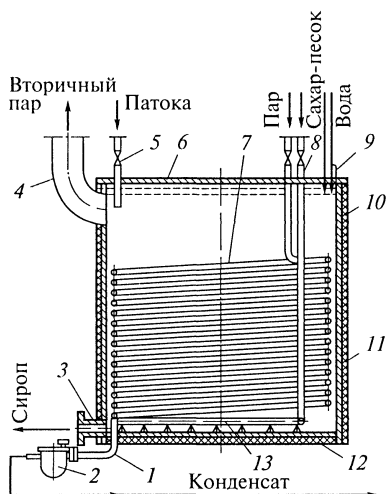


Рис. 5.1. Цилиндрический диссутор

Размеры диссуторов могут быть разными в зависимости от требуемого количества сиропа.

Недостатками диссуторов являются невысокое качество получаемого сиропа, периодичность процесса, применение ручного труда.

**Варочные котлы.** Варочный котел 28-А вместимостью 150 л с механической мешалкой может быть использован для получения сиропов, уваривания густых масс или в качестве tempering receptacle для начинок и других масс.

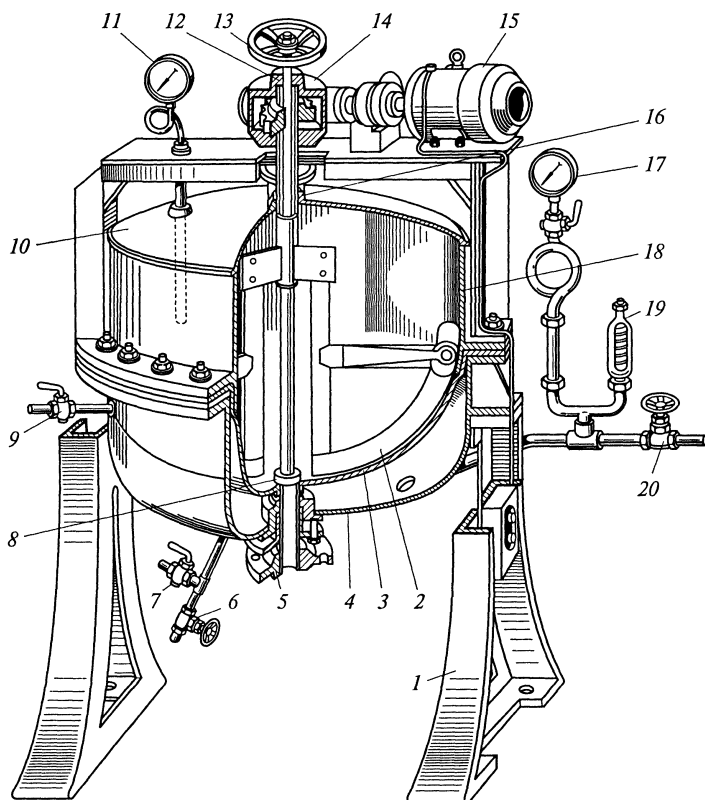


Рис. 5.2. Варочный котел 28-А

Варочный котел (рис. 5.2) состоит из медной полусферической чаши 3 с медной обечайкой 18. Чаша помещена в стальную паровую рубашку 4 и соединена с ней на прокладке с помощью фланцев и болтов. Котел установлен на двух чугунных стойках 1.

Пар для подогрева подводится через вентиль 20. Конденсат отводится через вентиль 6 в нижней части паровой рубашки, спуск конденсата производится через кран 7. К котлу подсоединяется конденсатоотводчик.

Котел имеет крышку 10 с люком для загрузки и осмотра и штуцером 16 для отвода вторичного пара. Во время варки масса в чаше перемешивается якорной мешалкой 2, приводимой в движение электродвигателем 15 через червячный редуктор 14. В нижней части котла для слива готовой массы расположен штуцер 5, который во время варки перекрывается клапаном 8. При разгрузке

котла отверстие штуцера открывается путем поднятия клапана 8 вверх при помощи вертикального винта 12 с маховичком 13.

Котел снабжен манометром 17, предохранительным клапаном 19, манометрическим термометром 11 и краном для спуска воздуха 9.

Производительность варочного котла периодического действия  $\Pi$  (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi = 60 G / (\tau_3 + \tau_o + \tau_p),$$

где  $G$  — масса загруженного в котел продукта, кг;  $\tau_3$  — продолжительность загрузки продукта в котел, мин;  $\tau_o$  — продолжительность обработки (нагрева, растворения, уваривания) продукта, мин;  $\tau_p$  — продолжительность работы котла, мин.

**Вакуум-аппараты.** *Универсальный варочный вакуум-аппарат М-184* (рис. 5.3) с автоматической разгрузкой предназначен для уваривания в небольших количествах ирисной, карамельной и желейной масс, начинок и других кондитерских масс и состоит из двух котлов: верхнего, двутельного, 7 и нижнего, приемного, 26, расположенных друг над другом.

Верхний, двутельный, котел служит для уваривания массы (при атмосферном давлении) и представляет собой полусферическую медную чашу, заключенную в чугунную паровую рубашку, в которую через вентиль 17 подается греющий пар. Конденсат отводится через патрубок 5.

Во время уваривания масса в чаше перемешивается якорной мешалкой 9, привод которой осуществляется от электродвигателя 6 через ременную передачу 8 и конический редуктор 11. Чаша верхнего котла закрыта крышкой 10 с приемной воронкой и штуцерами для загрузки и отвода вторичного пара. Через штуцер 20, закрываемый клапаном 19, уваренная масса сливается в нижний приемный котел. Клапан 19 открывается при помощи вертикального штока, связанного с пневматическим клапаном 12.

Перед сливом массы в нижний котел 26 его прижимают к крышке 3 верхнего котла при помощи ножной педали. Нижний, приемный, котел представляет собой медный сосуд с полусферическим днищем. Цапфы этого котла свободно лежат в гнездах поворотной вилки 1, которая находится на оси 2, укрепленной на левой стойке станины.

По окончании процесса уваривания вилка 1 с нижним котлом 26 поворачивается вокруг оси и нижний котел выводится из-под крышки 3 для разгрузки. Крышка 3 имеет два смотровых окна для наблюдения за процессом слива массы из верхнего котла.

Аппарат снабжен манометрическим термометром 13, манометром 15, вакуумметром 14, предохранительным клапаном 16 и имеет кнопочное управление 4 электродвигателями 6 и 23.

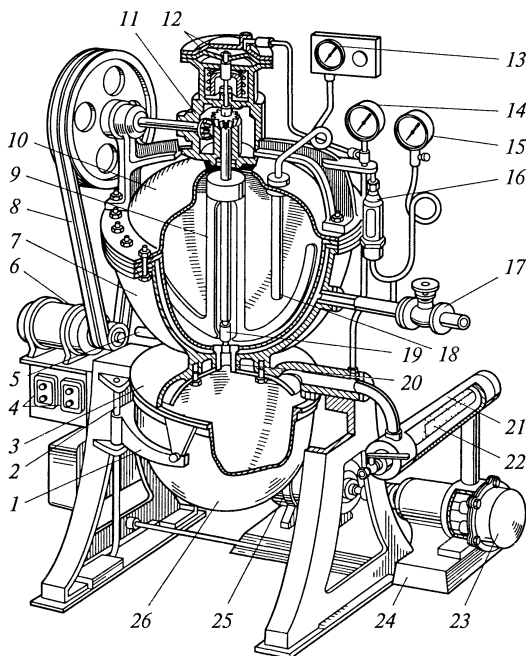


Рис. 5.3. Универсальный варочный вакуум-аппарат М-184

Встроенный в аппарат малогабаритный ротационный мокро-воздушный водокольцевой вакуум-насос 23, откачивая через конденсатор 21 воздушно-водяную смесь, создает разрежение в нижнем котле и в пневматическом клапане 12, открывающем отверстие для слива массы в нижний котел 26. При этом благодаря разрежению ускоряется слив массы в котел и происходит процесс интенсивного самоиспарения, ведущий к дополнительному удалению влаги из массы, отсасываемой из верхнего котла в нижний. За счет самоиспарения влаги температура массы значительно понижается.

Вакуум-насос 23 смонтирован на отдельной плите 24, укрепленной на стойках аппарата, и приводится в движение от электродвигателя 25.

Конденсатор 21 представляет собой трубу, подсоединенную одним концом к крышке 3 трубой 20 аппарата, а другим — к насосу. Внутри конденсатора через трубу 22 с отверстиями подводится холодная вода, которая вытекает тонкими струйками и создает водяную завесу, конденсируя вторичный пар.

Работа аппарата осуществляется в следующем порядке. В верхний котел загружают компоненты смеси или предварительно при-

готовленную смесь увариваемой массы, включают пар и мешалку. Контроль за температурой массы производится по контактному манометрическому термометру 13, термобаллон 18 которого погружен в увариваемую массу. Как только ее температура достигнет требуемого значения, автоматически включаются перепускной клапан 12 слива массы в нижний котел, электродвигатель 25 ротационного вакуум-насоса и подача воды в конденсатор. Когда уваренная масса полностью сольется в нижний котел, останавливают вакуум-насос, закрывают вентиль подачи воды в конденсатор и осуществляют выгрузку уваренной массы.

*Змеевиковые вакуум-аппараты* предназначены главным образом для приготовления карамельной массы путем выпаривания избыточной влаги из карамельного сиропа.

Змеевиковые аппараты также широко применяются в сироповарочных станциях при приготовлении сиропа, в агрегатах для уваривания фруктово-ягодных начинок, в универсальных станциях для уваривания конфетных, ирисных, желейных, мармеладных и других масс.

Кондитерская промышленность в настоящее время оснащена в основном унифицированными змеевиковыми аппаратами.

Унифицированный змеевиковый вакуум-аппарат 33-А с ручной выгрузкой массы (рис. 5.4) состоит из трех частей: греющей I, выпарной II и сепаратора-ловушки III. Греющая и выпарная части соединены между собой трубопроводом. Ловушку устанавливают на трубопроводе, соединяющем выпарную камеру с конденсатором смешивания и вакуум-насосом.

Греющая часть I представляет собой цилиндрический стальной корпус 4 с приваренным к нему штампованным стальным днищем в нижней части и съемной крышкой 6. Внутри корпуса смонтирован медный змеевик 5, имеющий два ряда витков, последовательно соединенных между собой. Нижний конец змеевика присоединяется к трубопроводу от сиропного плунжерного насоса, питающего вакуум-аппарат, а верхний — к соединительному трубопроводу 10, идущему в выпарную часть вакуум-аппарата, которая, в свою очередь, соединяется трубопроводом с конденсатором смешивания поршневого мокровоздушного вакуум-насоса.

В верхней части корпуса 4 греющей части аппарата расположен штуцер для подачи греющего пара: на крышке смонтированы манометр 7, предохранительный клапан 8 и кран 9 для выпуска воздуха. В днище аппарата установлен штуцер 2 для подачи сиропа, штуцер 1 для спуска конденсата и кран 3 для продувки аппарата.

Выпарная часть II вакуум-аппарата состоит из двух стальных обечаек (верхней 23 и нижней 22) и нижнего стального конуса 17, соединенных между собой фланцами и откидными болтами. Между обечайками помещена конусная медная чаша 20, горловина которой перекрывается клапаном 18. Конусная чаша, полость верх-

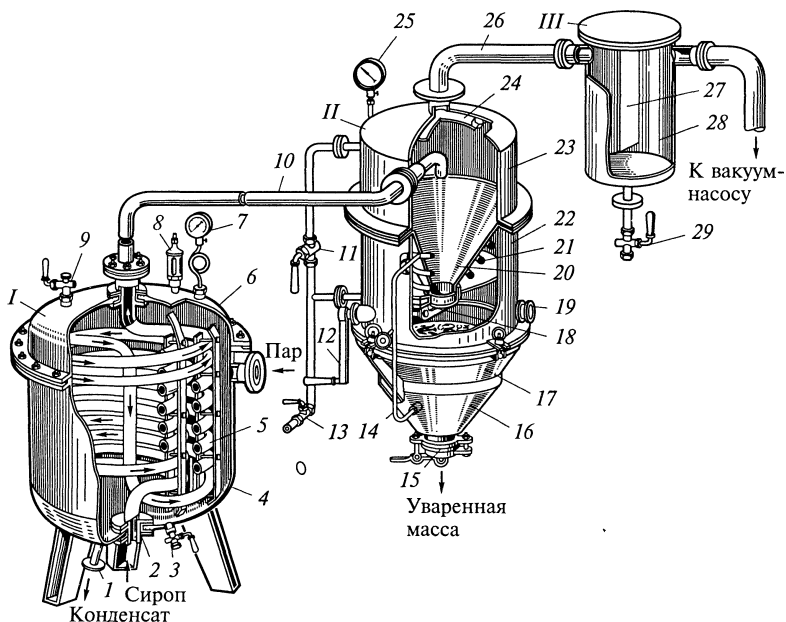


Рис. 5.4. Унифицированный змеевиковый вакуум-аппарат 33-А

ней обечайки и сферическая стальная крышка образуют верхнюю вакуум-камеру вместимостью 140 л. Для предотвращения застывания увариваемой массы на стенках конусной чаши 20 с наружной стороны смонтирован змеевик 21, в котором циркулирует греющий пар, подаваемый через трубу 14.

Верхний внутренний клапан 18, открываемый и закрываемый с помощью рукоятки 12, служит для обеспечения непрерывности процесса уваривания (при выгрузке готовой массы он перекрыт) и для выпуска из верхней камеры в нижний приемный конус карамельной массы, скапливающейся во время разгрузки аппарата.

На верхней обечайке вакуум-камеры со стороны рабочего места смонтирован вакуумметр 25 для контроля за разрежением.

Нижний стальной конус 17 вакуум-камеры для предотвращения застывания подготовленной к выгрузке карамельной массы на  $\frac{3}{4}$  высоты омывается греющим паром, подаваемым в паровую рубашку 16 по трубе 14. Воздух из рубашки 16 выпускается через воздушный кран, а готовая карамельная масса — через наружный клапан 15 с рукояткой. За выходом карамельной массы можно наблюдать через смотровые стекла 19 в нижней приемной части вакуум-камеры. Для сообщения верхней вакуум-камеры с нижним

приемником и нижнего приемника с атмосферой предусмотрена соединительная труба с кранами 11 и 13.

Выпарную часть вакуум-аппарата крепят на тягах к потолку или на кронштейнах к стене.

Змеевиковые вакуум-аппараты этого типа удобны для установки в поточных линиях производства карамели и не требуют сооружения специальных площадок для монтажа греющей части аппарата. Кроме того, греющая часть вакуум-аппарата вместе с плунжерным сиропным насосом и мокровоздушным вакуум-насосом может быть установлена на некотором расстоянии от выпарной части вакуум-аппарата или в другом помещении, что обеспечивает лучшее санитарное состояние цеха.

Сепаратор-ловушка III, предназначенный для задерживания частиц карамельной массы, уносимых вторичным паром, представляет собой цилиндрический стальной сосуд 28 с плоской крышкой и перегородкой 27 внутри, расположенной напротив входного патрубка. Задержанные частицы карамельной массы отводятся через нижний патрубок ловушки с краном 29 для последующей переработки.

Карамельный сироп из расходного сиропного бака плунжерным насосом непрерывно нагнетается в змеевик аппарата под давлением 0,4 МПа. Одновременно в корпус греющей части аппарата через верхний штуцер подается греющий пар. В паровом пространстве аппарата греющий пар омывает змеевик 5 и конденсируется. Конденсат непрерывно отводится через штуцер 1 в конденсатоотводчик.

Давление греющего пара контролируется манометром 7, в случае увеличения давления пара сверх допустимого срабатывает предохранительный клапан 8.

Поступающий в двоянный змеевик карамельный сироп поднимается сначала по виткам внутреннего змеевика, затем переходит по вертикальной соединительной трубе в нижний виток наружного змеевика и движется далее вверх по его виткам. Из верхнего витка наружного змеевика карамельная масса переходит по соединительному трубопроводу 10 в вакуум-камеру аппарата, в которой с помощью конденсатора смешивания создается разрежение, поддерживаемое поршневым мокровоздушным вакуум-насосом, присоединяемым к вакуум-камере. Карамельная масса, получаемая в результате уваривания карамельного сиропа в змеевике, непрерывно поступает в вакуум-камеру, при этом процесс уваривания массы до конечной влажности 1,5... 2,5 % продолжается благодаря интенсивному самоиспарению влаги в разреженном пространстве.

Вторичный пар, выделяющийся из сиропа при его уваривании, и воздух, подсасываемый при периодической разгрузке вакуум-камеры, устремляются из вакуум-камеры по трубопрово-

ду 26 через ловушку 28 в конденсатор смешивания, куда непрерывно подается охлаждающая вода. Вторичный пар охлаждается и конденсируется.

Поступающий в конденсатор вторичный пар занимает значительный объем: 1 кг пара занимает до 10 м<sup>3</sup> объема; при превращении пара в воду 1 кг воды займет объем около 1 л. Из-за такого резкого сокращения объема и создается разрежение в конденсаторе и вакуум-камере. Образующаяся в конденсаторе мокровоздушная смесь откачивается из него вакуум-насосом, благодаря чему постоянно поддерживается разрежение в конденсаторе и вакуум-камере.

Расположенный у сферической крышки вакуум-камеры отбойник 24 препятствует уносу карамельной массы в конденсатор.

По мере накопления готовой массы в вакуум-камере ее периодически, через каждые две минуты, выгружают, не нарушая непрерывности процесса уваривания.

Для выгрузки скопившейся готовой карамельной массы из нижнего конуса 17 вакуум-камеры при закрытом верхнем клапане 18 открывают нижний клапан 15 и одновременно соединяют нижний конус с атмосферой, открывая воздушный кран 13. После выгрузки карамельной массы закрывают нижний клапан 15 и кран 13, затем перед открыванием верхнего клапана 18 выравнивают давление в обеих частях вакуум-камеры, для чего при закрытом нижнем клапане 15 открывают кран 11, соединяющий верхнюю и нижнюю части камеры. После этого закрывают кран 11, открывают верхний клапан 18, и процесс уваривания продолжается с использованием полного объема обеих частей вакуум-камеры.

Выпускают два типоразмера унифицированного аппарата 33-А, различающиеся между собой лишь площадью поверхности теплообмена змеевиков и высотой нагревательной части. Производительность этих аппаратов составляет соответственно 500 и 1000 кг/ч карамельной массы.

Унифицированный змеевиковый вакуум-аппарат может снабжаться механическим или вакуумным устройством для автоматической выгрузки массы.

Перед началом работы аппарат нужно прогреть. Для этого следует открыть общий паровой вентиль и вентили для продувки змеевика и подогрева вакуум-камеры. Избыточное давление пара при этом должно быть не более 0,2 МПа. После прогрева аппарата необходимо закрыть вентиль продувки змеевика, а затем клапаны вакуум-камеры и нижнего приемного конуса, включить мокровоздушный вакуум-насос, открыть кран на сиропном трубопроводе, включить продуктовый насос (если аппарат оснащен автоматической выгрузкой, включить автомат выгрузки) и открыть вентиль на паровой линии для постепенного получения рабочего давления, указанного в паспорте.

Во избежание засахаривания змеевик не менее двух раз в смену промывают горячей водой температурой примерно 90 °С, пропуская ее через сиропный расходный бак, сиропный плунжерный насос и аппарат. При этом промывные сладкие воды отводят по специальным трубопроводам в сборник и после фильтрования используют при приготовлении сиропов и начинок.

Для удаления образующегося в процессе эксплуатации вакуум-аппарата нагара и накипи змеевик подвергают примерно раз в декаду тщательной протравке 2...3%-ным раствором каустической соды — гидроксидом натрия или (для ускорения протравки) его 5%-ным раствором в течение 30...40 мин, пропуская раствор через сиропный бак, плунжерный насос, змеевик, вакуум-камеру и обратно. После протравки аппарат тщательно промывают горячей водой.

При использовании змеевиковых вакуум-аппаратов для уваривания фруктово-ягодных начинок от начальной 40...50%-ной до конечной 17...20%-ной влажности избыточное давление греющего пара поддерживают в пределах 0,3...0,4 МПа, а вместимость вакуум-камеры для предотвращения уноса массы в конденсатор с вторичным паром увеличивают в 5...7 раз; кроме того, устанавливают ловушку, а остаточное давление в вакуум-камере поддерживают на уровне 45 кПа.

На практике начинки уваривают в змеевиковой греющей части аппаратов без вакуума. При этом вместо вакуум-камеры для отсоса вторичного пара устанавливают пароотделитель с вентилятором. Греющую часть змеевиковых аппаратов с пароотделителями используют также для непрерывного уваривания конфетных, ирисных, мармеладных и других кондитерских масс.

**Сироповарочные станции.** Описанные выше теплообменные аппараты и их вспомогательное оборудование обычно объединяют в агрегаты и станции. На кондитерских фабриках эксплуатируют станции для приготовления сиропов и начинок, а также карамелеварочные станции; в цехах небольшой производительности используют универсальные вакуум-варочные станции.

В зависимости от принятой технологии и имеющегося оборудования для приготовления карамельного сахаропаточного сиропа сироповарочные станции бывают с предварительным растворением сахара в воде при атмосферном давлении и последующим добавлением патоки (или инвертного сиропа) и с растворением сахара в патоке при повышенном давлении воды в небольших количествах.

На фабриках устанавливают агрегатированные сироповарочные станции различных типов и производительности периодического или непрерывного действия, при этом обычно одна общефабричная сироповарочная станция обслуживает несколько поточных линий производства карамели, а также другие виды производства, использующие сироп.

Сироповарочная станция ШСА-1 работает на основе растворения сахара в патоке под давлением с добавлением воды в небольших количествах, имеет наиболее короткий производственный цикл и позволяет получать сироп более высокого качества, что увеличивает срок хранения карамели.

Станция оснащена приборами технологического контроля и автоматическими регуляторами. На станции предусмотрены световая сигнализация и блокировка работы технологического оборудования, система автоматической продувки оборудования и трубопроводов. Электрическая аппаратура дистанционного управления, приборы и регуляторы устанавливаются на щите управления и контроля.

На станции можно готовить сахаропаточные, сахароинвертные и чисто сахарные сиропы.

Принципиальная схема работы сироповарочной станции ШСА-1 представлена на рис. 5.5. Из рецептурных сборников насосы-дозаторы 12 и 13 подают жидкие компоненты: патоку (или инвертный сироп) и воду в воронку 11 смесителя-растворителя 8. В эту же воронку ленточным дозатором 10 из бункера 9 подается сахар-песок. В смесителе компоненты перемешиваются и образуется кашеобразная масса влажностью 17...18 %.

Температура инвертного сиропа 40...50 °С, температура патоки, подаваемой в смеситель, 65...70 °С. В смесителе-растворителе 8 все компоненты рецептурной смеси перемешиваются и подогреваются паром до температуры 65...70 °С. Продолжительность заполнения смесителя 3...3,5 мин.

Полученная рецептурная смесь влажностью 17...18 %, представляющая собой кашу с не полностью растворенными кристал-

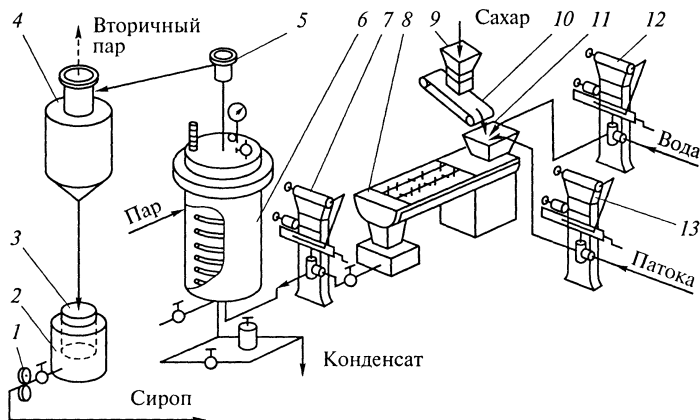


Рис. 5.5. Принципиальная схема работы сироповарочной станции ШСА-1

лами сахара, плунжерным насосом 7 подается в змеевиковую вращающую колонку 6, где кристаллы сахара за 1...1,5 мин полностью растворяются. Избыточное давление греющего пара поддерживается в пределах 0,45...0,55 МПа.

На выходе из греющей колонки змеевик соединяется с расширителем 5, внутри которого установлен диск с отверстием диаметром 10...15 мм. Диск оказывает сопротивление потоку движущегося сиропа, обеспечивая тем самым избыточное давление в змеевике 0,17...0,2 МПа.

Образовавшийся в сиропе вторичный пар удаляется в паротделителе 4. Вторичный пар отводится через верхний патрубок, к которому подсоединяется трубопровод, связанный с вентилятором. Готовый сироп собирается в нижней конической части паротделителя и отводится в сборник сиропа 2. Сборник снабжен фильтром 3 с ячейками диаметром 1 мм. По мере необходимости готовый сироп перекачивают к местам потребления шестеренным насосом 1. Благодаря короткому производственному циклу (не более 5 мин) и особенностям процесса растворения сахара в патоке под давлением сиропная станция позволяет получать светлый прозрачный сироп высокой концентрации (88 % сухих веществ) при низком содержании редуцирующих веществ в карамельной массе (до 14 %). При изготовлении чисто сахарного сиропа влажностью 18...20 % влажность рецептурной смеси поддерживается в пределах 24...26 %, соответственно этому избыточное давление греющего пара снижается до 0,3...0,35 МПа.

**Оборудование для охлаждения карамельной массы и насыщения ее воздухом.** Для непрерывного охлаждения карамельной массы и механизированного введения в нее предусмотренных рецептурой добавок предназначена охлаждающая машина КОМ-2, которая применяется в механизированных поточных линиях производства карамели. Машина устанавливается после змеевикового вакуум-аппарата. Насыщение карамельной массы воздухом осуществляется на тянущих машинах периодического и непрерывного действия.

*Охлаждающая машина КОМ-2* (рис. 5.6) состоит из загрузочной воронки 3, вращающихся охлаждающих барабанов 5 и 6, наклонной охлаждающей плиты 7, дозаторов 8 и 9 для кристаллической кислоты, эссенции и пищевых красителей, завертывающих желобков 10, тянущих зубчаток 11. Барабаны 5, 6 и плита 7 пустотелые и непрерывно охлаждаются проточной водой температурой 12...18 °С, подаваемой из водопроводной сети. Привод рабочих органов машины осуществляется от электродвигателя 1 через редуктор 2 и систему зубчатых и цепных передач.

Уваренная до содержания влаги 1,5...3 % карамельная масса поступает из вакуум-аппарата в приемную воронку 3, проходит между вращающимися охлаждающими барабанами 5 и 6 и непрерывно движется в виде калиброванной ленты толщиной 4...5 мм

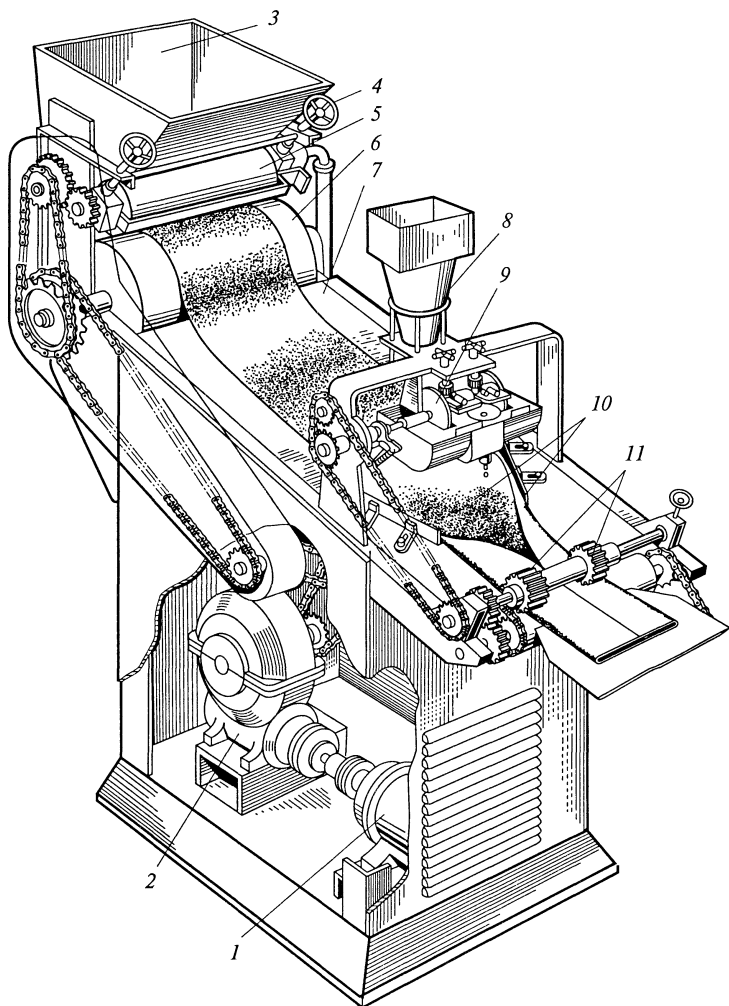


Рис. 5.6. Охлаждающая машина КОМ-2

и шириной 400...500 мм по наклонной охлаждающей плите 7. За время прохождения по поверхности нижнего охлаждающего барабана на ленте карамельной массы образуется корочка, препятствующая прилипанию и способствующая лучшему движению карамельной ленты по наклонной охлаждающей плите 7, установленной под углом  $12^{\circ}30'$ . При этом угле наклона масса скользит по плите с постоянной равномерной скоростью. Зазор между барабанами 5 и 6 регулируется маховичком 4.

Над плитой 7 перед завертывающими желобками установлены дозаторы 8 и 9, из которых на поверхность ленты карамельной массы в определенных соотношениях непрерывно подаются кристаллическая лимонная кислота, красители и эссенция. Подача вкусовых и красящих добавок регулируется в зависимости от сорта карамели и производительности машины.

В нижней части охлаждающей плиты карамельная лента проходит между желобками (направляющими) 10, завертывающими края ленты охлажденной корочкой вверх, добавками внутрь. Затем масса поступает под тянущие зубчатки 11, поддерживающие равномерное движение ленты по плите и частично проминающие ее.

Производительность машины регулируется путем изменения толщины ленты карамельной массы, выходящей из загрузочной воронки 3.

Лента карамельной массы проходит по охлаждающей машине в течение примерно 20 с и охлаждается за это время со 125...130 до 90...95 °С. Конечная температура массы регулируется изменением подачи охлаждающей воды и толщины слоя массы.

Производительность охлаждающей машины может снижаться при уменьшении содержания патоки в карамельной массе, так как из-за увеличивающейся температуры массы при этом ее приходится подавать более тонким слоем. В летнее время, когда температура водопроводной воды достигает 20 °С, карамельная масса может прилипнуть к охлаждающим барабанам. Для предотвращения прилипания рекомендуется подводить артезианскую или искусственно охлажденную воду температурой 3...6 °С.

Для увеличения коэффициента теплопередачи целесообразно периодически протравливать внутренние полости валков и плиту 10%-ным раствором гидроксида натрия (NaOH).

Для введения в карамельную массу кислоты, красителей и эссенции машина оснащена дозирующими устройствами.

Производительность охлаждающей машины  $P_o$  (кг/ч) определяют по формуле

$$P_o = 60 B h \pi D n \rho \varphi,$$

где  $B$  — ширина ленты карамельной массы, м;  $h$  — зазор между охлаждающими валками, м;  $D$  — диаметр нижнего барабана, м;  $n$  — частота вращения нижнего барабана, мин<sup>-1</sup>;  $\rho$  — плотность карамельной массы, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho \approx 1500$  кг/м<sup>3</sup>);  $\varphi$  — объемный коэффициент подачи охлаждающих валков ( $\varphi = 0,9 \dots 0,95$ ).

Расход воды  $G_v$  (кг/с), потребляемой для охлаждения, определяют по формуле

$$G_v = P_c (t_1 - t_2) / [c_v (t_{v2} - t_{v1})],$$

где  $P_c$  — производительность машины, кг/с;  $c$  — удельная теплоемкость карамельной массы, Дж/(кг·град);  $t_1$ ,  $t_2$  — соответствен-

но начальная и конечная температуры карамельной массы;  $c_v$  — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·град);  $t_{в1}$ ,  $t_{в2}$  — соответственно начальная и конечная температуры воды.

*Тянульные машины* предназначены для перетягивания карамельной массы, перемешивания ее с красящими и ароматизирующими веществами и насыщения воздухом. В полумеханизированных линиях карамельного производства при изготовлении карамели с непрозрачной оболочкой применяются машины периодического действия, которые устанавливают между паровыми столами и карамелеобкаточной машиной.

В механизированных поточных линиях производства карамели используют тянульные машины непрерывного действия.

В тянульной машине К-4 непрерывного действия с планетарным движением пальцев осуществляются совмещенный процесс продвижения и перетягивания карамельной массы на наклонных планетарно движущихся пальцах и ее механизированная выгрузка шелевым съемником.

Основными рабочими органами тянульной машины К-4 (рис. 5.7) являются подвижные пальцы 15, укрепленные на вращающемся двуплечем рычаге 12, и неподвижный палец 16, установленный на кронштейне 19. Подвижные и неподвижные пальцы защищены кожухом 18.

Движение рабочим органам передается от электродвигателя 1 клиноременной передачей 2 на приводной вал 3, затем через систему цилиндрических шестерен валу 6 и двуплечему рычагу 12, на котором жестко закреплены подвижные пальцы 15.

Двуплечий рычаг 12 вращается вокруг оси промежуточного вала 10 и вала 6; диск 5 с контргрузом 4 является поводком для шестерни 11. При вращении поводка эта шестерня катится по неподвижной шестерне 9, сидящей на неподвижно укрепленной втулке 8, которая крепится к корпусу машины шпонкой 7. Карамельная масса обрабатывается путем многократного растягивания и складывания. Двуплечий рычаг 12 с подвижными пальцами совершает планетарное движение вокруг неподвижной оси втулки 8.

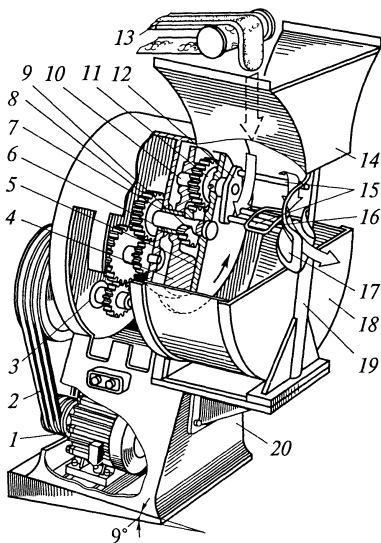


Рис. 5.7. Тянульная машина К-4

Для обеспечения непрерывности растягивания и складывания массы корпус машины 20 и рабочие пальцы расположены под углом  $9^\circ$  к горизонту. Карамельная масса непрерывно выгружается через щелевой съемник 17.

Карамельная масса ленточным транспортером 13 непрерывно подается в сборник 14, а затем на приемную рамку неподвижного пальца 16. При попеременном складывании и растягивании карамельная масса насыщается воздухом, образующим в ней тончайшие параллельные капилляры. Постепенно плотность массы уменьшается, масса теряет прозрачность и приобретает блестящий шелковистый вид.

При растягивании и складывании карамельной массы на наклонных пальцах масса постепенно передвигается в осевом направлении вдоль пальцев. В стенке разгрузочного съемника 17 имеется прорезь, через которую один из подвижных пальцев переносит карамельную массу в полость съемника и одновременно вытесняет обработанную массу на ленточный транспортер, непрерывно передающий массу в карамелеобкаточную машину.

Продолжительность обработки карамельной массы на машине 1,5...2 мин.

### **5.1.2. Оборудование для формования жгута из карамельной массы**

**Оборудование для формования жгута из карамельной массы.** Формованию карамельных и других кондитерских изделий (например, ириса) предшествует приготовление жгута и пластичной массы. При этом в зависимости от ассортимента изделий жгут готовится с прожилкой начинки внутри или без начинки.

Путем обкатки формуемой массе сначала придают форму конусного батона, который затем вытягивается, калибруется в жгут необходимого диаметра и подается на формование изделий.

Для подготовки жгутов карамельных и других масс применяются карамелеобкаточные машины, придающие массе форму конусного батона с помощью вращающихся конических рифленых веретен, и жгутовытягивающе-калибрующие устройства, вытягивающие и калибрующие из карамельного батона жгут нужных размеров с помощью системы роликов.

На рис. 5.8 показана принципиальная схема образования жгутов из кондитерских масс. Сплошной жгут без начинки внутри (см. рис. 5.8, а) готовится при формовании леденцовых сортов карамели или ириса. На рис. 5.8, б показано образование жгута с густой орехово-шоколадной или прохладительной начинкой внутри, получаемой из так называемого пирога, который готовится вручную при полумеханизированном производстве карамели типа

«Раковая шейка», «Снежок» и др. Образование жгута с механизированной подачей внутрь его жидкой начинки с помощью начинконаполнительного насоса показано на рис. 5.8, в.

К оборудованию для формирования жгута относятся: горизонтальные карамелеобкаточные машины с начинконаполнителем (для карамели с начинкой) или без него (для леденцовой карамели и ириса); жгутовытягиватели для вытягивания и калибрования жгута из батона и др.

*Горизонтальная карамелеобкаточная машина КПМ* предназначена для обкатки карамельного батона и придания ему формы конуса; устанавливается между тянущей машиной и жгутовытягивателем.

Основным рабочим органом машины являются рифленные конические веретена. Вращение веретен осуществляется или только в одну сторону — по часовой стрелке, или с переменным переключением вращения то в одну, то в другую сторону (реверсированием).

Вращение в одну сторону придается веретенам обычно при изготовлении массовых сортов карамели в том случае, если карамельный батон формируется непосредственно в обкаточной машине и начинка вводится в батон при помощи начинконаполнителя.

Вращение с реверсированием придается веретенам, когда батон с начинкой в виде «пирога» готовится отдельно и укладывается вручную на веретена машины.

Для изменения направления вращения веретен применяется реверсирование электродвигателя.

Карамельная масса при вращении веретен приобретает форму конуса, ось которого имеет уклон к месту выхода жгута. Величина уклона может изменяться путем подъема левой части корпуса при помощи винта и маховичка. Веретена получают движение от привода через редуктор, вертикальный вал, конические и цилиндрические шестерни, насаженные на веретена.

Для предупреждения охлаждения массы во время обкатки корпус машины снабжен паровым обогревом и крышкой.

Схема привода веретен и образования карамельного конуса представлена на рис. 5.9. Веретено 14 получает вращательное дви-

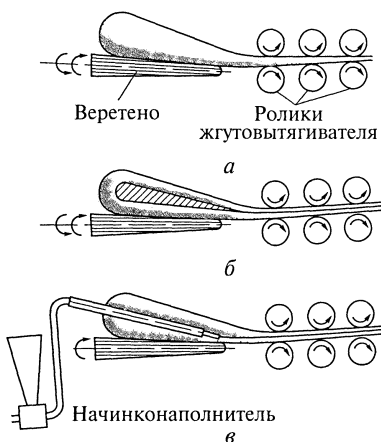


Рис. 5.8. Принципиальная схема образования жгутов:

а — сплошной жгут без начинки; б — жгут с начинкой, полученной из «пирога»; в — жгут с жидкой начинкой

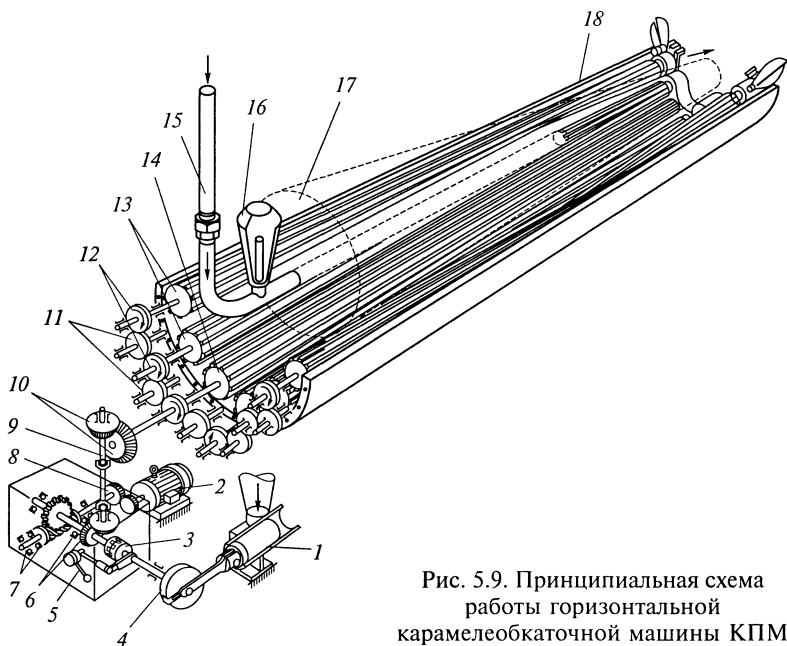


Рис. 5.9. Принципиальная схема работы горизонтальной карамелеобкаточной машины КПМ

жение от электродвигателя 2 через ременную передачу 8, червячную передачу 7, коническую пару 6, вертикальный вал 9 и коническую пару 10. Через систему зубчатых передач, состоящих из промежуточных («паразитных») шестерен 11 и ведомых шестерен 12, получают движение два веретена 13. Аналогично от веретена 14 вращение передается другим веретенам. «Паразитные» шестерни нужны для того, чтобы обеспечить вращение всех веретен в одном направлении.

Веретена имеют коническую форму и располагаются в корытообразном сосуде 18. При вращении веретен карамельная масса обкатывается ими и приобретает форму конуса 17. Чтобы масса при обкатке не отодвигалась назад к основанию конуса, предусмотрен грушевидный упор 16.

Внутри конуса 17 вдоль его оси располагается конец трубы 15, по которой из начинконополнителя поступает начинка. Начинконополнитель представляет собой плунжерный насос 1, который приводится от общего электродвигателя 2 кривошипом 4. В случае необходимости с помощью рукоятки 5 и муфты 3 начинконополнитель можно остановить, не прекращая работу карамелеобкаточной машины.

Начинконополнитель имеет устройство для регулирования количества подаваемой начинки путем изменения хода плунжера.

Начинконаполнитель поставляется заводом-изготовителем как в комплекте с карамелеобкаточной машиной, так и как самостоятельный сменный узел. Кроме плунжерных бывают шестеренные начинконаполнители, но они получили меньшее распространение. Горизонтальные карамельные обкаточные машины изготавливаются и без начинконаполнителя. Они поставляются в комплекте с формующе-заверточными машинами, применяемыми для производства леденцовой завернутой карамели.

Производительность карамелеобкаточной машины при непрерывной работе в линии  $\Pi_n$  (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi_n = 3600 F v \rho,$$

а периодически действующей при обкатке карамельного «пирога»  $\Pi_n$  — по формуле

$$\Pi_n = 3600 G / [G / (F v \rho_y) + \tau_0],$$

где  $G$  — масса карамельного «пирога», кг;  $F$  — площадь поперечного сечения жгута, м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость выхода жгута, м/с;  $\rho_y$  — условная плотность жгута, кг/м<sup>3</sup>;  $\tau_0$  — продолжительность укладки карамельного «пирога» в машину, с.

Условную плотность жгута определяют по формуле

$$\rho_y = (y + 1) / (y / \rho_n + 1 / \rho_k),$$

где  $y = G_n / G_k$  — соотношение соответственно массы начинки и карамельной массы в одном изделии по рецептуре;  $\rho_n$  и  $\rho_k$  — плотности соответственно начинки и карамельной массы, кг/м<sup>3</sup>.

*Жгутовытягиватель ТМ-1* (рис. 5.10, а) предназначен для вытягивания поступающего с карамелеобкаточной машины карамельного батона в жгут и калибрования его до нужного размера перед подачей на формование; устанавливается между карамелеобкаточной и карамелеформирующей машинами.

Жгутовытягиватель состоит из трех пар вертикально расположенных калибрующих роликов, которые устанавливаются на концах валиков с наружной стороны коробки передач 3. К чугунным стойкам 1 крепится коробка, заключающая в себе передаточный механизм и механизм регулирования. При помощи механизма регулирования в зависимости от требуемого диаметра жгута изменяется расстояние между центрами последней пары роликов.

Каждая пара роликов имеет различные отверстие и линейную скорость, благодаря чему достигаются неразрывность потока и равномерное вытягивание жгута и его калибрование. В промежутках между роликами смонтированы направляющие лотки 5 (рис. 5.10, б).

Ролики вращаются от привода карамелеформирующей машины посредством шкива или звездочки 7, ременной передачи и системы цилиндрических шестерен 6, расположенных в коробке пе-

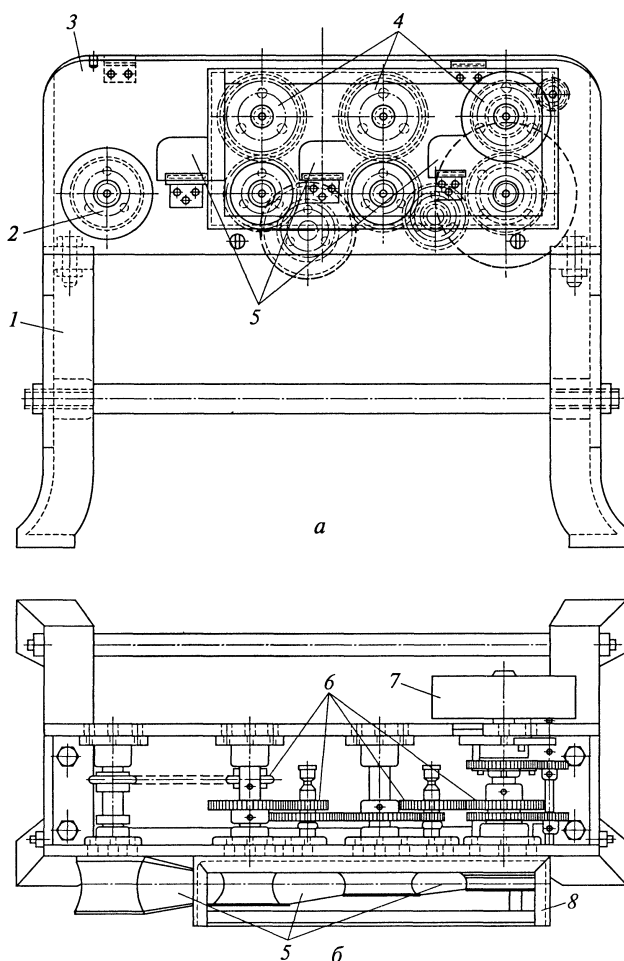


Рис. 5.10. Жгутовытягиватель ТМ-1:

*а* — общий вид; *б* — вид со снятой крышкой

редач 3. Во время работы ролики закрываются съемным ограждением 8.

Из карамелеобкаточной машины конусный батон карамельной массы в виде жгута диаметром примерно 54...60 мм пропускается через приемный 2 и калибрующие 4 ролики, постепенно вытягивается, уменьшается в диаметре до величины, необходимой для изготовления карамели заданного сорта, калибруется и подается на карамелеформирующую машину.

Частота вращения приводного шкива зависит от линейной скорости формующих цепей. Производительность жгутовывагивателя соответствует производительности формующей машины.

### 5.1.3. Оборудование для формования карамели

Для формования карамели из жгута применяются следующие машины:

цепные карамелережущие — для формования карамели типа «подушечки»;

цепные карамелештампующие — для формования карамели в виде шарика, овальной, удлиненно-овальной, плоскоовальной («кирпичик») и другой фигурной карамели;

цепные карамелеформующие — для формования фигурной карамели;

рольные карамелеформующие — для той же карамели;

ротационные карамелеформующие — для формования различной фигурной карамели и таблеток;

монпансеевые формующие (вальцы) — для формования фигурного монпансье и других леденцовых изделий («Апельсиновые дольки», «Горошек», «Миндаль», фигурки на палочках и др.);

формующе-заверточные — для формования и завертывания леденцовой карамели и ириса.

Наибольшее распространение на кондитерских фабриках получили цепные карамелережущие и карамелештампующие машины и др.

Схема калибрования жгута и формования карамели на цепной формующей машине приведена на рис. 5.11.

Карамельный жгут, состоящий из оболочки 1 и начинки 2 (или без начинки), пройдя последнюю пару роликов 3 жгутовывагива-

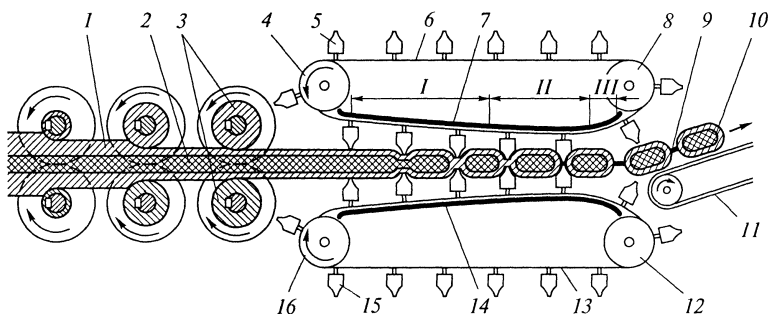


Рис. 5.11. Схема калибрования жгута и формования карамели на цепной формующей машине

ющей машины (ровняльные барабаны или калибрующие ролики), поступает в пространство между двумя специальными цепями: верхней 6 и нижней 13. Цепи приводятся в движение от звездочек 8 и 12 и огибают направляющие ролики 4 и 16. Цепи снабжены пластинами-ножами 5 и 15. Расстояние между соседними ножами одной цепи соответствует одному из размеров карамели (длине или ширине).

Огибая ролики 4 и 16, верхняя и нижняя цепи на участке I сближаются по направляющим 7 и 14. Ножи цепей сжимают карамельный жгут и формируют изделие. На участке II цепи движутся без изменения положения одной относительно другой. На этом участке происходит закрепление формы. На участке III ножи цепей расходятся, а готовые изделия 10, соединенные перемычками 9, поступают на ленту отводящего конвейера 11. Если необходимо нанести на изделие рисунок, то на верхней цепи устанавливают паунсоны — штампики, перемещающиеся в плоскости, перпендикулярной движению цепей.

*Ценная карамелережущая машина ЛРМ* (рис. 5.12) предназначена для формования карамели с начинкой в форме мелкой «подушечки» (открытые сорта) и удлиненной «подушечки», «лопатки» (завернутые сорта) путем разрезания карамельного жгута на отдельные изделия с помощью сменных карамелережущих цепей. В качестве рабочих органов машина имеет комплект карамелережущих цепей (верхнюю и нижнюю).

На двух стойках 11 смонтированы две ведущие звездочки 10 (нижняя и верхняя), на стойке 3 — направляющие ролики 6, по которым движутся формующережущие цепи 4. Карамельный жгут, непрерывно подаваемый жгутовывагателем, заправляется через втулку 5 в зазор между лезвиями ножей. Цепи постепенно сближаются и пластины ножей пережимают карамельный жгут на отдельные изделия в форме выпуклой «подушечки». При формовании карамели карамелережущими цепями с площадками между ножами, которые при сближении цепей одновременно режут и сжимают жгут, получается карамель в форме удлиненной «подушечки» и «лопатки». Размеры карамели определяются диаметром жгута и расстоянием между ножами (шагом цепи).

Сближение ножей режущих цепей регулируется винтами 7. Они перемещают ползки 8, которые служат направляющими для цепей. Натяжение цепей производится перемещением стойки 3 с помощью рукоятки 1 и винта 2 после предварительного ослабления болтов, закрепляющих стойку 3. Отформованная карамель поступает через лоток 15 на узкий охлаждающий транспортер 18 предварительного охлаждения. При формовании между карамельками остаются тонкие перемычки толщиной 1...2 мм, благодаря которым отформованная карамель в виде цепочки движется по узкому охлаждающему транспортеру.

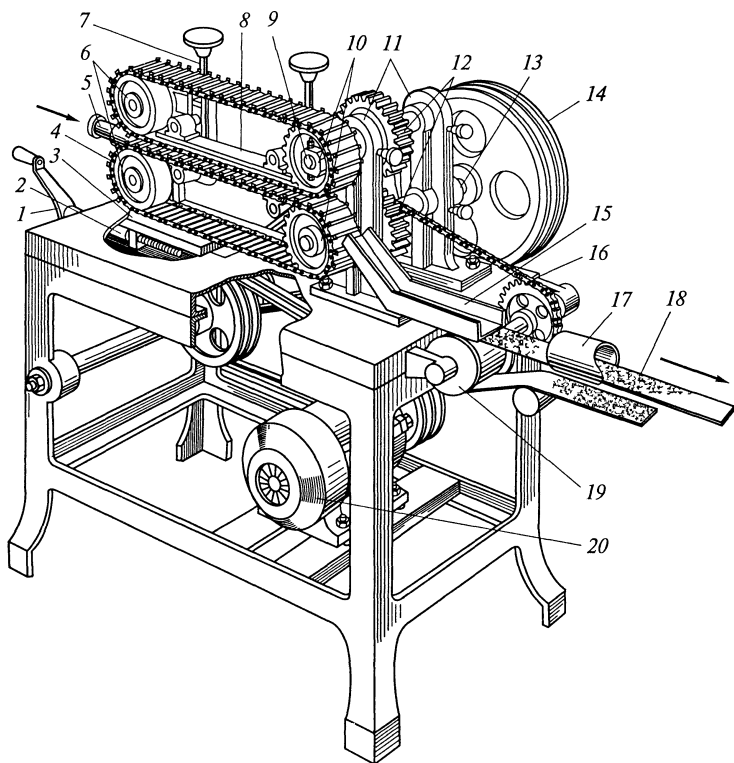


Рис. 5.12. Цепная карамелережущая машина ЛРМ

Нижняя ведущая звездочка приводится в движение от электродвигателя 20, ременных передач, шкива 14 и горизонтального вала 13. От вала 13 через зубчатую пару 12 получает вращательное движение верхняя ведущая звездочка, а через цепную передачу 16 — барабан 19 охлаждающего транспортера 18. Верхняя лента транспортера закрывается кожухом 17, в который нагнетается холодный воздух.

Верхняя ведущая звездочка 10 имеет регулировочное устройство 9, которое необходимо при установке комплекта цепей для совпадения режущих кромок ножей верхней и нижней цепей. После проворачивания и совпадения кромок положение звездочки жестко фиксируется винтами.

Цепная карамелештампующая машина Ш-3 (рис. 5.13) предназначена для штампования фигурной карамели различных формы и размеров с начинкой или без нее при помощи сменных рабочих органов — карамелештампующих цепей.

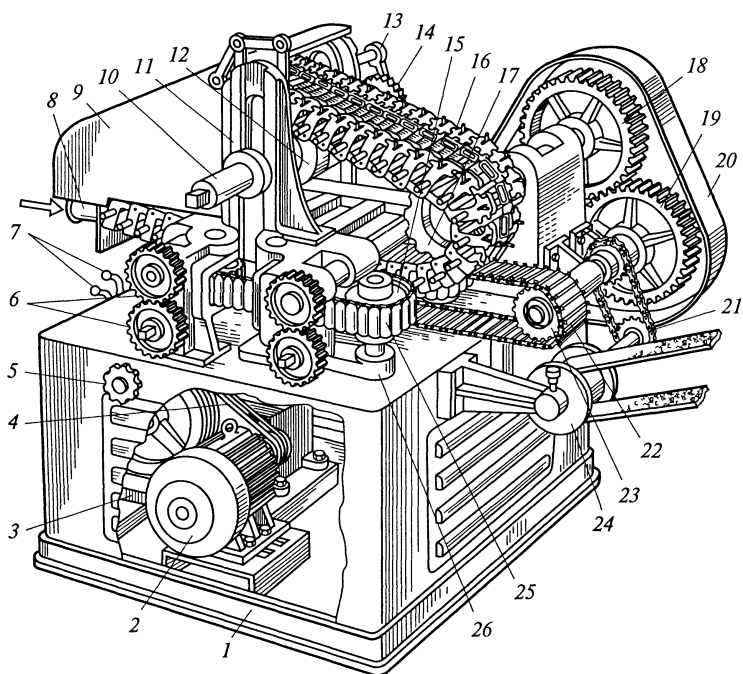


Рис. 5.13. Цепная кармелештампующая машина Ш-3

Машина состоит из станины, системы звездочек и роликов, устройств для перемещения пуансонов штампующих цепей, механизмов регулирования и привода.

На звездочки и ролики устанавливают штампующие и боковые цепи. Верхнюю штампующую цепь 16 монтируют на ведущей звездочке 17, натяжном ролике 12 и направляющем ролике (закрит ограждением 9). Для монтажа нижней штампующей цепи 22 предусмотрены ведущая звездочка 23 и поддерживающий ролик, а для боковых цепей — ведущие звездочки 15 и поддерживающие ролики. На кронштейнах закреплен приводной барабан 24 узкого охлаждающего транспортера, который приводится в движение цепной передачей 21. Направляющая втулка 8 предназначена для подачи карамельного жгута в машину.

Ведущие звездочки и приводной барабан 24 приводятся в действие от электродвигателя 2 через ременную передачу 4, коробку передач 3, цепную передачу и систему зубчатых колес 18, 19. Коробка передач обеспечивает четырехступенчатое переключение угловых скоростей звездочек и барабана. Рукоятки 7 коробки передач выведены на внешнюю поверхность станины 1 машины. Под-

вижные детали размещены внутри станины или закрыты ограждениями 20, в том числе верхней крышкой 9, при открывании которой электродвигатель автоматически выключается.

Основные рабочие органы машины — сменные штампующие 16, 22 и боковые 25 цепи. Первые служат для формирования карамели, вторые — для приведения в движение пуансонов штампующих цепей путем нажатия на торцы их хвостовиков. Натяжение штампующих цепей достигается при монтаже путем перемещения стоек, на которых закреплены направляющие ролики, при помощи маховика. Более плавное натяжение верхней цепи производят храповым устройством, снабженным стопорной собачкой 13 и храповым колесом 14, закрепленным на валу 10. Подъема натяжного ролика 12 с цепью 16 добиваются вращением зубчатого вала 10 в стойке 11 с реечным зацеплением. Боковые цепи натягивают перемещением передней стойки 26, на которой закреплены звездочки боковых цепей 25. Величину зазора между верхней и нижней штампующими цепями регулируют вращением зубчатых пар 6, соединенных с эксцентриками, которые прижимают ползки к внутренним поверхностям цепей. Сближение пуансонов регулируют вращением маховичка 5.

Калиброванный карамельный жгут непрерывно поступает из жгутовывтягивающей машины в зазор между верхней и нижней цепями. При сближении их режущие ножи верхней и нижней цепей делят жгут на заготовки, затем их начинают сжимать сближающиеся пуансоны верхней цепи. Внутренние поверхности площадок цепей и рифленные фигурные поверхности пуансонов сжимают заготовку со всех сторон, в результате чего она приобретает форму и рисунок готового изделия. После этого цепи и пуансоны разводятся и изделия направляются на узкий охлаждающий транспортер.

Процесс формирования происходит непрерывно. Отформованный жгут выходит в виде цепочки готовых изделий, соединенных перемычками.

Штампующие цепи различаются по форме пуансонов (штампиков): удлиненно-овальная, «шарик» или «кирпичик», а также по размерам формируемой карамели, что зависит от величины шага цепи (20, 30 или 38 мм).

Недостаток описанных карамелеформирующих машин — быстрая изнашиваемость рабочих органов цепей.

Производительность цепных карамелеформирующих машин  $P_{ц}$  (кг/ч) определяют по формуле

$$P_{ц} = 60vc/(kl),$$

где  $v$  — линейная скорость формирующих цепей, м/мин;  $c$  — коэффициент использования машины;  $k$  — количество карамели в 1 кг, шт.;  $l$  — шаг формирующей цепи, м.

#### 5.1.4. Оборудование для охлаждения и отделки карамельных изделий

К оборудованию для охлаждения карамельных изделий относятся:

открытые узкие ленточные конвейеры для предварительного охлаждения отформованной цепочки карамели;

открытые инерционные конвейеры для охлаждения готовой карамели и монпансье;

закрытые сетчатые конвейеры.

К оборудованию для отделки открытых сортов карамели и драже относятся дражировочные котлы для глянцеваания и обсыпки карамели и драже.

*Открытый узкий ленточный конвейер* предназначен для предварительного охлаждения карамели с образованием на ней тонкой наружной корочки, предохраняющей изделия от деформирования при дальнейшем охлаждении, и достаточного охлаждения тонких перемычек между изделиями для облегчения их разделения при поступлении на основной охлаждающий конвейер. Открытый узкий охлаждающий конвейер одновременно служит для передачи отформованных изделий на основной охлаждающий конвейер. Эти конвейеры обычно изготавливаются фабриками на месте.

Конвейер имеет прорезиненную или тканевую ленту шириной до 100 мм. Длина конвейера должна быть в пределах 12... 16 м. Ведущий и ведомый барабаны и натяжное устройство транспортера монтируют на легкой металлической раме. Конвейер закрывают коробом, в который подают охлаждающий воздух. Привод осуществляется обычно от привода карамелеформирующей машины, при этом скорость конвейера должна быть равна скорости движения выходящей из формирующей машины карамельной цепочки.

*Открытые инерционные конвейеры* служат для окончательного охлаждения карамели, поступающей после формирования с узкого охлаждающего конвейера. Применяются преимущественно в полумеханизированном производстве для охлаждения леденцовой карамели.

Конвейер представляет собой несколько наклоненный в сторону схода продукта лоток из нержавеющей стали или другого металла, смонтированный на наклонных пружинных стойках (или роликовых подшипниках). По краям лотка на его поверхности делают отверстия для отсева карамельной крошки. На выходном конце конвейера устанавливают регулируемую заслонку. Открытые охлаждающие конвейеры обычно имеют длину 10... 15 м и ширину 600... 800 мм.

Поверхность открытого инерционного конвейера, по которому карамель движется одним слоем, непрерывно обдувается охлаждающим воздухом, подаваемым из воздуховодов с регулируе-

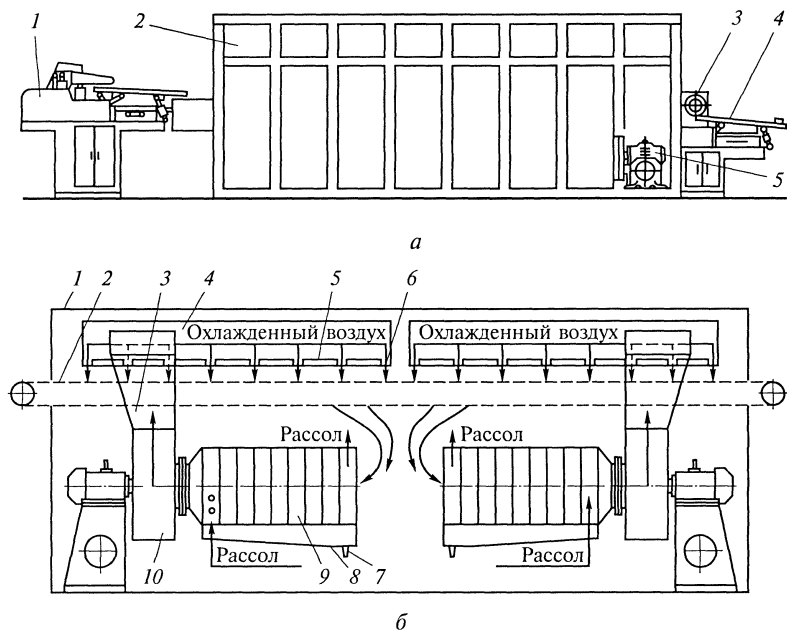


Рис. 5.14. Охлаждающий агрегат АОК-2:

*а* — общий вид; *б* — охлаждающая камера

мыми заслонками. Оптимальная температура охлаждающего воздуха 16...18 °С.

Общий расход охлаждающего воздуха при таком способе охлаждения 6000...9000 м<sup>3</sup>/ч.

Недостатками таких конвейеров являются значительная длина, распыление крошек в цехе, неэффективное использование охлаждающего воздуха. Поэтому при создании поточных линий были разработаны более компактные и производительные закрытые охлаждающие конвейеры и агрегаты.

На рис. 5.14 представлен *закрытый сетчатый конвейер* в составе охлаждающего агрегата АОК-2, представляющего собой компактную одноярусную конструкцию, которая предназначена для охлаждения в механизированных и полумеханизированных поточных линиях любых сортов отформованной карамели с начинкой и без нее. В агрегате происходит комбинированный (конвективно-радиационный) отвод теплоты, ускоряющий процесс охлаждения карамельных изделий.

Агрегат АОК-2 состоит (см. рис. 5.14, *а*) из питателя 1 для подачи карамели с узкого охлаждающего конвейера на сетчатый конвейер 3 охлаждающей камеры 2, разгрузочного вибротка 4

для отбора охлажденной карамели, привода 5 и воздухоохладителя.

Охлаждающая камера агрегата (см. рис. 5.14, б) представляет собой стальной каркас 1, внутри которого проходит сетчатый конвейер 2 и установлены две автономные системы охлаждения и транспортирования воздуха. Система охлаждения состоит из воздухоохладителя 9, вентилятора 10, воздуховода 3 и распределительного короба 4.

Горячая карамель поступает на сетчатый конвейер и перемещается под распределительным коробом. Из короба через щели 6 поступает холодный воздух, который охлаждает карамель и направляется на повторное охлаждение. Кроме того, поверхности 5 распределительного короба, обращенные к охлаждаемой карамели, окрашены черной краской, что приводит к поглощению ими теплоты, излучаемой карамелью. От нагретых поверхностей теплота отбирается воздухом.

При эксплуатации охлаждающего агрегата регулярно проверяют исправность, тщательность очистки лотков и сетчатого конвейера от остатков карамельной массы и начинки, тепловую изоляцию и герметичность охлаждающего шкафа. Конструкция агрегата предусматривает полную рециркуляцию холодного воздуха и обеспечивает надежную работу агрегата независимо от сезонных и метеорологических условий. Проникающие внутрь агрегата теплота и влага (если шкаф закрыт неплотно) увеличивают тепловую нагрузку на холодильное оборудование, вызывают намокание сетки и других деталей агрегата.

При пуске агрегата открывают вентили подачи рассола (или фреона), включают вентиляторы и регулируют температуру охлаждающего воздуха путем изменения давления рассола. Затем включают питатель, сетчатый конвейер и отводящий вибролоток. После этого с узкого охлаждающего конвейера подают отформованную карамельную цепочку.

Во время работы агрегата поддерживают температуру охлаждающего воздуха  $0...3\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительную его влажность не выше 60 %. Температура рассола в воздухоохладителе от  $-12$  до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , давление  $0,5...0,6\text{ МПа}$ . Постоянно следят за правильной укладкой карамельной цепочки на сетку, регулируют количество колебаний лотков питателя в зависимости от линейной скорости формирующей цепи, контролируют режим охлаждения карамели. Температура оболочки отформованной карамели, поступающей в агрегат после узкого конвейера, должна быть в пределах  $65...70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а охлажденной в агрегате — не выше  $40...45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

По окончании работы в конце смены, не выключая охлаждающего оборудования, очищают поверхности лотков и сетки конвейера от остатков карамельной массы и начинки, тщательно промывают их теплой водой с щеткой и просушивают. Сетку моют

на выходе ее наружу, в зоне приводного барабана, постепенно поворачивая привод сетчатого конвейера. Промывные воды отводятся в сливной трап.

Из-за большой скорости воздушного потока в агрегате возможны унос и распыление влаги, поэтому воду нужно немедленно удалить через трапы, а агрегат после мытья тщательно просушить.

Охлаждающее оборудование агрегатов необходимо регулярно выключать, чтобы стаяла снежная шуба с воздухоохладителей, очищать и просушивать камеры. Влага при оттаивании собирается в поддоны 8 и сливается через патрубок 7. Кроме того, периодически следует удалять пыль и загрязнения с поверхностей воздухоохладителей и радиационных панелей.

Наружные поверхности узлов, соприкасающиеся с рассолом (или фреоном), имеют температуру, при которой происходит конденсация воздушной влаги, поэтому они должны быть покрыты теплоизоляцией.

*Дражировочный котел ДР-5М* (рис. 5.15) периодического действия с ручной загрузкой и выгрузкой состоит из котла 1, станины 5 и приводного механизма.

Котел имеет сферическую форму, изготовлен из листовой стали. Станина литая, чугунная, состоит из двух частей. В верхней части станины расположены котел и главный вал 3 с червячной парой 4. Электродвигатель смонтирован на кронштейне. Передача

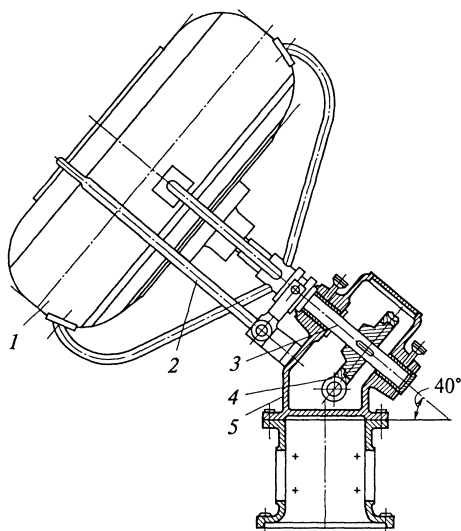


Рис. 5.15. Дражировочный котел ДР-5М

движения котлу осуществляется от электродвигателя через муфту и червячную пару 4. Для пуска и остановки котла предусмотрена рукоятка 2.

### Контрольные вопросы

1. В каких аппаратах для растворения сахара применяется барботирование пара?
2. С какой целью при уваривании сиропов применяют вакуум?
3. Как устроен и работает змеевиковый вакуум-аппарат 33-А?
4. Как используется теплая вода, полученная при конденсировании вторичного пара, образовавшегося в вакуум-камере аппарата 33-А?
5. Какие виды теплопередачи используются в машине КОМ-2?
6. Каким образом регулируют производительность охлаждающей машины КОМ-2?
7. Для чего пальцы тянульной машины К-4 наклонены к горизонту?
8. Каким образом в карамельный жгут вводится начинка?
9. Как устроена и работает карамелеобкаточная машина?
10. Как устроена и работает цепная карамелережущая машина ЛРМ?
11. Как устроена и работает карамелештампующая машина Ш-3?
12. Из каких сборочных единиц состоит охлаждающий агрегат АОК-2?

## 5.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНФЕТ

В общем объеме производства кондитерских изделий конфеты занимают 25 %.

Конфеты — это кондитерские изделия преимущественно мягкой консистенции, изготавливаемые на сахарной основе. Ассортимент этих изделий весьма разнообразен; в него входят следующие основные группы изделий:

конфеты, глазированные шоколадной глазурью, с помадными, помадно-молочными, фруктово-желейными, ликерными, сбивными, пралиновыми на ореховой основе и другими корпусами; при этом корпуса конфет могут быть приготовлены из одной или нескольких масс, иногда переслоенных вафлями;

конфеты неглазированные молочные, помадные, помадно-желейные двух- и трехслойные, пралиновые, типа батончиков и пр.

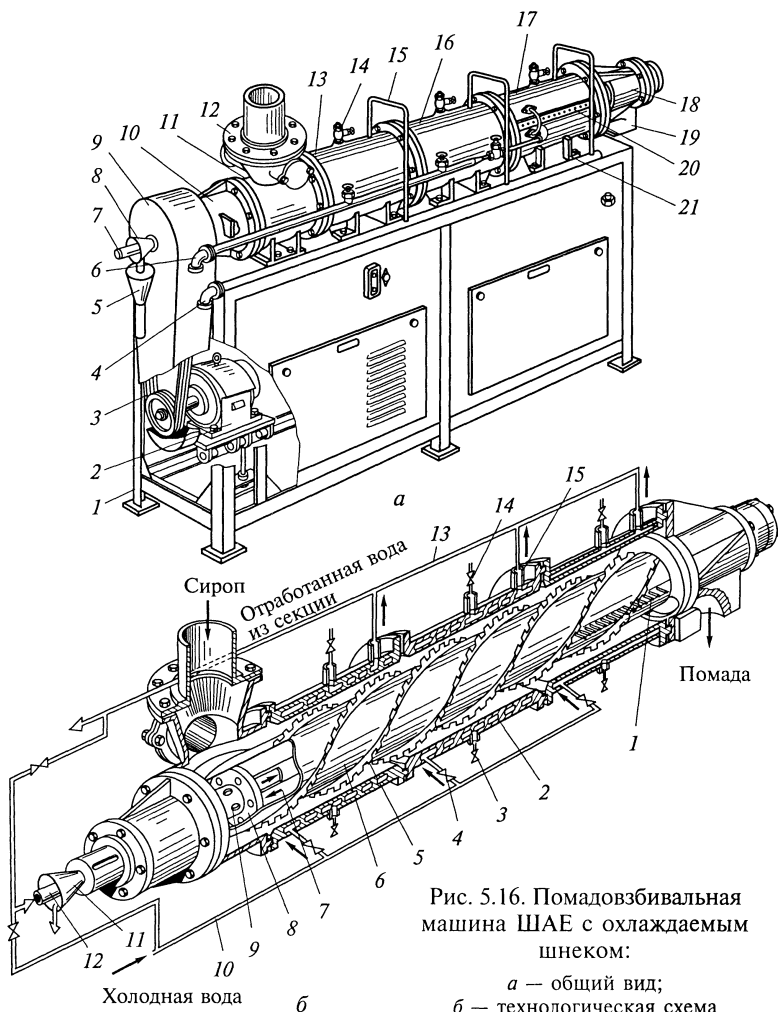
Основным сырьем и полуфабрикатами для производства конфет являются сахар, патока, сгущенное молоко, фруктово-ягодные заготовки, орехи и другие жиросодержащие ядра.

Производство конфет состоит из следующих последовательно осуществляемых этапов:

- приготовление конфетных масс;
- формование корпусов конфет;
- глазирование корпусов;
- завертывание и упаковывание (см. гл. 6).

### 5.2.1. Оборудование для приготовления конфетных масс

На рис. 5.16 изображена поматовзбивальная машина ШАЕ с охлаждаемым шнеком, входящая в универсальный комплекс для приготовления конфетных масс. Помадная масса состоит в основном из двух фаз: твердой (кристаллы сахарозы) и окружающей ее жидкой (насыщенный раствор сахарозы в воде и патоке или другом более сложном растворителе). Третьей фазой можно считать содержащееся в помаде незначительное количество воздуха (около



2%). Помада хорошего качества содержит кристаллы сахарозы размером не более 12 мкм.

Помадную массу из уваренного концентрированного конфетного сиропа получают во входящей в комплекс помадовзбивальной машине ШАЕ с охлаждаемым шнеком. Машина (рис. 5.16, а) состоит из станины 1 с установленными на ней электроприводом и секционным корпусом, к которому подведены магистрали водяного охлаждения.

Секционный корпус машины состоит из трех рабочих секций 13, 16 и 17, приемной секции 11 и двух опорных секций 10 и 18. Секции соединены друг с другом при помощи фланцев, имеющих центрирующие выступы. Все секции, кроме опорных, крепятся кронштейнами 21 к станине. Наибольшая длина секций 730 мм.

Внутри секций проходит полый шнек, в который по трубе 7 подается охлаждающая вода. Отработанная вода через расширитель 8 сливается в воронку 5. Шнек приводится в движение от электродвигателя 2 клиноременной передачей 3. Передача закрыта ограждением 9.

Приемная секция 11, предназначенная для приема уваренного сиропа из пароотделителя, изготовлена из стальной трубы диаметром 325 мм, к которой приварена конусообразная воронка 12. Через нее сироп из пароотделителя поступает в машину. В верхней части воронки расположен фланец, к которому крепятся стойки, поддерживающие пароотделитель. Охлаждающей рубашки в приемной секции нет.

Рабочие секции 13 и 16 предназначены для интенсивного охлаждения сиропа и взбивания его в помаду. Корпус рабочих секций 13 и 16 состоит из двух труб: наружной стальной диаметром 351 мм и внутренней медной диаметром 310 мм. Пространство между трубами, поделенное на секции, служит охлаждающей рубашкой. Штуцеры для ввода и вывода воды находятся соответственно в начале и конце спирального канала. Холодная вода подается в рубашку по трубопроводу 6, а нагретая отводится через патрубки 15 по трубопроводу 4. Воздух из рубашек удаляется через вентили 14.

Вода, движущаяся по спиральному каналу охлаждающей рубашки, равномерно омывает внутреннюю стенку; при этом вследствие малого сечения канала возрастает скорость воды, в результате чего повышается коэффициент теплоотдачи от стенки к воде, что способствует интенсивному охлаждению сиропа.

Рабочая секция 17 по конструкции несколько отличается от описанных выше секций 13 и 16. Она предназначена для интенсивного взбивания помадной массы при некотором снижении интенсивности охлаждения, поэтому водяная рубашка ее не имеет спиральных каналов, а внутренняя труба, как и наружная, изго-

товлена из стали. В секции установлено 30 стальных неподвижных пальцев 20, которые ввинчиваются в кольца, проходящие сквозь водяную рубашку секции, и своими концами входят в углубления — впадины зубчатого шнека. При вращении шнека помадная масса многократно ударяется о неподвижные пальцы 20. При этом происходит интенсивное взбивание помадной массы. Пальцы охлаждаются водой, циркулирующей в рубашке. Готовая помада выводится из секции через отверстие 19.

Опорные секции 10 и 18, служащие для крепления в них вращающегося шнека, изготовлены из стальных труб с ребрами жесткости и фланцами, которыми они крепятся к основным секциям корпуса. В секциях предусмотрены сальниковое уплотнение и съемные корпуса для установки подшипников. В корпусе секции 10 установлен радиальный сферический двухрядный роликоподшипник, а в корпусе секции 18 — два подшипника: радиальный сферический двухрядный роликовый и упорный двойной шарикоподшипник.

Технологическая схема помадовзбивальной машины представлена на рис. 5.16, б. Охлаждающая вода подводится из общего трубопровода 3 в водяную рубашку 11 каждой секции через штуцеры и в полость 6 охлаждаемого шнека через трубу 1. Перед каждым вводом установлен вентиль 9, которым вручную регулируют количество воды, поступающей на данный участок. Вода удаляется из секций через штуцеры 13 по сборному трубопроводу 15. Температура воды невысокая, поэтому вся отработанная вода или часть ее может быть направлена на охлаждение шнека в трубу 1. Все рабочие секции снабжены штуцерами с вентилями 14 для выпуска из рубашки воздуха и штуцерами с вентилями 10 для слива воды при длительной остановке машины.

Шнек 7 сварной конструкции предназначен для приема сиропа, взбивания, охлаждения и продвижения его в процессе взбивания в помаду. Он изготовлен из стальной трубы диаметром 219 мм, к поверхности которой приварены стальные зубчатые полосы 8 сечением 45×6 мм, образующие четырехзаходный зубчатый шнек с шагом 2000 мм.

На участке приемной секции на витках шнека зубцов нет, благодаря чему поступающий сироп захватывается равномерно, без взбивания; на участках трех рабочих секций на витках шнека имеются зубцы шириной 25 мм.

Левая цапфа шнека полая: в нее входит труба 1, подводящая холодную воду в полость шнека. Труба проходит по всей длине корпуса шнека и одним своим концом, на котором установлена бронзовая втулка, входит в отверстие фланца-кронштейна. Такая конструкция позволяет подавать охлаждающую воду в конец полости шнека. Это способствует равномерному охлаждению всей поверхности корпуса шнека.

Другой конец трубы 1, выходящий из цапфы, центрируется по ее отверстию и жестко крепится на кронштейне к станине.

Отработанная вода из полости шнека проходит сквозь отверстия во фланце 5, который также имеет бронзовую втулку, центрирующую неподвижную трубу 1 внутри шнека и препятствующую быстрому истечению охлаждающей воды из полости шнека. Пройдя отверстия фланца 5, отработанная вода затекает в отверстия втулки 4, внутренний диаметр которой значительно больше наружного диаметра трубы. В зазоре между ними вода проходит в расширитель 2 и сливается в воронку сборного трубопровода для повторного использования.

Уваренный сироп из пароотделителя через воронку поступает в приемную секцию машины, захватывается лопастями четырехзаходного шнека, продвигается вперед в рабочей секции и, соприкасаясь с холодными стенками поверхности секции и корпусом шнека, интенсивно охлаждается. Одновременно с охлаждением быстровращающийся зубчатый шнек взбивает сироп в помладу. Окончательное взбивание происходит в третьей рабочей секции с неподвижными пальцами 12, входящими в углубление зубцов шнека. Пальцы замедляют движение помады вдоль оси корпуса и вращение ее вместе со шнеком. Вследствие многократных ударов сиропа о неподвижные пальцы происходит окончательное взбивание его в помладу.

Продукт проходит через машину за 34 с. Готовая помада через сливное отверстие непрерывно поступает в сборник.

*Технологический комплекс ШПА с пленочным аппаратом-кристаллизатором* (рис. 5.17) предназначен для получения высококачественной помады.

Комплекс состоит из открытого варочного котла 2 с мешалкой, приемного сборника 1 для сиропа с фильтрующей сеткой, плунжерного насоса-дозатора 3, змеевикового подогревателя 4, пленочного аппарата-кристаллизатора 5 для получения помады, темперирующего сборника 8 с комбинированной мешалкой и шестеренного насоса 9 для перекачки готовой помады на отливку. Все оборудование связано между собой материалопроводами, которые обогреваются паром и снабжены теплоизоляцией. Снабжение паром централизованное — от главной магистрали 7. Через соответствующие вентили пар подается в рубашки варочного котла, теплообменника и темперирующего сборника. В системе пароснабжения предусмотрена продувка материалопроводов паром. Подогрев сиропа в змеевиковом подогревателе 4 осуществляется также паром путем теплообмена «труба в трубе». Отработанный пар в виде конденсата через конденсатоотводчик направляется на повторное использование.

Охлаждение сиропа в кристаллизаторе 5 осуществляется холодной водой, поступающей в две зоны, снабженные водяной ру-

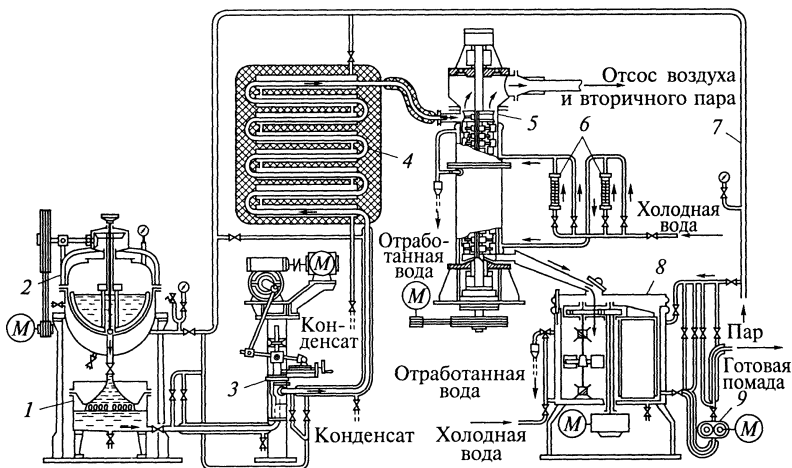


Рис. 5.17. Технологический комплекс ШПА с пленочным аппаратом-кристаллизатором

башкой. Для контроля и регулирования подачи холодной воды в зоны на водяных магистралях установлены поплавковые расходомеры 6. Отработанная вода из кристаллизатора и темперирующего сборника направляется на повторное использование.

Комплекс работает следующим образом. В открытом варочном котле 2 готовят конфетный сироп и уваривают его до влажности 12...14%, после чего его фильтруют и сливают в приемный сборник 1. Из приемного сборника сироп плунжерным насосом-дозатором 3 перекачивают через змеевиковый подогреватель 4, который предназначен для дополнительного уваривания сиропа и при необходимости для растворения кристаллов сахара, которые могут образоваться в клапанной коробке плунжерного насоса.

Из подогревателя сироп поступает в пленочный кристаллизатор 5. При вращении диска-распределителя кипящий сироп, стекая вниз, равномерно распределяется по внутренней охлаждаемой поверхности теплообменника и попадает под действие быстро вращающихся скребков роторного устройства. Охлаждение сиропа в тонком слое и интенсивное его перемешивание способствуют кристаллизации сиропа и получению помады мелкокристаллической структуры.

Охлаждению сиропа способствует также вентиляторный эффект от вращающихся скребков, в результате чего воздух засасывается через выходное отверстие для помады. Соприкасаясь со стекающей пленкой продукта, воздух дополнительно охлаждает ее и

вместе со вторичным паром выводится через пароотделитель, расположенный в верхней части кристаллизатора.

Вытекающая из кристаллизатора помадная масса поступает в темперирующий сборник  $\delta$ , где она смешивается со вкусовыми и ароматизирующими веществами. Подготовленная и подогретая до  $70 \dots 85^\circ\text{C}$  помада насосом перекачивается в конфетоотливочный полуавтомат.

Производительность комплекса  $60 \dots 150$  кг/ч.

### 5.2.2. Оборудование для формования корпусов конфет

Корпуса конфет формируют в процессе отливки, выпрессовывания, отсадки и резки.

**Оборудование для отливки конфетных масс.** Отливкой получают корпуса конфет из помадных и фруктово-желейных конфетных масс, которые при температуре  $60 \dots 80^\circ\text{C}$  обладают достаточной текучестью.

Корпуса конфет формируют на конфетоотливочных машинах, а для ускорения процесса структурообразования их охлаждают в установках ускоренной выстойки шахтного и люлечного типов.

Конфетоотливочные машины предназначены для отливки конфетных масс в формы, представляющие собой деревянные лотки, заполненные крахмалом. В крахмале отштамповывают углубления — ячейки, конфигурация которых соответствует форме корпусов конфет. После заливки ячеек конфетной массой формы выстаиваются, пока масса не затвердеет. Отвердевшие корпуса удаляются из крахмала, а лоток вновь заполняется крахмалом и направляется на штамповку ячеек и отливку.

Продолжительность выстойки помадных корпусов в условиях цеха составляет  $3 \dots 3,5$  ч, фруктово-желейных —  $4 \dots 6$  и ликерных —  $5 \dots 7$  ч.

Для формования необходим мелкозернистый крахмал влажностью  $5 \dots 6\%$  и температурой  $14 \dots 15^\circ\text{C}$ . Такой крахмал не осыпается при штамповании ячеек, поглощает некоторое количество влаги с поверхности корпусов конфет и легко счищается с их поверхности.

Для отливки корпусов конфет в формы из крахмала применяют конфетоотливочные машины с одним отливочным механизмом, на котором получают монолитные корпуса из массы одного сорта. На машинах с двумя последовательно установленными отливочными механизмами получают двухслойные корпуса из различных конфетных масс.

Конфетоотливочная машина с одним отливочным механизмом состоит из следующих основных узлов и механизмов: конвейера для подачи лотков, каретки для переворачивания лотков, устрой-

ства для наполнения лотков крахмалом, штампа, отливочного механизма, системы сит для отделения и очистки крахмала и щеточного устройства для очистки корпусов конфет.

Схема машины с одним отливочным механизмом приведена на рис. 5.18. В начале процесса производства пустые деревянные лотки или лотки с затвердевшими корпусами конфет, отлитыми ранее, устанавливают вручную в штабель 1. При наличии установки ускоренной выстойки штабель не нужен. Конвейер для подачи лотков 2 вдвигает лоток своими гонками (выступами в цепи) в каретку 3. После этого каретка поворачивается на угол  $360^\circ$  и останавливается. Во время поворота содержимое лотка (крахмал и корпуса конфет) высыпается на поверхность сита 21, совершающего возвратно-поступательное движение вдоль оси полуавтомата. Освободившийся лоток выдвигается из каретки следующим лотком на конвейер 4, совершающий периодическое движение. Для правильного и полного перехода лотка на конвейер имеется до-сылатель, рычаг 5 которого упирается с внутренней стороны лотка в его передний борт и несколько продвигает его вперед. Далее лоток входит в механизм для заполнения крахмалом, который состоит из двухцепного элеватора 7. Ковш 6 элеватора забирает крахмал снизу, поднимает его и на верхней горизонтальной ветви высыпает в лоток.

При дальнейшем движении лотка поверхность крахмала выравнивается приспособлением 10. После этого лоток проходит мимо неподвижных щеток, которые очищают его продольные борта. Поперечные борта лотка очищаются вращающейся щеткой. Затем лоток останавливается под штампом 11. При опускании штампа в крахмале отштамповываются ячейки в зависимости от формы корпусов конфет. Штамп снабжен приспособлением для остукивания, во время которого поверхность ячеек слегка подпрессовыва-

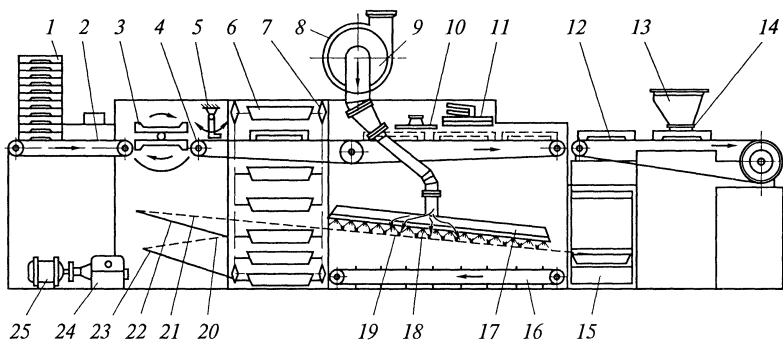


Рис. 5.18. Схема конфетоотливочной машины с одним отливочным механизмом

ется и крахмал отделяется от пуансонов. Конвейер, совершая периодическое движение, перемещается каждый раз на расстояние, равное шагу между соседними лотками.

Лоток с отштампованными ячейками переходит на цепной конвейер 12, подающий его под дозирующее устройство 14 отливочного механизма, снабженного загрузочной воронкой 13. Конвейер 12 периодически перемещается на расстояние, равное шагу между рядами ячеек в лотке. После заливки всех рядов лотка конвейер получает ускоренное движение от механизма обгона и продвигается на расстояние, равное шагу между крайними рядами соседних лотков. Лотки снимают с конвейера 12 и устанавливают на стеллажи для выстойки или направляют в установку ускоренной выстойки.

На сите 21 происходит отделение корпусов конфет от крахмала. С поверхности сита корпуса конфет сходят на корытообразную щетку 19, закрепленную на общей с ситом 21 раме и совершающую вместе с ним возвратно-поступательное движение вдоль оси полуавтомата. Над этой щеткой совершает поперечное качательное движение щетка 18, очищающая поверхность корпусов от крахмала. С щетки 19 корпуса сходят на поперечный ленточный конвейер 15, с которого они сыпаются во внутрицеховую тару и поступают к глазировочной машине.

Для лучшей очистки корпусов установлен вентилятор 9, нагнетающий воздух в продольный короб 17 качающейся щетки 18. Крахмал, отделенный щетками от корпусов конфет, скребковым конвейером 16 отводится к ковшам наполнительного элеватора. Крахмал с крошками конфетной массы, пройдя через отверстия сита 21, движется по его поддону 22 и поступает на поверхность сита 20. Крошки сходят с сита в сборник, расположенный в хвостовой части машины, а чистый крахмал собирается на поддоне 23 и сходит с него под ковши наполняющего элеватора.

При заполнении лотков крахмалом, штамповании ячеек и очистке корпусов образуется много крахмальной пыли. Для ее отсоса установлен вентилятор 8, который направляет запыленный воздух в рукавный матерчатый фильтр.

Привод машины осуществляется от электродвигателя 25 и коробки передач 24. Для изменения хода конвейера в зависимости от количества рядов ячеек в лотке отливочный механизм снабжен коробкой передач.

Щеточные очистительные устройства конфетоотливочных машин очищают поверхность корпусов конфет не полностью, оставляя значительные следы крахмала. Для корпусов, которые в дальнейшем будут покрыты шоколадной глазурью, это не имеет большого значения, а корпуса конфет, поступающие в продажу без глазирования, например молочные, необходимо дополнительно очищать от крахмала. Для этой цели применяют крахмалоочисти-

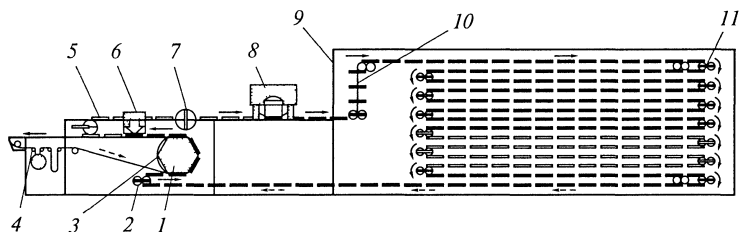


Рис. 5.19. Агрегат для формования конфетных масс отливкой в силиконовые формы

тельные машины или устройства для очистки корпусов конфет обдувкой сжатым воздухом на отводном конвейере.

На рис. 5.19 представлен агрегат для формования конфетных масс отливкой в силиконовые формы, дно которых можно изгибать и тем самым легко извлекать конфеты из ячеек.

Технологический процесс формования конфет происходит следующим образом. В пустые формы 5, установленные поворотным устройством 7 ячейками вверх, из отливочной головки 8 дозируется горячая жидкая помадная конфетная масса. Затем формы люлечным конвейером 10 транспортируются в охлаждающий шкаф 9. Поворотные устройства 11 обеспечивают постоянное положение форм в процессе охлаждения.

Понижение температуры приводит к выпадению кристаллов сахара из насыщенного раствора (жидкой фазы). Они образуют прочный каркас и приводят к затвердеванию конфет. Поворотное устройство 2 конвейера 10 ориентирует формы таким образом, что они ячейками прижимаются к шестиграннику 1 ротора 3 и оказываются над конвейером 4 в перевернутом состоянии. Поэтому когда формы подвергаются прогибу в механизме 6, затвердевшие конфеты извлекаются из ячеек, падают на ленту конвейера 4 и выводятся для дальнейшей обработки. В поворотном устройстве 7 формы снова занимают нормальное положение, т. е. располагаются ячейками вверх. Производительность линии в зависимости от конструкции составляет 500...3500 кг/ч.

Значительное количество конфетных масс (пралиновые, кремовые и т. п.) обладает высокой вязкостью, поэтому из них невозможно формовать изделия методом отливки. Изделия из таких масс формируются выпрессовыванием, отсадкой и резкой.

**Оборудование для выпрессовывания конфетных масс.** Под выпрессовыванием подразумевается процесс непрерывного или периодического выдавливания профилированных изделий бесконечной или ограниченной длины через формирующую матрицу определенного сечения. Формование конфет выпрессовыванием имеет ряд преимуществ: более высокую производительность, возмож-

ность создания механизированного поточного производства, универсальность, экономичность, возможность автоматизации процесса.

По типу нагнетателя выпрессовывающие машины, применяемые в кондитерском производстве, подразделяются на шнековые, шестеренные и др.

К *шнековым выпрессовывающим машинам* относится машина МФБ-1, предназначенная для формирования батончиков и корпусов конфет (прямоугольного сечения) из пралиновых масс путем выпрессовывания жгутов. Эта машина применяется преимущественно на кондитерских предприятиях средней и малой мощности.

Машина МФБ-1 со шнековым нагнетателем (рис. 5.20) состоит из станины 1 с кронштейном 13, смонтированной на чугунной

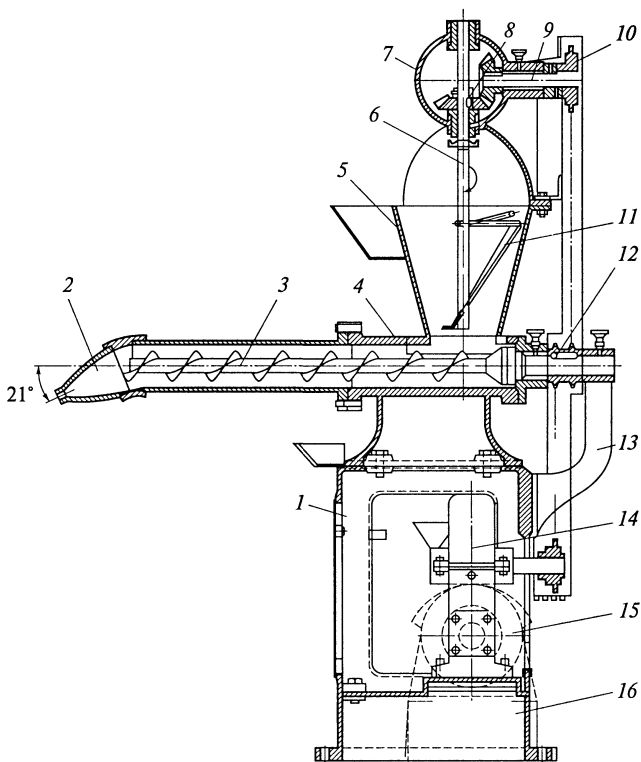


Рис. 5.20. Машина МФБ-1 со шнековым нагнетателем

плите 16; привода с червячным редуктором 14 и электродвигателем 15; корпуса 4 с вращающимся шнеком 3 и формирующей матрицей 2; головки 7 со смонтированной внутри парой конических шестерен 8 и загрузочной воронки 5 со спиралью 11.

Расположенный внутри чугунного корпуса 4 стальной сварной шнек 3 соединен со средним приводным горизонтальным валом. Для восприятия осевого усилия, возникающего в результате нагнетания массы шнеком, предусмотрен упорный шарикоподшипник. На горизонтальном валу насажена двухрядная звездочка 12 для привода шнека.

Внутри головки 7 вращается верхний горизонтальный вал 9 с конической шестерней и звездочкой 10, а также вертикальный вал 6 с конической шестерней и спиралью 11. Последняя служит для подачи конфетной массы в корпус машины 4 и непрерывного перемешивания ее в загрузочной воронке 5.

Конфетная масса поступает в загрузочную воронку 5, из которой спиралью 11 подается в корпус 4. Вращающийся шнек 3 перемещает массу и выпрессовывает ее через формирующую матрицу 2 в виде пяти бесконечных жгутов.

При отсутствии производственных площадей для установки охлаждающего конвейера с закрытой камерой в линии с машиной жгуты вручную разрезают на отрезки длиной до 800 мм, которые укладывают на фанерные лотки. Затем отрезки жгутов подвергаются охлаждению и выстойке.

Отформованные и охлажденные заготовки для батончиков поступают на резку и завертывание.

При установке сменной матрицы с каналами прямоугольного сечения на этой машине можно формовать полосы с последующим разрезанием их на корпуса конфет, имеющие форму параллелепипеда.

Шнековые машины имеют недостатки, связанные с неравномерностью давления по длине матрицы. Вследствие разных давлений у отверстий матрицы скорость выхода жгутов из отверстий неодинакова.

Производительность машины со шнековым нагнетателем  $\Pi_{ш}$  (кг/ч) при непрерывной работе определяют по формуле

$$\Pi_{ш} = 3600 F v \rho c,$$

где  $F$  — суммарное сечение всех формирующих каналов матрицы, м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость выпрессовывания жгутов, м/с;  $\rho$  — плотность формируемой конфетной массы, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  — коэффициент, учитывающий возвратные отходы.

К *шестеренным выпрессовывающим машинам* относится машина ШПФ для формования жгутов конфетных масс. Выдавливание жгутов в машине осуществляется нагнетателем, состоящим из двух шестеренных роторов.

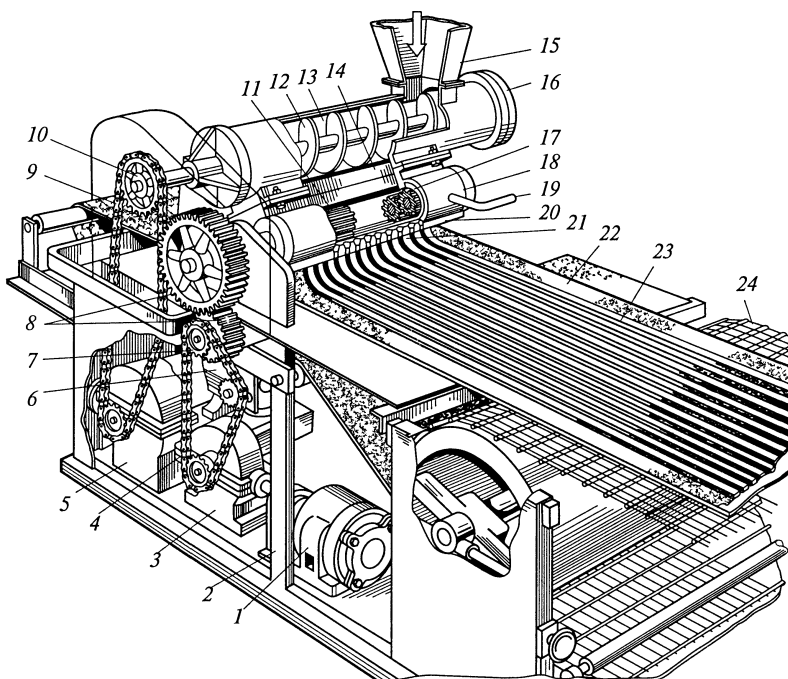


Рис. 5.21. Машина ШПФ с шестеренным нагнетателем

На рис. 5.21 представлен общий вид машины ШПФ с шестеренным нагнетателем. Формующая часть монтируется на станине 2. Конфетная масса поступает в воронку 15. Из цилиндрической камеры 13 конфетная масса шнеком 12 направляется в камеру 14, где она захватывается зубьями вращающихся шестеренных роторов 11. Последние нагнетают конфетную массу в камеру сменной матрицы 21, закрепленной в рамке 20. Привод шнека осуществляется от электродвигателя 6 через редуктор 5, цепную передачу 9 с ведомой звездочкой 10. Привод одного из роторов осуществляется от электродвигателя 1 через редуктор 3, цепную передачу 4 с ведомой звездочкой 7 и зубчатую передачу 8.

Шнек 12 можно извлечь из камеры 13, для чего необходимо снять торцевую крышку 16 камеры.

Выходящие из каналов матрицы 21 жгуты 23 равномерно ложатся на конвейерную ленту 22 и обдуваются воздухом, подаваемым из диффузора. Вследствие этого на поверхности жгутов образуется несколько затвердевшая пленка, предотвращающая прилипание жгутов к ленте конвейера и устраняющая ее загрязнение.

Лента 22 со жгутами 23 укладывается на сетчатый конвейер 24 охлаждающей камеры, в которой жгуты затвердевают.

Камера 18 нагнетающих роторов снабжена водяной рубашкой 17 для поддержания необходимой температуры формуемой массы. Вода подается в штуцер 19.

При длине нагнетательных роторов 500 мм матрица может иметь 18... 19 каналов диаметром 21 мм.

Нагнетатель такого типа может применяться для выпрессовывания конфетного пласта на размазном конвейере вместо кареток. В этом случае матрица должна иметь не ряд каналов, а одну щель, ширина которой должна быть равна толщине пласта.

**Оборудование для отсадки конфетных масс.** Под отсадкой понимают процесс формирования штучных изделий выдавливанием конфетной массы через профилирующие насадки на приемную поверхность при циклическом взаимодействии рабочих органов и механизмов.

Отсадочные машины характеризуются или периодическим движением нагнетателя, или наличием золотникового отсекавателя (отсекающая планка, пробковый золотник и т. п.).

Для формирования отсадкой конфет куполообразной формы («Трюфели», «Красная Москва» и др.) используется отсадочная машина ШОК со шнековым нагнетателем. Конфетные массы, предназначенные для производства таких конфет, обладают большой текучестью.

**Оборудование для резки конфетных масс.** Для резки конфетных масс наибольшее распространение получили дисковые резательные машины, у которых рабочими органами являются дисковые ножи. Помимо машин с дисковой резкой применяются резательные машины, у которых ножи имеют возвратно-поступательное движение (гильотинный принцип резки), машины с комбинированной резкой (сочетание дисковой и гильотинной резки), а также струнные машины.

*Резательная машина с дисковыми ножами* (рис. 5.22) предназначена для резки конфетных пластов и состоит (см. рис. 5.22, а) из стола со станиной, привода и режущих механизмов в виде набора дисковых ножей, расположенных друг от друга на определенном расстоянии: один набор ножей по ширине конфеты — для продольной резки, другой по ее длине — для поперечной резки. В машинах одного типа наборы ножей устанавливаются параллельно друг другу (см. рис. 5.22, б), в машинах другого типа — перпендикулярно (см. рис. 5.22, в).

Пласт конфетной массы, уложенной на фанерный или металлический лист, продвигают вручную под ножи сначала для продольной, а затем для поперечной резки. Поперечная резка осуществляется или при перемещении нарезанных полос под дисковые ножи, расположенные под углом  $180^\circ$ , с поворотом пласта, или

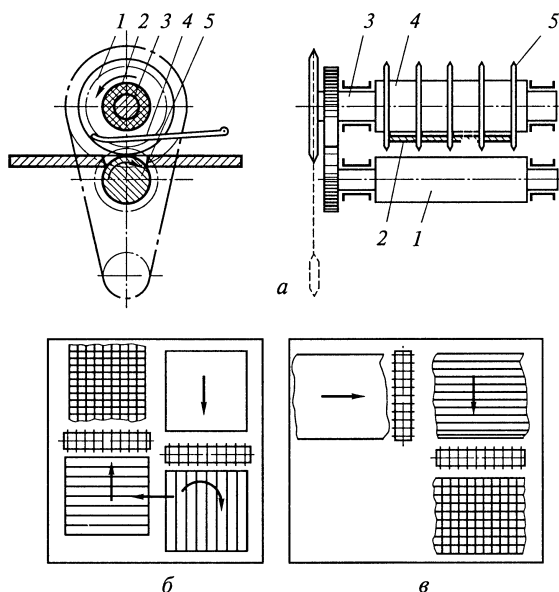


Рис. 5.22. Резательная машина с дисковыми ножами  
для резки конфетных пластов:

*а* — схема машины; *б*, *в* — соответственно параллельное и перпендикулярное  
расположение ножей

при перемещении под ножи, установленные под углом  $90^\circ$  к пер-  
вым (см. рис. 5.22, *в*).

Ножи разрезают пласт не до конца, оставляя неразрезанными  
примерно 0,5 мм толщины слоя. Ножи 5 (см. рис. 5.22, *а*), изготов-  
ляемые из листовой инструментальной стали толщиной до 1 мм,  
монтируют на стальной скалке 3 между текстолитовыми или сталь-  
ными втулками 4. Сменой втулок изменяют размеры отрезаемых  
полос, соответствующие ширине или длине конфеты. Валик 1 спо-  
собствует равномерному продвижению листа с пластом.

Если конфетная масса будет прилипать к ножам, последние  
могут захватить нарезанные полосы и оторвать их от стола. Греб-  
бенка 2, расположенная над поверхностью пласта, препятствует  
подъему нарезанных полос, отрывая их от ножей.

Движение режущим механизмом передается от электродвига-  
теля через редуктор и цепную передачу.

Производительность резательных машин с дисковыми ножами  
 $\Pi_d$  (кг/ч) для изделий квадратной формы определяют по формуле

$$\Pi_d = [60(z - 1)^2 nc] / k,$$

где  $z$  — количество ножей на скалке;  $n$  — число двойных ходов стола в минуту;  $c$  — коэффициент учета отходов при резке;  $k$  — количество изделий в 1 кг.

Производительность резательных машин любого типа  $\Pi_p$  (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi_p = 60 G_0 c / \tau,$$

где  $G_0$  — масса одного пласта, кг;  $\tau$  — продолжительность разрезания пласта, мин.

*Резательная машина с гильотинным ножом* (рис. 5.23) предназначена для резки конфетных жгутов и состоит (см. рис. 5.23, а) из станины 7, ножа 4 гильотинной резки, механизмов поперечного и продольного перемещений ножа и привода.

Конфетные жгуты 2 перемещаются конвейером 1 из охлаждающей камеры под нож 4, закрытый сверху ограждением 3. Нож одновременно перерезает все жгуты, отделяя от них корпуса конфет 5, которые собираются в лоток 6. Отсюда конфеты поступают на конвейер для глазирования или на завертывание.

Гильотинный нож совершает сложное движение, обусловленное непрерывным движением жгутов. При этом необходимо, чтобы нож не только перерезал жгуты (поперечное перемещение), но и в момент резания имел горизонтальную скорость, равную скорости движущихся жгутов. Поэтому нож приводится в движение от двух механизмов: поперечного и продольного перемещений.

Кулачковый вал 8 приводится во вращение от электродвигателя 16 (см. рис. 5.23, б) через цепную передачу 15 и зубчатую пару 13. Кулачок 9, воздействуя на ролик 10, поворачивает рычаг 3, который через траверсу 14 и два штока 12 перемещает нож 11 в вертикальном направлении. Кулачок 7, воздействуя на ролик 6, установленный на штуцере 5, поворачивает рычаг-коромысло 1, которое через два рычага 4 перемещает нож 11 в горизонтальном направлении. Коромысло 1 снабжено кулисным механизмом для регулирования продольного размера отрезаемых конфет. Для этого поворачивают маховик 2. При этом изменяются размах качания коромысла 1, а следовательно, и величина горизонтального перемещения ножа и продольный размер конфеты.

Производительность машины с гильотинным ножом определяется производительностью формующей машины линии, а длина ножа зависит от ширины ленты конвейера, подающего жгуты.

*Резательная машина непрерывного действия* комбинированного типа предназначена для поточной линии производства многослойных конфет.

*Струнные машины для резки пластов* применяются преимущественно для резки пластов пралиновых конфетных масс с вафельными прослойками при изготовлении корпусов конфет типа

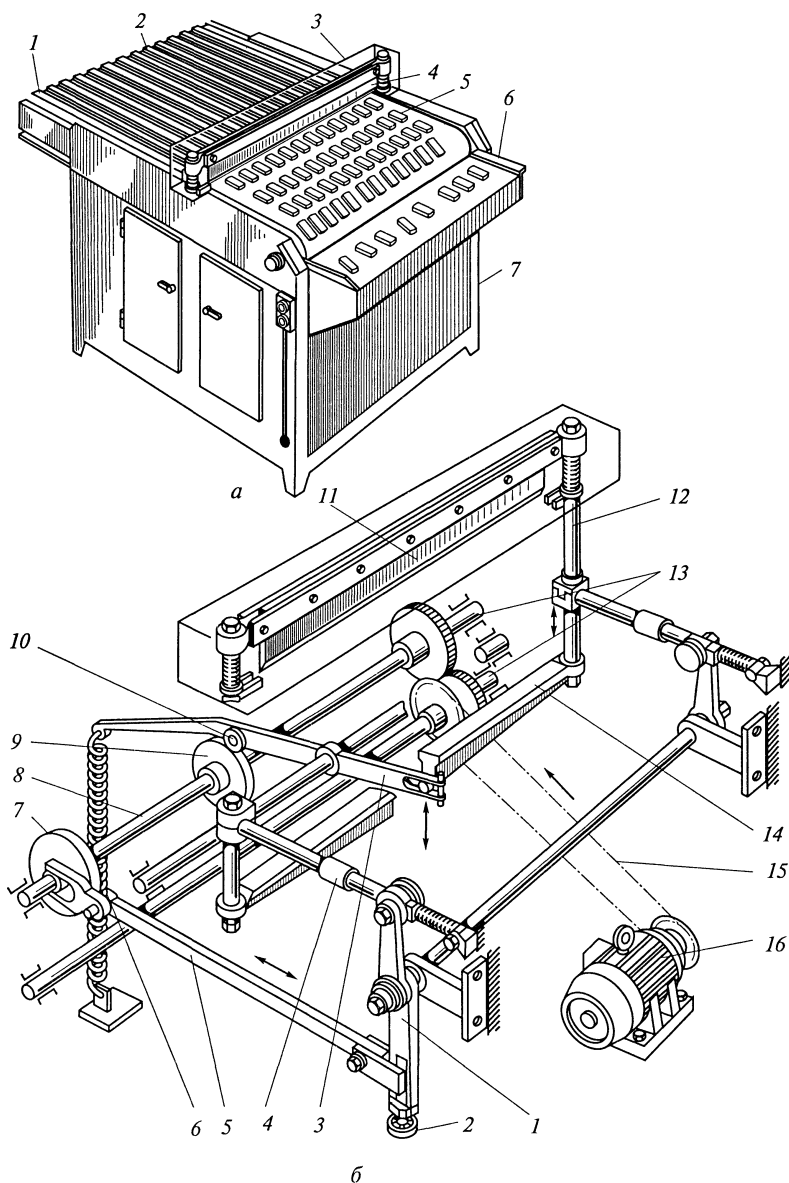


Рис. 5.23. Резательная машина с гильотинным ножом  
для резки конфетных жгутов:

*a* — общий вид; *б* — схема машины

«Мишка косолапый», «Красная шапочка» и т. п. Наиболее широко эти машины применяются для резки вафельных пластов при производстве вафель с начинками.

### 5.2.3. Оборудование для глазирования корпусов конфет и других кондитерских изделий

Для покрытия шоколадной массой, называемой глазурью, корпусов конфет и других кондитерских изделий (вафель, печенья, зефира, пастилы) применяются глазировочные агрегаты.

Глазировочный агрегат состоит из саморасклада, приемного конвейера, глазировочной машины и охлаждающей камеры с конвейером внутри. Корпуса конфет укладываются на приемный ленточный конвейер самораскладом (или вручную) ориентированными продольными рядами. Приемный ленточный конвейер передает их на сетчатый конвейер глазировочной машины, где они покрываются слоем глазури. Покрытые глазурью конфеты переходят на ленточный конвейер охлаждающей камеры, где глазурь охлаждается, кристаллизуется и затвердевает.

Готовые глазированные конфеты поступают на завертывание или упаковывание.

Глазировочные агрегаты различаются по ширине рабочего полотна (ленты). На предприятиях средней мощности используются машины с шириной ленты 420 и 620 мм, на крупных предприятиях — с шириной 800 и 1000 мм.

*Саморасклад к глазировочному агрегату* (рис. 5.24) состоит из бункера 1, наклонного конвейера 2, плоского 4 и желобчатого 8 вибростолов, ворошителя 5, приводов конвейера и вибростолов.

Одной из стенок бункера 1 является наклонный конвейер 2, на ленте которого через равные промежутки размещены угольники 3. Плоский и желобчатый вибростолы стойками установлены на сварной раме 14. Колебательное движение вибростолы получают от электродвигателя 11 через ременную передачу 12, эксцентриковый горизонтальный вал 13 и шатун 7. Над плоским вибростолом перед гребенкой 6 установлен ворошитель 5, представляющий собой вал с набором резиновых звездочек.

Наклонный конвейер и ворошитель приводятся в движение от индивидуальных электродвигателей 15 и 10 соответственно через редукторы и систему ременных передач.

Изделия из бункера захватываются угольниками наклонного конвейера и высыпаются на плоский вибростол. Ворошитель отбрасывает изделия, движущиеся в верхнем слое, и пропускает только нижний слой. Гребенкой и желобками вибростол изделия ориентируются в ряды и движутся в направлении наибольшей оси. Поверхности вибростолов и гребенки выполнены из винипласта,

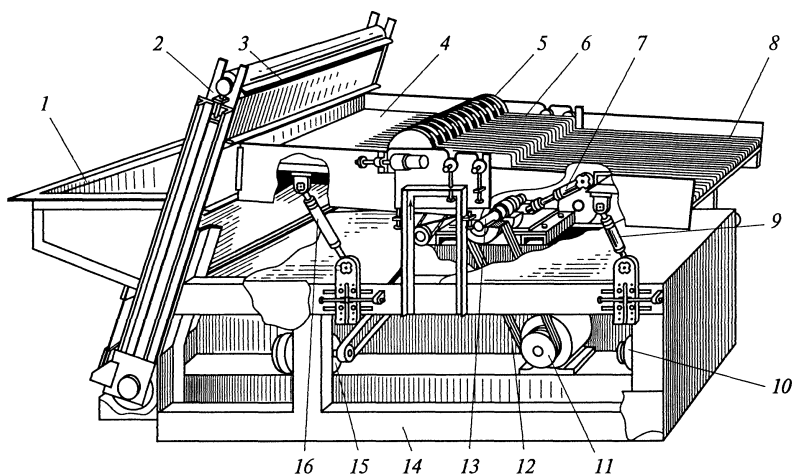


Рис. 5.24. Саморасклад к глазировочному агрегату

что обеспечивает необходимое скольжение изделий, чистоту поверхностей, а также удобство очистки и мойки.

Положение ворошителя регулируют изменением его высоты над плоским вибростолом, наклон вибростолов — изменением длины стоек 9 и 16.

Производительность саморасклада до 1000... 1200 кг/ч.

*Приемный конвейер* служит для передачи ориентированных в продольные ряды изделий от саморасклада к глазировочной машине, а также для раскладки изделий вручную при отсутствии саморасклада или невозможности их виброраспределения (корпуса сбивных сортов конфет, а также с вафельной прослойкой и пр.).

*Глазировочная машина* (рис. 5.25) состоит из сетчатого конвейера 2, воронки для глазури 1, вентилятора 3 высокого давления, сборника для неиспользованной глазури 5, темперирующей установки, резервуара 4 для вновь подаваемой глазури, перекачивающих устройств и электропривода.

Сквозь машину проходит сетчатый металлический конвейер 2, на который изделия 18 поступают с приемного конвейера. Сетчатый конвейер движется с большей скоростью, чем лента приемного конвейера, что приводит к увеличению расстояния между изделиями. Раздвинутые изделия правильными рядами попадают под воронку 1, из продольной щели которой непрерывным потоком стекает шоколадная масса, образуя сплошную завесу. Ширина щели и поток массы регулируются заслонкой. Изделие, проходя через завесу, покрывается шоколадной глазурью сверху и с

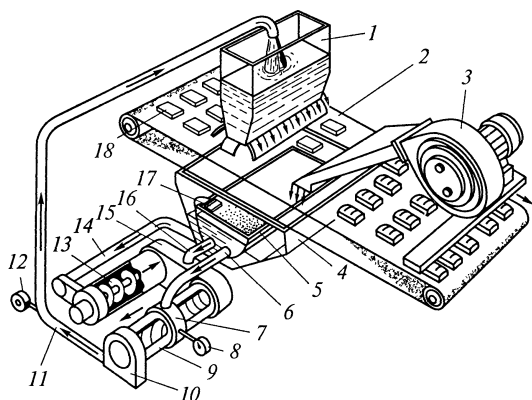


Рис. 5.25. Схема глазировочной машины

боков, кроме нижней части, соприкасающейся с сеткой. Для покрытия глазурью доньшка под сетчатым конвейером устанавливается или другой сетчатый конвейер, движущийся с меньшей скоростью, или несколько валиков, или поддон.

Покрытые глазурью изделия обдуваются струей воздуха, подаваемого вентилятором 3. Воздух сдувает излишнюю часть глазури, отчего поверхность изделия становится волнистой. Благодаря быстрому охлаждению полученный рельеф закрепляется на поверхности. Изменением скорости подачи воздуха регулируют толщину слоя глазури. Образующиеся на изделии наплывы в нижней части снимаются быстровращающимся валиком, установленным в конце сетчатого конвейера. Этот же валик заглаживает глазурь на доньшке изделий. Далее глазированные изделия поступают на кленчатый конвейер охлаждающей камеры агрегата.

Глазировочная машина снабжена системой приема, двойного темперирования и подачи темперированной шоколадной массы на покрытие изделий. Система циркуляционного темперирования шоколадной глазури с двойным потоком работает следующим образом. Нетемперированная шоколадная масса температурой 38...49 °С автоматически подается из цеховых емкостей в приемный сборник 4. Затем масса переливается по трубе 14 в подогревающий шнек 13. Количество массы поступающей нетемперированной глазури в 3...8 раз больше ее количества, необходимого для глазирования изделий. Подогретая глазурь из шнека поступает в смесительную камеру 15, куда по трубе 16 из промежуточного сборника 5 поступает некоторое количество массы темперированной глазури, не использованной при глазировании. Смешанная масса темперруется еще раз в камере 7, в конце которой по трубопроводу 6 из сборника 5 добавляется еще порция темпериро-

ванной глазури. В результате нагревания массы до 40 °С кристаллы какао-масла, которые могут быть в глазури, расплавляются. После этого в цилиндре 9 шоколадная масса охлаждается до температуры 29... 32 °С, а затем насос 10 перекачивает по трубе 11 отtemперированную массу в воронку 1.

Избыток шоколадной глазури, проходя сквозь сетчатый конвейер, возвращается в промежуточный сборник 5. Количество массы в нем контролируется с помощью регулятора уровня 17. Излишки глазури из сборника 5 поступают в приемный сборник 4. В воронке поддерживается постоянная температура. Температура массы определяется и регулируется термометрами 8 и 12 и соединенными с ними датчиками.

*Охлаждающая камера туннельного типа с горизонтальным конвейером внутри* предназначена для охлаждения глазури, нанесенной на корпуса конфет в глазировочной машине. В современных охлаждающих камерах для отвода теплоты от конфет применяются следующие способы: конвективный, радиационный, контактный и комбинированный. Расчеты показали, что 50 % всей теплоты, отдаваемой глазированными конфетами, поглощается системой контактного охлаждения, 30 % отдается конвекцией окружающему воздуху и оставшиеся 20 % передаются излучением в основном верхним поверхностям, расположенным около потолка охлаждающего канала. Для интенсификации охлаждения излучением эти поверхности окрашивают в черный цвет.

При правильной эксплуатации глазировочных агрегатов в соответствии с оптимальными параметрами глазированные конфеты должны иметь блестящую поверхность и хорошую стойкость при хранении.

Производительность глазировочного агрегата  $\Pi_r$  (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi_r = 3600zmv/k,$$

где  $z$  — количество продольных рядов корпусов конфет на подающем конвейере;  $m$  — число поперечных рядов корпусов конфет на 1 м длины подающего конвейера ( $m = 1000/l$ , где  $l$  — шаг между поперечными рядами корпусов конфет, мм);  $v$  — скорость подающего конвейера, м/с;  $k$  — количество глазированных конфет в 1 кг.

### Контрольные вопросы

1. Как устроена и работает помадовзбивальная машина ШАЕ?
2. Из каких единиц состоит технологический комплекс ШПА?
3. Как устроена и работает машина с отливкой помады в крахмал?
4. Как устроена и работает линия с отливкой помады в силиконовые формы?

5. Как устроена и работает машина МФБ?
6. В какую сторону должна вращаться правая шестерня нагнетателя машины ШПФ?
7. Почему гильотинный нож резательной машины совершает сложное движение при непрерывном движении жгутов?

### 5.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШОКОЛАДА

Основным сырьем для шоколадного производства являются какао-бобы, импортируемые из стран Африки и Южной Америки, и сахар. Кондитерские фабрики России производят изделия следующих видов: плиточный шоколад с массой плиток от 4 до 300 г; шоколадные изделия с начинками в виде батончиков, рожков, конфет «Ассорти» и др.; узорчатый шоколад в виде мелких пластинок различной конфигурации; пустотелые фигурные шоколадные изделия; шоколадные медали; пористый шоколад.

В зависимости от способа обработки шоколад подразделяют на десертный, обыкновенный и пористый.

В качестве добавок применяют молоко и молочные продукты, обжаренные (дробленые или тертые) ореховые ядра (миндаль, фундук, кешью и арахис), кофе жареный молотый или в виде пасты, вафли в виде крупки, измельченные кукурузные хлопья, фрукты (цукаты, цедра, сухофрукты), грильяж и специальные добавки (измельченный орех, витамины).

При изготовлении шоколада применяют следующие начинки: помадно-фруктовую, ореховую, арахисовую, шоколадную, фруктово-мармеладную, шоколадно-кремовую, помадно-шоколадную, помадно-сливочную, пралине с вафлями и без вафель.

В процессе производства шоколада получают какао-жмых, из которого затем изготавливают какао-порошок.

Производство шоколада осуществляется на оборудовании, которое можно объединить в следующие группы:

- для обработки какао-бобов;
- для приготовления шоколадных масс;
- для формования (отливки) шоколадных изделий;
- для прессования какао тертого и производства какао-порошка;
- для завертывания шоколадных изделий и фасования какао-порошка (рассматривается в гл. 6).

#### 5.3.1. Оборудование для обработки какао-бобов

Обработка какао-бобов складывается из таких процессов, как очистка и сортировка, обжаривание и дробление.

Поступившие на фабричные склады какао-бобы сначала очищают от посторонних примесей в виде пыли, камешков, волокон

мешковины, бумаги и т.п. и сортируют по размерам для получения равномерно обжаренных какао-бобов\*.

После очистки и сортировки какао-бобы обжаривают, а затем дробят для получения какао-крупки.

**Оборудование для очистки какао-бобов.** Рабочим органом оборудования для очистки какао-бобов от примесей является система подвижных или неподвижных сит.

Подвижные сита могут совершать возвратно-поступательное, вращательное и вибрационное движение. Возвратно-поступательное движение сит в горизонтальной или наклонной плоскости осуществляется кривошипно-шатунными, эксцентриковыми или самобалансными механизмами.

Способ разделения частиц по размерам с помощью сит называется ситовым. Однако размер многих примесей может соответствовать размерам основного сырья и тогда такие примеси нельзя отделить ситовым способом. Поэтому для отделения примесей, отличающихся от сырья по аэродинамическим признакам, применяют воздушную сепарацию.

Основным параметром, определяющим возможность отделения сырья от примесей по аэродинамическим признакам, является скорость витания, т.е. скорость воздуха, при которой частица будет находиться в равновесии. При большой величине скорости витания частица будет двигаться вместе с потоком воздуха, а при небольшой — упадет на дно пневмосепарирующего канала.

Способ воздушной сепарации часто комбинируется со способом разделения частиц по размерам (ситовый способ). Наибольшее распространение получили машины с плоскими вибрирующими ситами, но применяются также и машины с цилиндрическими ситами.

Перечисленные машины по конструктивному признаку можно подразделить на ситовые (с плоскими и цилиндрическими ситами) и воздушно-ситовые.

На рис. 5.26 изображена *воздушно-ситовая очистительная машина MTRA* фирмы «Бюлер» (Швейцария), предназначенная для скоростной очистки какао-бобов перед подачей их в силосы для длительного хранения, а также для очистки какао-бобов перед обжариванием (сушкой). Качество очистки достигается за счет использования сит с отверстиями различной конфигурации и диаметра. Сита могут иметь круглые, продолговатые или треугольные отверстия, а также комбинации из таких отверстий.

Машина (см. рис. 5.26, *а*) состоит из следующих основных узлов: приемного бункера 1, ситового кузова 3 и вертикального воз-

---

\* Очистка, осуществляемая на складах, получила название предварительной, или первичной. Очистка с сортированием поступающих на производство какао-бобов непосредственно перед их переработкой называется вторичной.

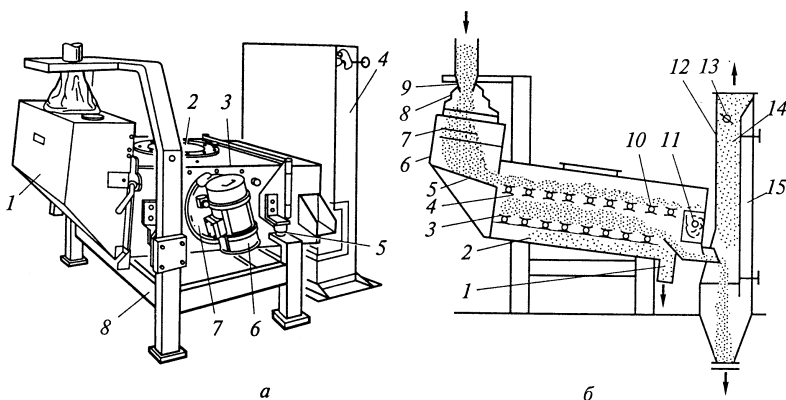


Рис. 5.26. Воздушно-ситовая очистительная машина МТРА:

*а* — общий вид; *б* — схема очистки

душного сепаратора 4. Ситовый кузов опирается на гибкие опоры-пружины 5, установленные на раме 8. К кузову с двух сторон планшайбами 7 крепятся мотор-вибраторы 6. Изменяя наклоны мотор-вибраторов, можно подобрать оптимальный режим колебаний ситового кузова, обеспечивающий хорошую очистку какао-бобов при максимальной производительности машины. Для контроля за состоянием сит предусмотрена съемная крышка 2. При необходимости (замена сит и др.) можно откинуть шарнирно закрепленный к ситовому кузову приемный бункер 1.

Машина работает следующим образом (см. рис. 5.26, б). Какао-бобы через приемный патрубок 9 по гибкому рукаву 8 поступают на распределительные поверхности 7, расположенные в приемном бункере 6. Выходное отверстие приемного патрубка 9 имеет спиральную форму, что способствует расширению выходящего потока. Падая на поверхность 7, неочищенные какао-бобы распределяются по всей ширине сита 4 и движутся по нему за счет вибрации ситового кузова 2. Заслонка 5 регулирует толщину слоя поступающих на очистку какао-бобов. Сходом по ситы 4 идут крупные камни, веревки, ветки и другие примеси, имеющие большие размеры, чем какао-бобы. Крупные примеси собираются в лотке 11 и выводятся из кузова. Проход через сито 4 попадает на сито 3, отверстия которого (8...9 мм) меньше диаметра какао-бобов. Поэтому они движутся сходом по ситы 3 и ссыпаются в вертикальный канал воздушного сепаратора 12. Идущие проходом через сито 3 мелкие примеси (песок и др.) собираются на днище ситового кузова и через канал 1 выводятся из машины.

Очищенные от крупных и мелких примесей какао-бобы, падая вниз в вертикальном канале воздушного сепаратора 12, обдува-

ются воздухом, который подхватывает пыль, листья, частицы оболочки и другие легкие примеси. Вместе с воздухом примеси отделяются от какао-бобов и уносятся по каналу 14 из воздушного сепаратора. Качество очистки какао-бобов от легких примесей определяется скоростью воздуха, которая регулируется заслонкой 13 и положением передвижной стенки 15.

Расположенные в ситовом кузове два сита крепятся к деревянным рамам, которые продольными и поперечными брусками (перегородками) делят подситовое пространство на ячейки. В каждой ячейке находятся свободно перемещающиеся по сетчатому поддону резиновые или пластмассовые шарики 10. Ударяясь при вибрации об основные сита, они очищают их от прилипших частичек, уменьшающих размер отверстий.

Выпускаемые фирмой «Бюлер» воздушно-ситовые очистительные машины имеют производительность 20...1000 т/ч, если они устанавливаются перед силосами, и 5...24 т/ч, если они устанавливаются в цехе перед сушильными аппаратами.

После монтажа машины во время пробных пусков определяют рациональное положение заслонок, находящихся внутри аспирационных каналов. Необходимо подобрать также такие скорости воздуха, которые обеспечили бы максимальный унос примесей и минимальный — основного сырья.

**Оборудование для обжаривания какао-бобов.** К оборудованию для обжаривания какао-бобов относится *вертикальная одноканальная установка STT* фирмы «Бюлер» (Швейцария), которая предназначена как для предварительной сушки, так и для обжаривания целых какао-бобов и какао-крупки, ядер лесного ореха, миндаля, арахиса и т.п.

Установка (рис. 5.27) представляет собой вертикальную рамную конструкцию 17, на которой крепятся необходимые узлы, и имеет три зоны, причем в зонах I и II происходит сушка или обжаривание продукта, а в зоне III продукт охлаждается. Соответственно зоны снабжены фильтрами 1, 2, 10, паровыми или масляными калориферами 3 и 9, шнеками 4, 12, 15 для отвода пыли и отводными патрубками 5, 11 и 14. Зоны II и III разделены заслонкой 13.

Продукт поступает в бункер 8, снабженный заслонкой 7 с пневматическим приводом. Пройдя в щель заслонки, продукт попадает в узкий вертикальный канал 6, стороны которого образованы ре-

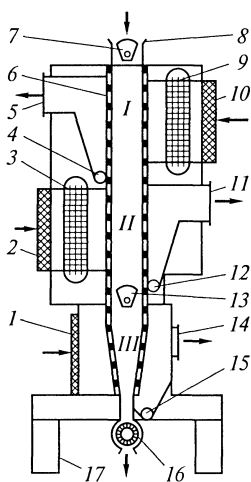


Рис. 5.27. Схема вертикальной одноканальной установки STT

шетками, обтянутыми проволочной сеткой. Решетки свободно выдвигаются по направляющим планкам, что облегчает их очистку. Ширину канала и тем самым толщину слоя можно менять. Продукт опускается по каналу постепенно и равномерно, оставляя рыхлым благодаря свободному перемещению частиц продукта. Поскольку нет соударений и вибрации, удается избежать повышенного сдвливания и образования крошки.

В зонах *I* и *II* воздух всасывается через фильтры *10* и *2*, очищается от пыли, нагревается в калориферах *9* и *3*, отдает теплоту обрабатываемому продукту и выбрасывается из сушилки через патрубки *5* и *11*. Прошедший через продукт воздух уносит пыль, которая после прохождения через канал оседает и шнеками *4* и *12* выводится наружу. Таким же образом происходит движение воздуха в зоне *III*, только в ней отсутствует подогрев воздуха. Если прекратить подачу в нее воздуха, то в этой зоне можно выполнять дополнительное обжаривание.

Обжаренный и охлажденный продукт выводится из сушилки через разгрузочное устройство *16* (роторный шлюзовой затвор). Время обжаривания можно регулировать изменением производительности разгрузочного устройства.

Расположенные на входе в установку и между зонами обжаривания и охлаждения секторные заслонки *7* и *13* облегчают запуск и работу установки на холостом ходу (в это время заслонки находятся в закрытом состоянии).

Подача воздуха в установку, его дополнительная очистка после сушилки осуществляются тремя отдельно стоящими циклонами-осадителями и тремя вентиляторами. Воздушно-очистительная система работает под разрежением. Таким образом, отсутствие в конструкции сушилки вентиляторов значительно снижает опасность загорания.

Производительность выпускаемых фирмой «Бюлер» установок (по какао-бобам) составляет 200...2000 кг/ч.

В некоторых типах установок какао-бобы движутся самотеком в вертикальной шахте с неподвижными наклонными полками. Какао-бобы, пересыпаясь с полки на полку, проходят через три горячие зоны, а затем поступают в зону охлаждения. Нагретый паровыми калориферами воздух при помощи вентиляторов поступает в зазоры между полками шахты, осуществляя, таким образом, поперечное продувание какао-бобов.

Обжаренные какао-бобы поступают на дробление, в результате чего образуются какао-крупка и какао-шелл (оболочка какао), которые отделяются друг от друга.

**Оборудование для дробления какао-бобов.** К оборудованию для дробления какао-бобов относится *дробильно-сортировочная машина* (рис. 5.28), состоящая из ковшового элеватора, корпуса, размольного механизма ударного действия, ситового блока каскад-

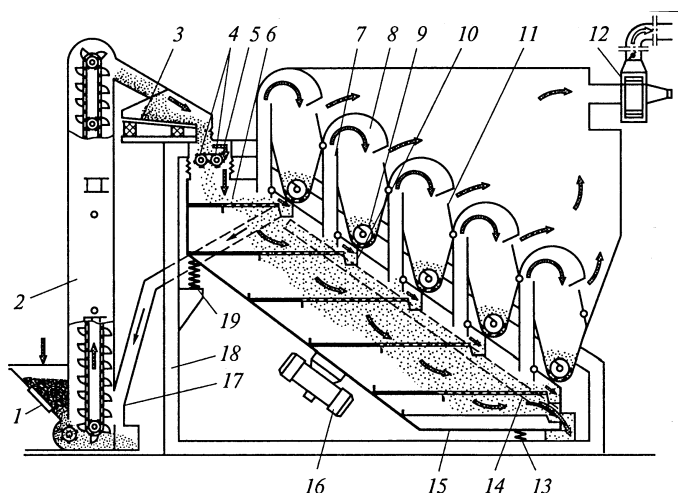


Рис. 5.28. Дробильно-сортировочная машина

ного типа, системы воздушной сепарации с осадительными камерами, вентилятором и циклоном, электродвигателей-вибраторов.

Из воронки 1, снабженной встряхивающим механизмом, предотвращающим зависание продукта, обжаренные какао-бобы поступают в ковшовый элеватор 2. При движении по малому виброситу 3 от какао-бобов отделяется мелкая фракция, которая, минуя дробильный механизм, подается на верхнее сито 6 ситового блока 15.

Дробильный механизм состоит из двух шестигранных валков 4 и двух отбойных рифленых дек 5, одна из которых расположена горизонтально, а другая — вертикально. Попадая на грани быстровращающихся валков, какао-бобы разгоняются и ударяются о неподвижные деки, раскалываясь на куски. Смесь крупки, оболочки и неразбитых какао-бобов поступает на одно из пяти сит — сито 6, сквозь которое проходят крупка и оболочка, а неразбитые какао-бобы по каналу 17 возвращаются в башмак элеватора 2 на повторное измельчение.

Из пяти сит сито 6 — самое верхнее в ситовом блоке 15, который пружинами 13 и 19 опирается на корпус 18. Все пять сит расположены в блоке каскадом; размер отверстий в ситах по мере пересыпания (просеивания) смеси уменьшается.

В конце каждого сита сверху расположен вертикальный аспирационный канал 7, под которым перемещаются частицы какао-крупки и оболочки, не прошедшие сквозь соответствующее сито (сход). Поток воздуха подхватывает оболочку и по каналу уносит

ее в осадительную камеру 8. Камера имеет большой объем, скорость воздуха здесь резко снижается, оболочка падает вниз и шнеком 9 выводится из машины в сборный желоб, расположенный с правой стороны ситового блока. Запыленный воздух из осадительных камер через каналы с регулировочными заслонками 11 отсасывается вентилятором 12 и направляется в циклон для отделения от мельчайших частиц крупки и какаофеллы.

Фракции крупки, очищенные от какаофеллы, в конце каждого сита собираются в разгружающих устройствах 10 и по ним выводятся из машины в наклонный виброжелоб 14 (показан пунктирной линией), расположенный с левой стороны ситового блока.

Сход крупки по нижнему сити содержит ростки (зародыши) какао-бобов. Росток имеет длину 4 мм и ширину 1 мм. В обжаренных какао-бобах содержание ростка в среднем не превышает 0,8...0,9%. Он обладает значительно большей твердостью, чем крупка, и гораздо хуже, чем она, измельчается на вальцовых мельницах. Содержание жира в ростке не превышает 3,5%, и по сравнению с крупкой он является малоценной и засоряющей частью. Для удаления ростка фракцию крупки, отделенную на сите с ячейками 4...5 мм, пропускают через триер (очистительный механизм).

Степень очистки фракций крупки от оболочки зависит от скорости и количества воздуха, проходящего через аспирационные каналы 7 с регулировочными заслонками 11. Регулирование воздуха ведется с помощью рукояток, установленных на корпусе 18 машины.

Частицы крупки больших размеров очищаются лучше и поэтому идут на изготовление шоколада высших сортов. Наиболее мелкая крупка содержит примеси какаофеллы и используется для рецептурных смесей низших сортов шоколада или начинок.

Ситовый блок 15 получает колебательное движение от двух электродвигателей — вибраторов 16.

Существуют аналогичные машины с валковым или дисковым дробящим устройством, где сита колеблются в вертикальной плоскости. Ситовый блок может получать колебательное движение от эксцентрикового механизма, а крепиться к корпусу машины на рессорных стойках или подвесках.

Для тонкого измельчения какао-крупки используются *размольные агрегаты*. Размер частиц какао-крупки, сахара-песка и т. п. в шоколаде не должен превышать 30...60 мкм. Поэтому очищенная от оболочки какао-крупка и сахар-песок измельчаются, для чего применяется специальное оборудование, в частности размольные агрегаты. В состав размольных агрегатов входят молотковые, штифтовые, дисковые, шариковые и другие мельницы.

Комбинированный размольный агрегат (рис. 5.29) состоит из молотковой мельницы 3, дисковой мельницы 14, контрольного

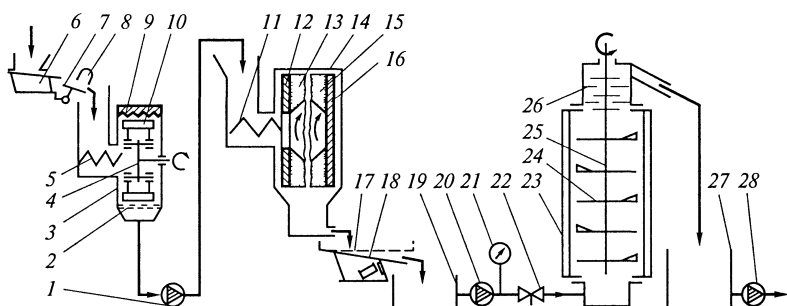


Рис. 5.29. Комбинированный размольный агрегат

ситового фильтра 17, шариковой мельницы 23, перекачивающих насосов, дозаторов и системы водяных коммуникаций.

Молотковая мельница 3 снабжена вибродозатором 6, с помощью которого путем изменения амплитуды колебаний регулируют подачу какао-крупки в мельницу. При движении какао-крупки по поверхности 7 с регулируемым наклоном магнитом 8 извлекаются ферропримеси. Шнек 5 подает продукт внутрь мельницы. В корпусе вращается ротор 4 с шарнирно закрепленными на нем четырьмя молотками 10, которые разгоняют какао-крупку и ударяют ее о рифленую поверхность 9. В результате какао-крупка измельчается, происходят разрыв клеток и истечение из них какао-масла. Частицы какао-крупки, имеющие размер меньший, чем отверстия в сетке 2, проходят сквозь него вместе со свободным какао-маслом. Полученная в результате дробления жидкая суспензия насосом 1 перекачивается в приемную воронку дисковой мельницы 14. Шнек 11 подает суспензию в зазор между вращающимися в одном направлении, но с разной скоростью дисками 13 и 15. Степень измельчения крупки в мельнице регулируется путем изменения зазора между дисками. Диски выполнены из корунда и укреплены на металлических основаниях 12 и 16.

Прошедшая измельчение суспензия вытекает из мельницы 14 и поступает на ситовый фильтр 17. Фильтрация ускоряется благодаря тому, что сито вибрирует. Отфильтрованная суспензия стекает по наклонной поверхности 18 и собирается в промежуточном сборнике 19, откуда насосом 20 перекачивается в шариковую мельницу 23.

Шариковая мельница 23 представляет собой вертикальный цилиндр с водяной рубашкой, внутри которого вращается вал 25 с горизонтальными дисками 24. Внутренний объем цилиндра заполнен металлическими шариками диаметром 4...6 мм. Движущиеся сквозь слой перемешиваемых шариков частицы какао-крупки окончательно измельчаются. Полученное какао тертое проходит через

дисковый фильтр 26, препятствующий выходу шариков, стекает в накопительный сборник 27 и насосом 28 подается на дальнейшую переработку.

Для прокачивания суспензии через шариковую мельницу необходимо создать давление до 0,25 МПа. Давление контролируется манометром 21. По окончании работы суспензия из шариковой мельницы и промежуточного сборника выпускается через трехходовой кран 22.

Рассмотренный размольный агрегат представляет собой комбинацию из трех измельчающих установок. В зависимости от производственных задач могут применяться молотковая дробилка в сочетании с дисковой или шариковой мельницей или дисковая с шариковой мельницей. Агрегат может быть использован для измельчения не только какао-бобов, но и других жиросодержащих семян и ядер орехов.

### 5.3.2. Оборудование для приготовления шоколадных масс

Процесс приготовления шоколадных масс очень важен, так как их качество обуславливает вкусовые и ароматические свойства получаемого шоколада.

Схема приготовления шоколадных масс состоит из следующих операций:

- дозирования рецептурных компонентов и их смешивания;
- вальцевания;
- конширования (разведения маслом и гомогенизация).

**Оборудование для дозирования и смешивания рецептурных компонентов.** Рецептурные компоненты дозируют и смешивают в рецептурно-смесительных комплексах, которые комплектуются в механизированные поточные линии. В состав линии входят емкости для бестарного хранения полуфабрикатов, стальные ленточные конвейеры, необходимое количество пятивалковых мельниц, коншмашин и сборников для хранения шоколадных масс.

Рецептурно-смесительные комплексы осуществляют весовое дозирование, периодическое взвешивание и смешивание рецептурных компонентов и непрерывно подают рецептурную смесь на дальнейшую обработку.

На рис. 5.30 приведен *рецептурно-смесительный комплекс для приготовления шоколадных масс с весовым дозированием и периодическим смешиванием компонентов с предварительным измельчением сахара-песка в сахарную пудру*. Сахар-песок из бункера 1 шнеком 2 подается в молотковую дробилку 25, где измельчается в сахарную пудру, которая затем направляется в приемник 24. В приемник 26 поступает сухое молоко (или сухие сливки), подаваемое шнеком 3

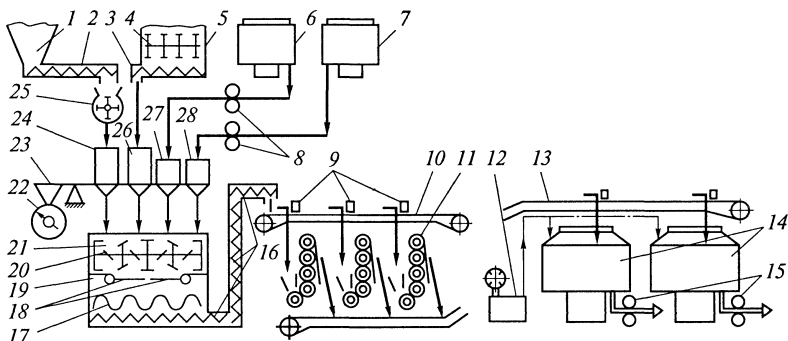


Рис. 5.30. Рецептурно-смесительный комплекс для приготовления шоколадных масс с предварительным измельчением сахара-песка

из емкости 5. Перемешивающий лопастный вал 4, расположенный в емкости 5, предназначен для предотвращения зависания сыпучего продукта. Из temperирующих сборников 6 и 7 насосами 8 в приемники 28 и 27 подаются жидкие компоненты: какао тертое и какао-масло. Шнеки 2, 3 и насосы 8 снабжены системой автоматического управления, получающей импульс от взвешивающего устройства 22, на платформе 23 которого установлены приемники 24, 26, 27, 28.

Взвешенные порции компонентов загружаются последовательно в смеситель 21 (сначала сыпучие, затем жидкие) вместимостью 500 л и смешиваются там в течение 10...30 мин двумя валами 20, снабженными фигурными лопастями. Валы приводятся в движение от индивидуальных электродвигателей мощностью 29,5 кВт. Емкость смесителя имеет продолговатую форму и снабжена водяной рубашкой (температура смешивания 40...45 °С). Время смешивания задается с помощью реле времени.

Масса разгружается в сборник-накопитель 19 через нижние отверстия, закрываемые заслонками 18. Вместимость сборника-накопителя 1000 л. Он служит также для накопления и непрерывной подачи рецептурной смеси на вальцевание.

Сборник-накопитель представляет собой ванну, снабженную водяной рубашкой и двумя мешалками 17 ленточного типа.

Рецептурная смесь выгружается из сборника-накопителя 19 системой, состоящей из двух горизонтальных и одного вертикального шнеков 16, и подается на стальной ленточный конвейер 10, связанный с группой пятивалковых мельниц 11.

В полученной рецептурной смеси содержатся крупные частицы сахара-песка, какао тертого и других компонентов. Для тонкого измельчения этих частиц (до размера менее 30 мкм) и придания шоколаду нежного и приятного вкуса рецептурную смесь один

или несколько раз пропускают через многовалковые мельницы. Такая обработка называется вальцеванием, которое осуществляется исключительно на быстроходных пятивалковых мельницах (частота вращения последнего вала  $300 \dots 500 \text{ мин}^{-1}$ ).

Рецептурная смесь с конвейера 10 направляется на пятивалковые мельницы 11 с помощью разгрузочных устройств 9. Параллельная установка валковых мельниц создает хорошие условия для маневрирования, особенно при использовании резервной мельницы.

Отвальцованная масса с пятивалковых мельниц собирается на ленточном транспортере 13 и загружается в одну или несколько установленных на линии ротационных коншмашин 14. В эти же машины автоматическим дистанционным дозатором 12 подаются какао-масло и разжижители. В процессе конширования, которое длится  $4 \dots 10$  ч или более, операция приготовления шоколадной массы заканчивается. Готовый продукт насосами 15 перекачивается на производственные участки.

На рис. 5.31 приведен *рецептурно-смесительный комплекс для приготовления шоколадных масс без предварительного измельчения сахара-песка*.

Сахар-песок, сухое молоко из силосов 4, какао тертое и часть какао-масла из сборников 5 дозируются по массе в смеситель 3, установленный на весовой платформе. В смесителе компоненты тщательно перемешиваются, образуя однородную тестообразную массу температурой не выше  $40^\circ\text{C}$  и с массовой долей жира до 28%. Затем масса поступает в бункер 2 двухвалковой мельницы 1. В мельнице кристаллы сахара-песка измельчаются до размеров частиц клетчатки какао тертого, в результате чего фракционный состав рецептурной смеси становится однородным. Затем масса распределяется по пятивалковым мельницам 10, количество которых в зависимости

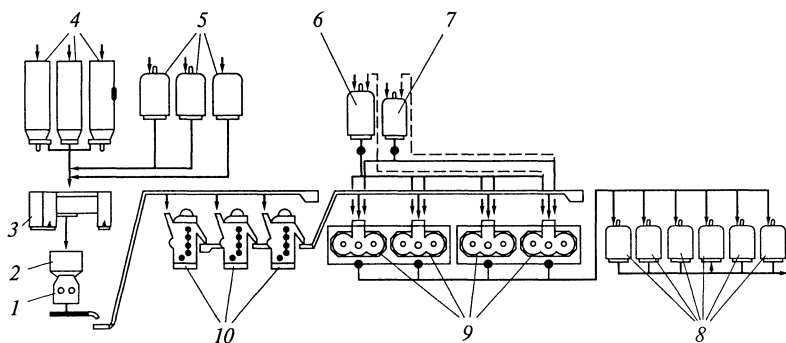


Рис. 5.31. Рецептурно-смесительный комплекс для приготовления шоколадных масс без предварительного измельчения сахара-песка

ти от производительности смеси может достигать семи. Мельницы измельчают частицы дисперсной фазы, и общая поверхность частиц становится значительно больше. На этой увеличенной поверхности адсорбируется свободное какао-масло, отчего масса начинает казаться сухой. Легко комкующаяся при сжатии пальцами масса с верхних валков мельниц сыпается и подается в коншмашины 9, где порция шоколадной массы обрабатывается длительное время. В процессе конширования в шоколадную массу из сборников 6 и 7 вводят вторую часть какао-масла с небольшим количеством фосфатидов.

После конширования шоколадную массу перекачивают в темперирующие сборники 8, в которых она постепенно охлаждается с 75...55 до 50...40 °С. При этой температуре и энергичном перемешивании масса хранится до последующего использования. Перемешивание предотвращает расслаивание суспензии.

Рецептурно-смесительные комплексы и поточные линии могут быть использованы также для приготовления конфетных масс на орехово-шоколадной основе, которые применяются в качестве начинки для конфет типа «Ассорти».

**Оборудование для вальцевания.** К оборудованию истирающе-раздавливающего действия относится *пятивалковая мельница SFLE*, которая применяется для вальцевания шоколадных рецептурных смесей, глазури (шоколадной или жировой), конфетных пралиновых масс.

На рис. 5.32, *а* представлен один из вариантов современной пятивалковой мельницы, разработанной фирмой «Бюлер» (Швейцария). Пять валков 12 расположены между двумя боковыми стойками 1 и 11, внутри которых смонтированы зубчатые передачи, системы смазки и регулирования работы мельницы. Привод валков осуществляется от электродвигателя 5, установленного на траверсе 4, соединяющей боковые стойки. Бункер-дозатор 7 снабжен заслонкой-днищем, поворачивающейся с помощью пневмоцилиндра 8. Бункер подвешен на опорах 6, которые могут перемещаться, отодвигая бункер от валков, если их нужно осмотреть. На уровне плеча человека среднего роста валки закрываются решеткой 10. На траверсе 4 смонтирован подвесной электронный пульт управления 9, который предназначен для оптимального и надежного управления работой мельницы в автоматическом режиме, а также для регулирования и наблюдения за ее работой. В верхней части панели управления размещены индикаторы на жидких кристаллах, функциональные клавиши, сенсорная клавиатура для ввода данных. Устройство пульта позволяет вводить или отображать на дисплее следующие параметры:

заданные и фактические значения угла раскрытия дозирующей заслонки, зазора между вальцами, давления прижатия, температуры валков, износостойкости ножевого разравнивателя;

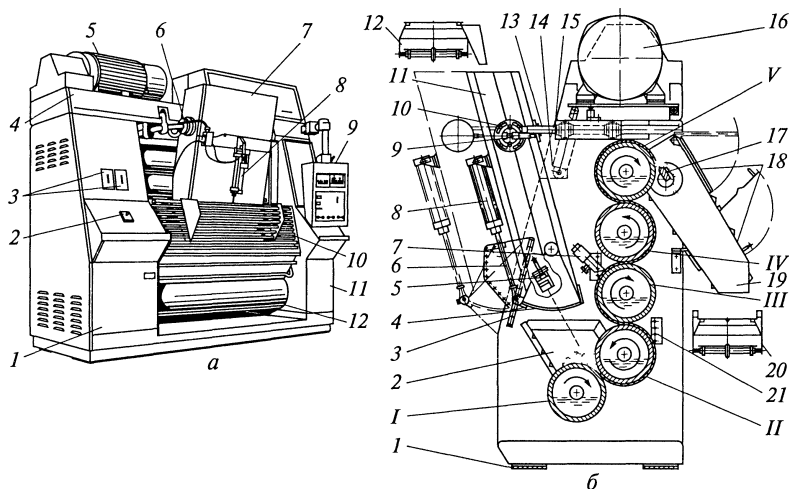


Рис. 5.32. Пятивалковая мельница SFLE:

*а* — общий вид, *б* — схема мельницы

номера рецептов, по которым в памяти хранится соответствующая информация (до 100 номеров);

дату, продолжительность работы, а также идентифицирующий код машины;

разрешаемые допуски, предельные отклонения для регулируемых или контролируемых функций и др.

В нижней части панели пульта располагаются переключатели, необходимые для ручной работы; цифровые индикаторы силы тока и величины зазора в первом проходе; мнемосхема мельницы со светодиодами, сигнализирующими о неисправностях; светодиоды — указатели уровня продукта в бункере-дозаторе. Наличие электронного управления позволяет включать мельницу в автоматизированные производственные линии.

Для экстренного отключения мельницы на боковой стойке *1* расположена кнопка *2* красного цвета. Приборы *3* показывают силу тока и напряжение в сети.

Мельница работает следующим образом. Рецептурная смесь (рис. 5.32, *б*) скребком снимается с ленты конвейера *12* и заполняет бункер-дозатор *11*, дно которого закрыто подвижной заслонкой *4*. Бункер-дозатор крепится двумя опорами *10* с пальцами *9* к подвижному штоку *13* гидроцилиндра *15*. Пальцы *9* снабжены тензометрическими датчиками, которые регистрируют величину рецептурной смеси в бункере-дозаторе. По достижении заданной массы поступление продукта с ленты конвейера *12* прекращается. Коли-

чество порций и их масса регистрируются в запоминающем устройстве электронного пульта управления мельницей.

С пульта поступает сигнал на пневмоцилиндр 8, в который втягивается шток 6, и заслонка 4 раскрывается. Величина перемещения заслонки задается заранее и корректируется датчиком 5, контролирующим величину рецептурной смеси в приемной воронке 2. Специальным устройством продукт разравнивается по длине валька I и поступает в первый зазор между вальками I и II. Скорость валька II больше, чем валька I, поэтому измельчаемая масса прилипает к вальку II и поступает в зазор между ним и вальком III. Датчиком 7 контролируется толщина измельчаемой массы на вальке III. Вальки III... V вращаются с нарастающей скоростью, в результате чего продукт раздавливается и истирается. С верхнего валька V масса снимается скребком 17. Масса по наклонному лотку 19 поступает на ленту отводящего конвейера 20. Лоток 19 закрывается сверху дверцами 18, которые можно открывать для осмотра. В лотке над отвальцованной массой устанавливаются постоянные магниты, улавливающие ферропримеси.

Привод валков осуществляется от электродвигателя 16 через ременную и зубчатую передачи. Натяжение ременной передачи осуществляется с помощью гидроцилиндра 14, шток которого шарнирно связан с плитой, на которой установлен электродвигатель.

Для предотвращения поломки опорные подшипники валька I снабжены устройством со срезным штифтом. При попадании постороннего предмета штифт срезается и валок I отходит влево, при этом электродвигатель отключается. Безопасность обслуживающего персонала обеспечивается наличием предохранительных решеток 3 и 21. Мельница устанавливается на виброгасящие опоры I.

Вальки мельницы изготовлены из отбеленного чугуна способом центробежного литья и имеют высокую износостойкость и оптимальную теплопроводность.

Валковые мельницы снабжены централизованной гидравлической системой регулирования положения валков и зазора между ними, которая обеспечивает стабильность давления и простоту управления. В мельнице автоматически поддерживаются температурный режим вальцевания и подача воды в вальки при пуске и остановке машины. Электрическая блокировка отключает машину при нехватке воды, охлаждающая вода поступает в те вальки, которые вращаются в прижатом состоянии. Электрическая блокировка обеспечивает контроль за уровнем рецептурной смеси в приемной воронке и управление заслонкой на выходе из бункера-дозатора, что позволяет блокировать работу мельницы на холостом ходу при отсутствии массы в бункере-дозаторе.

На рис. 5.33 приведена *горизонтальная однокамерная конишмашина DUC-C* (Швейцария). Машина представляет собой (см. рис. 5.33,

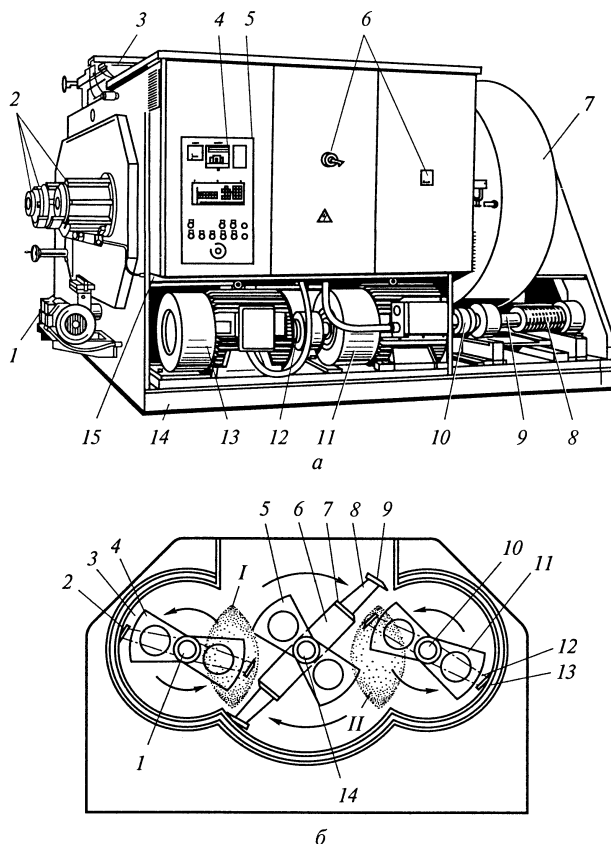


Рис. 5.33. Горизонтальная однокамерная коншмашина DUC-C:

*а* — внешний вид, *б* — схема работы

*а*) трехсекционный корпус 15 сложной конфигурации, внутри которого расположены три лопастных вала 2. Под установленным на станине 14 корпусом находятся соосно соединенные между собой муфтой 12 электродвигатели 11 и 13. Вал электродвигателя 11 имеет частоту вращения  $750 \text{ мин}^{-1}$ , электродвигателя 13 —  $1500 \text{ мин}^{-1}$ . Движение валам 2 передается через муфту 10, промежуточный вал 9, ременную передачу 8 и редуктор 7. На боковой стенке корпуса расположены пульты электронного 5 и силового 6 управления. Панель управления 4 позволяет вести контроль за работой машины, выдает сообщения о неполадках, графически представляет ход процесса конширования, запоминает параметры процесса по последним 100 отработанным рецептурам и др.

Все необходимые по рецептуре компоненты поступают в машину через крышку 3, готовая масса фильтруется и откачивается винтовым насосом 1.

Рабочими органами горизонтальной машины (см. рис. 5.33, б) являются валы 1, 13, 9, на которых с различным шагом и развернутые под углом к их осевым линиям установлены соответственно фигурные лопасти 2, 6 и 14. Для интенсификации процесса валы снабжены еще и рамными мешалками, состоящими из лопаток. На валах 1 и 13 лопатки выполнены однорядными — лопатки 4 и 8, которые соединяются с валами стойками 3 и 7. Вал 9 вращает двухрядную мешалку, состоящую из лопаток 12 и 10, соединенных стойками 5 и 11.

Процесс конширования происходит следующим образом. Поступающие в машину компоненты интенсивно перемешиваются рабочими органами — лопастными и рамными мешалками. Валы вращаются синхронно и в противоположных направлениях. При этом траектории лопастей и рамных мешалок пересекаются. В областях I и II коншируемая масса подвергается наиболее интенсивной обработке. Лопасти и лопатки сжимают, сдвигают и измельчают обрабатываемые частицы. Благодаря этому и различию в скоростях вращения наружных валов по отношению к центральному валу создаются зоны сжатия не только у стенок корпуса, но и в центре коншмашины (зоны I и II).

Процесс конширования осуществляется в три этапа. На первом этапе в рецептурную смесь подается не более  $\frac{1}{3}$  жира от предусмотренного рецептурой. Происходит «сухое» интенсивное перемешивание, сопровождаемое обволакиванием всех частиц смеси жиром. В этот период двигатель работает с частотой вращения вала  $750 \text{ мин}^{-1}$  при значительных затратах мощности. Валы вращаются соответственно: наружные — с частотой  $19...30 \text{ мин}^{-1}$ , центральный —  $9,5...20 \text{ мин}^{-1}$ .

Второй этап характеризуется образованием вязкопластичной массы. На этом этапе рабочим органам приходится преодолевать наибольшее сопротивление. Коншмашина работает с наибольшей мощностью. При этом из массы испаряется влага. По мере обезвоживания и нагревания рецептурная смесь размягчается. Затрачиваемая мощность несколько снижается, а частота вращения валов увеличивается.

Третий этап характеризуется образованием жидкой рецептурной массы. Весь жир, предусмотренный рецептурой, равномерно распределяется во всем объеме. Валы вращаются с максимальной скоростью. В этот период электродвигатель работает с частотой вращения  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , а валы вращаются соответственно: наружные — с частотой  $38...60 \text{ мин}^{-1}$ , центральный —  $19 \text{ мин}^{-1}$ .

По заданной программе валы периодически изменяют направление вращения на обратное.

При коншировании вследствие образования большой свободной поверхности для удаления влаги и летучих кислот происходит интенсивное образование вкуса и аромата шоколада.

Конструкция и режим работы коншмашины позволяют значительно сократить время конширования. При полезной вместимости (по массе) 1000...9000 кг установленная мощность составляет 100...460 кВт.

### 5.3.3. Оборудование для формирования шоколадных изделий

Во избежание выделения кристаллов жира и сахара на поверхности шоколадных изделий («поседения» шоколада) массу перед формированием подвергают темперированию — охлаждению при одновременном энергичном перемешивании. Для этой цели применяют *автоматические шнековые темперирующие машины*. При выходе из машины шоколадная масса имеет температуру 31...32 °С — наиболее благоприятную для формирования.

Темперирующие машины бывают с горизонтальной и вертикальной камерами, которые имеют две, три или четыре зоны охлаждения. Перемещаясь по зонам, шоколадная масса охлаждается до 30 °С при непрерывном перемешивании. Это обеспечивает переход какао-масла из неустойчивой формы в стабильную и предотвращает жировое «поседение» шоколада.

Трех- и четырехзонные машины по принципу действия и устройству одинаковы, но различаются системой охлаждения. Процесс темперирования в этих машинах происходит непрерывно, в очень тонком слое и при интенсивном перемешивании. Каждая частица шоколадной массы, прежде чем она выйдет из камеры темперирования, проходит большой путь и приобретает требуемую по условиям процесса температуру. Благодаря специальным устройствам (контактным термометрам и электромагнитным клапанам, регулирующим поступление охлаждающей воды в каждую зону) в темперирующих машинах автоматически поддерживается заданная температура.

Производительность машин можно изменять в широких пределах с помощью бесступенчатого вариатора скорости. Перемешивающий орган — шнек — создает давление, обеспечивающее перемещение оттемперированной массы по трубопроводу на расстояние до 25 м.

Темперирующая машина с вертикальной камерой (рис. 5.34) состоит из приемной емкости, двухзонной вертикальной камеры, возвратной трубы, системы водяных коммуникаций и пульта управления.

Приемная емкость 6 снабжена водяной рубашкой, в которую через винтили 32 и 33 может подаваться холодная или теплая вода.

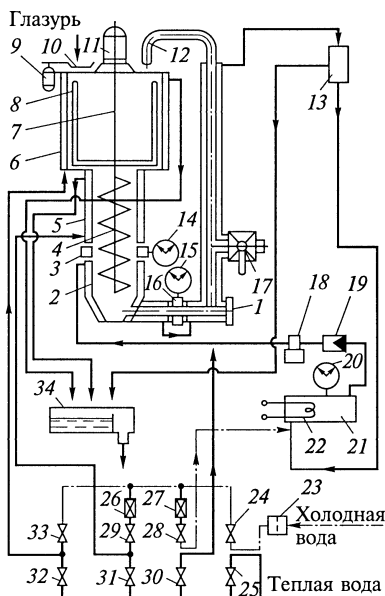


Рис. 5.34. Схема темперирующей машины с вертикальной камерой

Холодная вода поступает в зоны темперирующей машины через фильтр 23, вентиль 24. В первую зону холодная вода поступает через автоматический клапан 26 и вентиль 29, а во вторую зону — через автоматический клапан 27 и вентиль 28. Автоматические клапаны пропускают холодную воду по сигналам, поступающим от термометров 14 и 15.

Перед пуском машину прогревают, для чего в водяной коммуникации предусмотрено ручное управление подачей теплой воды. Через открытый вентиль 25 теплая вода поступает в рубашку приемной емкости зоны машины при открытых вентилиях 30...32. Вентили 24, 28, 29 и 33 при этом закрыты. Вода из зон сливается в бак 34.

После прогрева в машину подают шоколадную массу, которая предварительно фильтруется через сетку 10, приводимую в колебательное движение от электродвигателя-вибратора 9. Если температура шоколадной массы выше 50 °С, в рубашку емкости через вентиль 33 вручную пускают холодную воду. Если температура понизилась, то в рубашку направляют теплую воду через вентиль 32. Из емкости масса последовательно проходит через все зоны машины, темперируется и шнеком 4 подается в трубопровод, откуда через кран 17 направляется на формование. Если в

Внутри емкости на валу 7 укреплен раменная мешалка 8, которая приводится во вращение от электродвигателя-редуктора 11. На валу 7 крепится также шнек 4, который проходит через зоны 5 и 2 машины. В конце первой зоны установлен датчик 3, а в конце второй зоны — датчик 16.

Датчики передают сигналы термометрам 14 и 15, показывающим температуру шоколадной массы в конце зоны.

Машина снабжена бачком-смесителем 21, в который подается горячая вода и вода, поступающая из второй зоны через переливной бачок 13. В случае необходимости по сигналу от термометра 20 включается нагреватель 22. Из смесителя во вторую зону вода подается насосом 18 через обратный клапан 19.

данный момент масса не нужна, то она по трубе 12 возвращается в приемную емкость 6.

По окончании работы шоколадную массу сливают через отверстие в торце горизонтальной трубы, открывая заслонку 1.

При работе на автоматических темперировущих машинах следует полностью заполнять шоколадной массой приемную воронку и пополнять ее, поддерживая постоянный уровень массы.

По окончании работы шоколадную массу сливают, освобождая воронку, цилиндр, возвратную трубу и трубопроводы, по которым шоколадная масса перекачивается на формование в специальные агрегаты, которые представляют собой комплекс технологических машин, последовательно соединенных между собой системой транспортирующих устройств.

В основном шоколадные изделия формуются отливкой шоколадных масс в металлические (иногда пластмассовые) формы. В зависимости от вида шоколадных изделий агрегаты для формования можно подразделить на две группы:

агрегаты для формования шоколадных изделий без начинок (плиточного шоколада);

агрегаты универсальные для изготовления шоколадных изделий как с начинкой, так и без нее.

*Агрегат для формования плиточного шоколада с двумя отливочными машинами* (рис. 5.35) предназначен для формования изделий из шоколадных масс с минимальным содержанием жира (26 %). Конструкция отливочных машин позволяет формировать шоколад с разными добавками (например, с дроблеными орехами, вафлями и т. п.), вводимыми в массу. Наличие двух отливочных машин позволяет изготавливать одновременно два вида шоколадных плиток. Отличительная особенность этого агрегата — автоматическая подача шоколадных плиток в заверточные автоматы.

Оттеперированная шоколадная масса отливочными машинами 9 и 10 заливается в формы, которые непрерывно подаются цепным транспортером 8 из зоны 6 подогрева форм, расположенной под вибраторами 7. В зоне подогрева смонтированы 90 нагревателей инфракрасного излучения мощностью по 3000 Вт, которые разделены на три группы. Комбинация этих групп позволяет

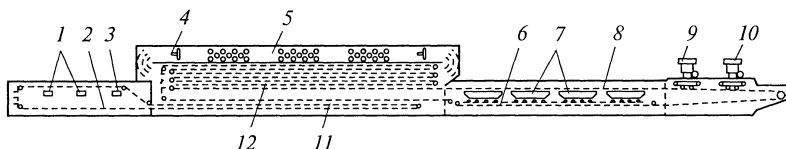


Рис. 5.35. Агрегат для формования плиточного шоколада с двумя отливочными машинами

включать 20, 40, 60 и 100 % нагревателей и соответственно более слабо или интенсивно подогревать формы.

Формы шарнирно закреплены на цепном транспортере 8 длиной около 200 м, их можно легко снять или поставить на транспортер в месте поворота его перед отливочными машинами.

При изготовлении шоколадных плиток различной массы (например, 50 и 100 г) формы для этих видов изделий устанавливаются на конвейере поочередно. Каждая из отливочных машин заполняет соответствующие формы (24 формы в минуту).

Заполненные шоколадной массой формы встряхиваются вибраторами 7. Для снижения шума, обычно возникающего при встряхивании форм, секции вибраторов заключены в деревянный кожух, а сами формы принудительно перемещаются цепями над поверхностью постоянных магнитов. Каждая из шести секций вибраторов регулируется самостоятельно.

После вибраторов формы поступают в охлаждающую камеру 5. Последовательно пройдя девять ветвей охлаждающего транспортера, формы опускаются по его вертикальному участку, переворачиваются и движутся обратно, в сторону отливочных машин. На этом участке под действием вибраторов шоколадные плитки выпадают из форм на пластинчатый транспортер 3, а пустые формы на пути к отливочным машинам подогреваются.

В охлаждающей камере 5 формы с шоколадом охлаждаются в течение 19 мин. Циркуляция воздуха в зоне более интенсивного охлаждения 12 и в зоне акклиматизации 11 создается четырьмя расположенными попарно центробежными вентиляторами 4, которые включаются самостоятельно. Для контроля режима охлаждения служат термометры. Охлаждение шоколадных плиток до температуры, близкой к температуре воздуха цеха, позволяет направлять их на завертывание без длительной выстойки.

К заверточным машинам плитки поступают с пластинчатого конвейера 9 четырьмя ленточными питателями 1. Плитки, лежащие параллельными рядами на пластинах конвейера 2, автоматически сбрасываются на ленточные конвейеры, расположенные попарно с обеих сторон конвейера 2. В случае вынужденной остановки одной из заверточных машин плитки поступают на резервный ленточный конвейер 3, с которого их снимают вручную.

На рис. 5.36 приведены основные технологические операции производства шоколадных изделий с начинкой на *универсальных шоколадоформирующих агрегатах*. Формы с фигурными ячейками подаются под отливочный механизм (см. рис. 5.36, а, б), затем в вибрационное устройство и на опрокидыватель (см. рис. 5.36, в), где заполненные формы переворачиваются дном вверх; около 75 % массы при этом выливается из ячеек, а на стенках остается небольшой слой. Далее формы поступают в центробежную машину, где слой шоколадной массы выравнивается и достигает толщины 1 ... 1,7 мм.

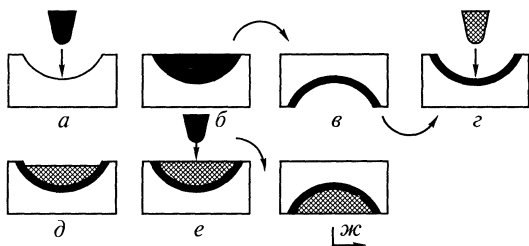


Рис. 5.36. Основные технологические операции производства шоколадных изделий с начинкой:

*а, б, в* — образование стенок корпуса изделия; *г* — заливка начинки; *д* — уплотнение и охлаждение начинки; *е* — образование доньшка и его охлаждение; *ж* — выборка изделия из формы

Затем формы проходят через охлаждающую камеру. После очистки формы подаются под отливочные механизмы (см. рис. 5.36, *г*) для заливки начинки в ячейки, стенки которых покрыты застывшей шоколадной массой. При этом ячейки заполняются начинкой не до краев (см. рис. 5.36, *д*), чтобы осталось место для последующей заливки доньшка шоколадных фигурок.

Заполненные начинкой формы проходят через вибратор и охлаждающую камеру. Далее формы поступают сначала под электронагреватель, который подогревает и размягчает верхние кромки шоколадной оболочки ячеек, а затем под отливочную машину для заливки шоколадной массой доньшка изделий (см. рис. 5.36, *е*). После удаления излишков шоколадной массы с поверхности и боковых сторон формы скребками, установленными на агрегате, формы поступают в охлаждающую камеру, из которой передаются на машину для извлечения изделий из ячеек (см. рис. 5.36, *ж*).

#### 5.3.4. Оборудование для прессования какао тертого и производства какао-порошка

Для приготовления шоколадных изделий требуется большое количество какао-масла, которое получают, прессуя какао тертое на гидравлических прессах. Твердый остаток, образующийся после прессования и называемый какао-жмыхом, перерабатывают в товарный или производственный какао-порошок.

Выход масла составляет 44...47 % массы какао тертого. При этом в жмыхе остается 10,5...17 % жира. Выход какао-масла, т.е. его количество, отжимаемое прессованием, при одинаковых условиях ведения процесса может колебаться и зависит главным образом от содержания жира в исходном продукте.

При получении какао-масла прессованием на полуавтоматических и автоматических прессах необходимо иметь в виду, что стабильность их работы и получаемые результаты зависят от вязкости, влажности и степени измельчения какао тертого, температуры, продолжительности вымешивания и процесса прессования, конечного давления, достигнутого при прессовании, от способа и характера препарирования, а также содержания в какао тертом какаоветлы.

Таким образом, важную роль в производстве какао-порошка играет не только сам процесс прессования, но и вся технологическая подготовка полуфабриката (какао тертого) к процессу прессования.

**Оборудование для прессования какао тертого.** При тонком измельчении какао тертого стенки клеток, в которых находится какао-масло, полностью разрушаются. Очень важно, чтобы влажность какао тертого не превышала 1,5...2,5%. В результате многочасового вымешивания и нагревания какао тертого до 85...90 °С снижается влажность, уменьшается его вязкость и облегчается отделение какао-масла. Продолжительность прессования может быть значительно сокращена при использовании какао тертого влажностью не выше 1,2...1,5%.

Из какао тертого с более высоким содержанием жира, тонко измельченного, полученного из хорошо обжаренных какао-бобов, влажностью не более 1...1,5% и прошедшего процесс препарирования, извлечение масла прессованием протекает лучше.

При прессовании обычно наблюдаются небольшие колебания количества какао тертого, загружаемого в пресс, и неодинаковое содержание жира в жмыхе, извлеченном из различных чаш прессы (отклонение от средней величины  $\pm 1,2...2,6\%$ ).

Полученный после прессования какао-жмых измельчают и получают какао-порошок.

Для получения какао-масла применяются гидропрессовые установки, которые состоят из гидравлического прессы (вертикального или горизонтального), дозатора какао тертого, гидравлического насоса высокого давления и пульта управления. Установки с горизонтальным прессом дополнительно снабжаются устройствами для приема и транспортирования какао-жмыха.

Гидравлический пресс обычно имеет 3, 6, 12 или 22 рабочие камеры (чаши), расположенные друг под другом (вертикальный пресс) или одна за другой (горизонтальный пресс). Рабочая камера представляет собой цилиндр, закрытый с торцов фильтрующими элементами, один из которых может входить внутрь, создавая давление на какао тертое. Фильтрующие элементы состоят из мелкой тканой металлической сетки, опирающейся на дренажную сетку с пробивными отверстиями, которая, в свою очередь, опирается на диск с отверстиями и цилиндрическими канавками. Наличие

фильтров с обеих сторон чаши создает благоприятное условие для двухстороннего отвода какао-масла из рабочей камеры.

Рабочие камеры (рис. 5.37) располагаются между боковой плитой 1 и гидравлической камерой 9, которые соединяются двумя или тремя траверсами (стяжками) 2.

При работе горизонтального пресса осуществляются три последовательных цикла (*I*, *II*, *III*).

В течение цикла *I* происходит заполнение чаш 5 пресса какао тертым. При этом прессовые столы 4, на торцевой поверхности которых закреплены сетчатые фильтры 6, прижаты к чашам 5, внутрь которых под давлением поступает определенный объем какао тертого.

Цикл *II* прессования начинается после заполнения чаш пресса. Рабочая жидкость поступает в камеру 9 плунжера 8 пресса, и он, двигаясь вперед, действует на прессовые столы, в результате чего находящееся в чашах какао тертое с большой силой сдавливается с двух сторон. Отпрессованное какао-масло проходит через сетки фильтров и выводится из пресса.

Затем наступает цикл *III* — разгрузка пресса и подготовка его к заполнению. Гидравлическая система возвращает плунжер 8 пресса в первоначальное положение. Отжимные цилиндры, сдвигая пружины 7 пресса, вводят пуансоны 3 прессовых столов в чаши и выталкивают из них жмых, который падает вниз и выводится из пресса разгрузочным устройством. После снятия давления в отжимных цилиндрах чаши прессовые столы вновь принимают положение, обеспечивающее возможность заполнения пресса какао тертым.

Процесс извлечения какао-масла осуществляется при температуре 90... 100 °С. Для поддержания этой температуры прессовые столы обогревают паром давлением 0,2... 0,25 МПа. Пар подводится по гибким металлическим шлангам.

В стабильной и безаварийной работе автоматических гидропрессовых установок большую роль играют устройства, дозирующие и

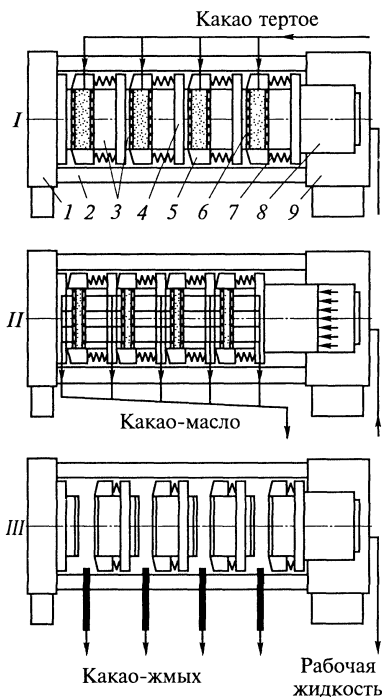


Рис. 5.37. Циклы работы горизонтального гидравлического пресса

заполняющие чаши постоянным объемом какао тертого; гидравлический насос и транспортирующие механизмы.

Для дозирования и заполнения чаш применяют несколько систем: систему заполнения прессов через дозатор насосами, не связанными с гидросистемой пресса, систему заполнения с промежуточным бачком-дозатором, снабженным гидроцилиндром, и систему, совмещающую операции заполнения и предварительного прессования.

**Оборудование для производства какао-порошка.** Полученный после прессования какао-жмых перед дроблением должен быть охлажден до температуры  $30...35^{\circ}\text{C}$ , иначе при размоле будет выделяться расплавленное какао-масло, которое замает рабочие органы оборудования.

Измельчение какао-жмыха осуществляется в две стадии: грубое, предварительное, с помощью зубовалковых мельниц и тонкое, окончательное, с помощью размольных агрегатов, снабженных молотковой или штифтовой дробилкой и устройствами для механической, воздушной или комбинированной (механической и воздушной) сепарации какао-порошка.

Работа зубовалковой мельницы с одной парой валков осуществляется следующим образом. Валки мельницы (рис. 5.38) вращаются с одинаковой скоростью. Блок жмыха поступает в мельницу через щель 8, которая ограничена снизу наклонной поверхностью 7, а сверху — ограждающей решеткой 9. Жмых захватывается выступа-

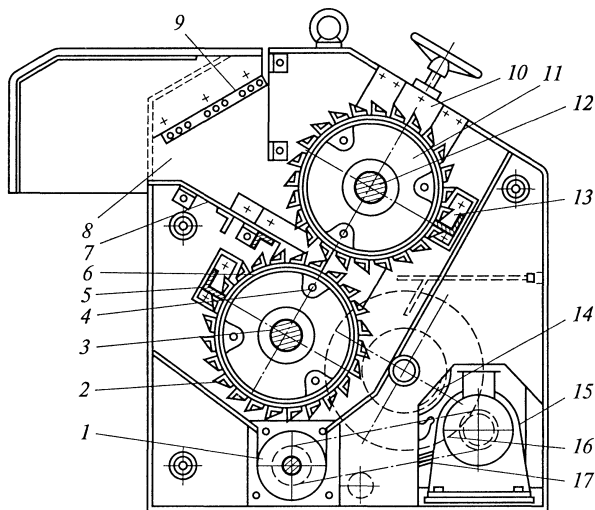


Рис. 5.38. Зубовалковая мельница с одной парой валков

ющими зубьями 2 вращающихся валков 6 и 11. Валки набираются из дисков, закрепленных на валах 3 и 12. Диски соединяются тремя стяжками 4. Привод валка 6 осуществляется от электродвигателя редуктора 15 через зубчатые передачи 14 и 16. Верхний валок 11 приводится в движение от нижнего через зубчатую передачу.

Жмых, попадая в зазор между валками, раздавливается зубьями, рассыпаясь на куски разной величины, которые падают вниз и попадают в шнек 1, выводящий их из мельницы. Шнек приводится в движение от мотор-редуктора 15 цепной передачей 17.

Оптимальный зазор между валками устанавливают путем перемещения верхнего валка 11 с помощью регулировочного устройства 10. Перед пуском дробилки проверяют правильность расположения и надежность гребенок 5 и 13, служащих для зачистки пространства между зубьями дисков.

*Размольный агрегат SCR для какао-порошка с теплообменником «труба в трубе»* (рис. 5.39) фирмы «Бюлер» (Швейцария) предназначен для измельчения гранул какао-жмыха в какао-порошок. Агрегат состоит из дезинтегратора 12, трубчатых охладителей порошка 14 и воздуха 9, циклона-осадителя 4 и вентилятора 2.

Гранулы какао-жмыха через вибродозатор 7 проходят отделитель ферропримесей 6 и через роторный шлюзовой затвор 13 поступают в дезинтегратор 12. Последний имеет два штифтовых ротора, вращающихся навстречу друг другу, с отдельным приводом. Частота вращения одного ротора регулируется преобразователем частоты, а другого — с помощью съемных шкивов клиноременной передачи. Относительная скорость между роторами возможна в пределах 120...240 м/с.

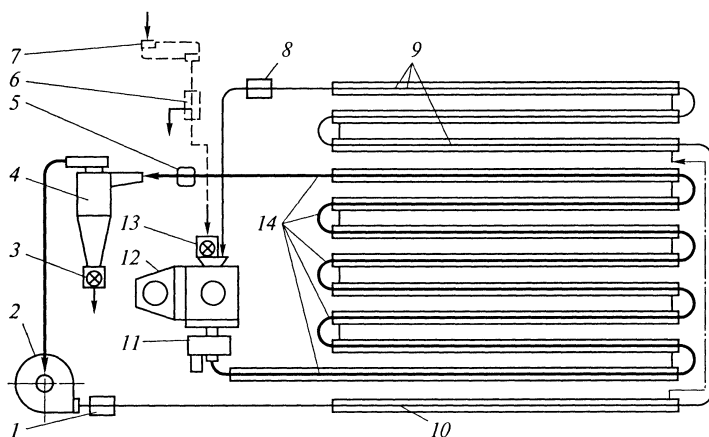


Рис. 5.39. Размольный агрегат SCR для какао-порошка с теплообменником «труба в трубе»

Полученный в результате измельчения какао-порошок температурой около 100 °С поступает в трубчатый охладитель 14.

Охлажденный какао-порошок осаждается в циклоне-насадителе 4, из которого затем выгружается роторным шлюзовым затвором 3. Очищенный воздух из циклона-осадителя 4 отсасывается вентилятором 2 и после охлаждения в трубчатых охладителях 9 и 10 нагнетается в дезинтегратор 12.

Таким образом, воздух движется по замкнутой системе без выброса в окружающую среду.

В агрегате предусмотрена система автоматической очистки трубчатого теплообменника. Шлюзы 1 и 11 служат для ввода очищающего устройства, а шлюзы 5 и 8 — для его удаления из теплообменника.

Теплообменник охлаждается рассолом (11%-ный хлорид кальция температурой от –4 до +1 °С), трубы покрыты теплоизоляцией.

Для поддержания постоянного расхода воздуха вентилятор 2 снабжен регулируемым по частоте вращения приводом. Мельница и вентилятор помещаются в звукоизолирующую кабину, агрегат снабжен термомопами для обнаружения искр, определения местонахождения очищающего устройства и для пожаротушения при помощи двуокиси углерода.

Вся система работает под разрежением, поэтому пыли при работе агрегата не образуется и потери какао-порошка минимальные. На агрегате получают какао-порошок высокого качества.

Производительность агрегата составляет 1000...3000 кг/ч.

### Контрольные вопросы

1. Какие способы очистки от примесей применяются в воздушно-ситовой очистительной машине MTRA?

2. Каково назначение зон в сушилке STT?

3. Из-за чего в дробильно-очистительной машине применяется каскад сит с разными диаметрами отверстий?

4. Какие мельницы входят в комбинированный размольный агрегат и их назначение?

5. Какие машины входят в рецептурно-смесительный комплекс для приготовления шоколадной массы?

6. Каково назначение temperирующей машины?

7. Какие операции необходимы при отливке шоколадных плиток?

8. Какие операции необходимы при отливке шоколадных плиток с начинками?

9. Как устроена и работает гидропрессовая установка?

10. С какой целью прессуют какао тертое?

11. Как устроен и работает размольный агрегат SCR для получения какао-порошка?

## 5.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАРМЕЛАДА, ПАСТИЛЫ И ЗЕФИРА

### 5.4.1. Характеристика мармеладо-пастильных изделий

В кондитерской промышленности изготовление мармеладо-пастильных изделий занимает сравнительно небольшой объем. Сырьем для их изготовления являются фруктово-ягодные заготовки и сахар. Фрукты и ягоды в этом производстве используются главным образом в консервированном виде (в виде пульпы или пюре). Пульпу превращают во фруктово-ягодное пюре.

В технологическом процессе изготовления мармелада и пастилы большую роль играют процессы студнеобразования. Хорошим студнеобразователем является яблочное пюре, содержащее пектин.

В производстве желейного мармелада в качестве студнеобразующих компонентов применяют агар и агароид, получаемые из морских водорослей, а также яблочный, свекловичный и цитрусовый пектин.

Кондитерская промышленность выпускает следующие виды мармелада, пастилы и зефира:

фруктово-ягодный мармелад:

формовой — изготавливают в виде отдельных изделий различной конфигурации разливкой мармеладной массы в жесткие формы;

резной — изготавливают разрезанием мармеладного пласта на отдельные брусочки;

пластовый — получают заливкой мармеладной массы в ящики, застланные пергаментом, или в жестяные и картонные коробки;

фруктовые паты — изготавливают из абрикосового, кизилового, сливового и других видов пюре отливкой уваренной массы в сахар или сахарную пудру;

желейный мармелад:

трехслойный — получают разрезанием трехслойного мармеладного пласта на отдельные брусочки прямоугольной или ромбовидной формы. Верхний и нижний слои пласта получают из мармеладной массы, средний — из желе, взбитого на белках;

лимонные и апельсиновые дольки — изготавливают в форме полукруглых ломтиков лимона и апельсина разрезанием полуцилиндрических мармеладных батонов с корочкой на отдельные дольки;

пастила и зефир:

резная пастила — выпускают в виде изделий прямоугольной формы, получаемых разрезанием пастильного пласта;

зефир — отливная клеевая пастила — выпускают в виде изделий шарообразной или овальной формы, формируемых отсадкой половинок с последующим их склеиванием.

После формования резная пастила подвергается сушке в сушилках, зефир выстаивается в помещении цеха или в специальных камерах.

Перечисленные мармеладо-пастильные изделия получают на полумеханизированных и механизированных поточных линиях. Каждая из линий производства мармеладо-пастильных изделий обычно состоит из следующих групп оборудования:

станции для приготовления рецептурных смесей (фруктовых смесей и сахаропаточно-агаровых сиропов);

оборудование для формования заготовок изделий (отливки мармеладных изделий, пластов мармелада, пастилы, отсадки заготовок зефира и т.п.), их выстойки, сушки и охлаждения;

оборудование для отделки (обсыпки сахаром, опудривания), фасования или укладки изделий в торговую тару.

#### 5.4.2. Оборудование для изготовления мармелада

К оборудованию для изготовления мармеладных изделий относятся аппараты для уваривания мармеладных масс и машины для формования заготовок мармеладных изделий: мармеладоотливочные машины для формового фруктового и желейного мармелада, резательные машины для желейного мармелада и оборудование для изготовления лимонных и апельсиновых долек. Отформованные заготовки мармелада подвергаются сушке в сушилках.

При уваривании мармеладных масс из сахарояблочной смеси удаляются излишки влаги и одновременно сернистый газ — оксид серы (IV), который добавляют при консервировании яблочного пюре. Сахарояблочная смесь имеет начальную влажность 43...45%, сахаропаточно-агаровый сироп — 30...33%. Конечная влажность мармеладной массы колеблется в пределах 24...33% и зависит от рецептуры и вида изделий.

Для уваривания мармеладных масс на крупных предприятиях используются змеевиковые варочные аппараты непрерывного действия, а на предприятиях с небольшой выработкой применяются трехкамерные, сферические или универсальные вакуум-варочные аппараты.

*Мармеладоотливочный агрегат ШФ1-М6* предназначен для производства формового яблочного и желейного мармелада разливкой массы в формы. На агрегате выполняются следующие операции: дозирование вкусовых и красящих веществ и перемешивание их с мармеладной массой; одновременная отливка в формы мармеладной массы четырех цветов; желирование мармелада в формах; извлечение мармелада из форм на лотки; посыпка желейного мармелада сахаром; подача лотков от питателя к механизму выборки; мойка форм.

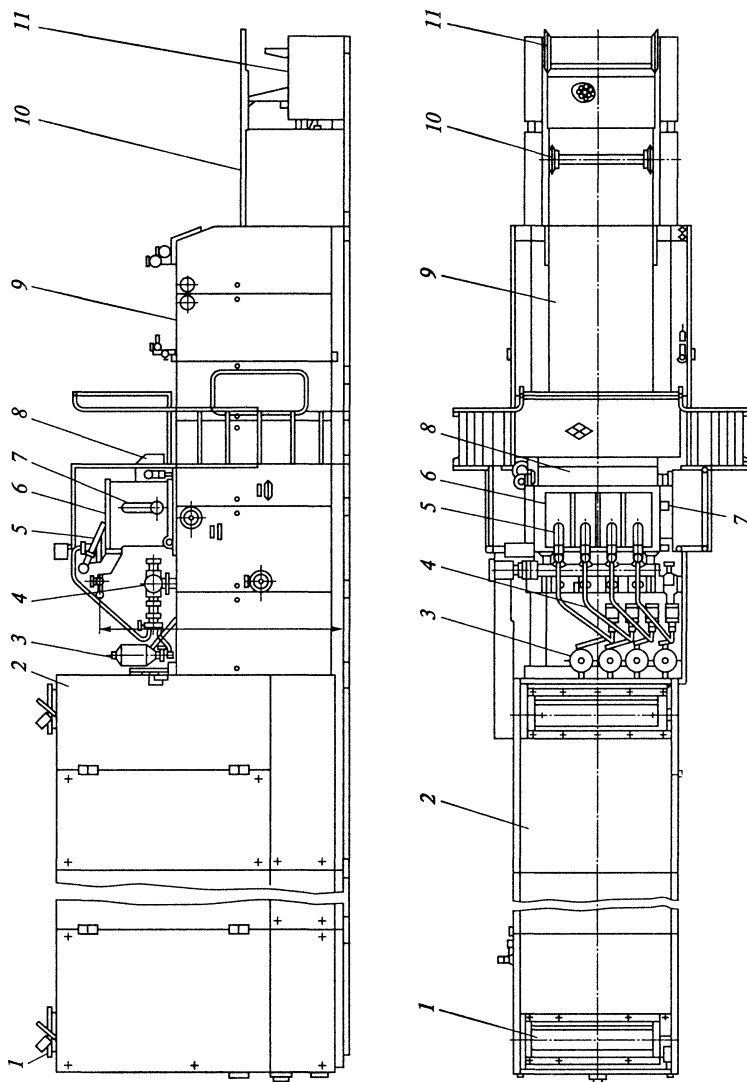


Рис. 5.40. Мармеладоогливающий агрегат ШФ1-М6

Мармеладоотливочный агрегат ШФ1-М6 (рис. 5.40) состоит из камеры желирования, отливочной головки, конвейера с формами и питателя лотков.

Смесь кислоты, красителя и эссенции перемешивается с мармеладной массой в вертикальном бункере 3. Таких бункеров на агрегате четыре, следовательно, можно готовить мармеладную массу четырех цветов. Порция подготовленной мармеладной массы насосами-дозаторами 4 по трубопроводу 5 перекачивается в соответствующие секции бункера 6. Бункер имеет четыре секции и снабжен рубашкой для циркуляции горячей воды. Температуру массы контролируют термометром 7. Внутри бункера находится вал с лопастями, которые непрерывно перемешивают массу, не допуская ее налипания на стенках бункера.

К нижней части бункера прикреплена золотниковая коробка 8, в которой находятся 20 вертикальных плунжеров и золотников. Привод плунжеров и золотников осуществляется через систему рычагов от кулачкового вала.

Объем разливаемой мармеладной массы регулируется как с общего привода, так и с каждого плунжера отдельно, что позволяет добиться точной дозировки порции.

Устройства подготовки и отливки мармеладной массы расположены над конвейером 9 с формами. Он состоит из двух «бесконечных» цепей с закрепленными на них четырьмя пластинами, каждая из которых имеет два ряда выштампованных формочек различной конфигурации с рельефным рисунком. Объем формочки рассчитан на одно изделие массой 14 г.

Формы с отлитой в них мармеладной массой направляются в камеру желирования 2, которая представляет собой закрытый теплоизолированный шкаф, разделенный на два отделения. В верхнем отделении движется многоярусный цепной конвейер с формами. В отделении находится воздухоохладитель, состоящий из двух рассольных батарей и вентиляторной установки. Воздух, проходя через воздухоохладитель, охлаждается и затем подается для охлаждения мармелада. На перекрытии камеры желирования установлено два патрубка 1 прямоугольного сечения для подсоса свежего воздуха и удаления увлажненного. Патрубки перекрываются шиберными заслонками.

По окончании желирования формы с мармеладом в перевернутом виде выводятся из камеры желирования и поступают к механизму выборки, который установлен внутри станины машины и состоит из подогревателя и пневматического встряхивателя. При нагревании поверхность изделий оплавляется и у них ослабляется связь с материалом форм. Кроме того, к тыльным сторонам ячеек, в которых просверлено 8...10 отверстий диаметром 0,3 мм, подводится сжатый воздух. Под давлением воздух выталкивает мармелад на лотки.

Лотки устанавливаются в бункер подающего конвейера 11, который отделяет из стопки один нижний лоток и вводит его в машину. Системой двух вертикальных полочных конвейеров лоток поднимается к механизму выборки и после заполнения мармеладом выводится из машины конвейером 10.

При переходе на выпуск желеиногo мармелада на конвейер 10 подачи лотков дополнительно устанавливают ленточный конвейер, на котором производится выборка мармелада. Конвейер сбрасывает мармелад в лотки с сахаром. Время желирования может изменяться с помощью вариатора, входящего в привод агрегата.

Производительность мармеладоотливочного агрегата (кг/ч) определяют по формуле

$$P_m = 60mng,$$

где  $m$  — количество поршней дозирующего устройства ( $m = 20$ );  $n$  — количество отливов в минуту;  $g$  — средняя масса мармелада в одной ячейке формы, кг ( $g = 0,014$  кг).

*Агрегат для производства мармелада типа лимонных и апельсиновых долек* состоит из отливочной головки для образования корочки; взбивальной машины; механизма резки корочки на полосы; отливочной головки для образования батона; желобчатого конвейера для формования батонов; устройства для обсыпки батонов сахаром; резательной машины; темперирующих машин для подготовки мармеладных масс к разливке; системы ленточных конвейеров, на которых происходит желирование корочек и батонов.

В агрегате осуществляются следующие операции: разливка и студнеобразование цветного и белого слоев корочки, разливка массы на поверхность корочки и студнеобразование батонов, а также обсыпка батонов сахаром, их выстойка и резка на дольки.

Сахаропаточно-агаровый сироп уваривается в змеевиковой варочной колонке до влажности 27...28 %, подвергается охлаждению до температуры 40...50 °С. В охлажденный сироп добавляются ароматические вещества, красители и кислота.

Для верхней корочки долек сироп окрашивается в два цвета: желтый — для лимонных долек, оранжевый или красный — для апельсиновых долек.

Схема агрегата представлена на рис. 5.41. Подкрашенные сиропы подаются в две секции воронки 3 отливочного механизма, одновременно разливающего на ленточный конвейер 1 верхние слои корочки двух цветов. Сироп дозируется двухсекционным шелевым краном. Толщина слоя сиропа составляет 1...1,5 мм. Поверхность слоя разравнивается пластиной. Пройдя охладитель 4, слой желируется и подходит под разливочный механизм 5.

В воронку механизма 5 из взбивальной машины 6 подается белая взбитая масса для внутреннего слоя корочки. Масса выливает-

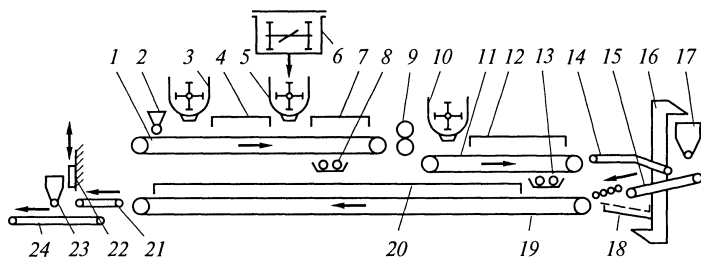


Рис. 5.41. Схема агрегата для производства мармелада типа лимонных и апельсиновых долек

ся через щелевой кран механизма и наносится ровным слоем на первый слой. Второй слой также разравнивается пластиной. Двухслойный пласт толщиной до 3 мм проходит камеру 7, где обдувается воздухом. После охлаждения в камере 7 пласт переходит на дополнительный ленточный конвейер и проходит под дисковыми ножами 9. Ножи разрезают пласт на продольные полосы шириной 70 мм.

Нарезанные полосы переходят в продольные желоба полукруглого сечения желобчатого конвейера 11. По конструкции он представляет собой цепной пластинчатый конвейер, пластины которого имеют каналы полукруглого сечения. При смыкании пластин друг с другом образуются непрерывные каналы-желоба, в которые и укладываются полосы пласта, выстилающие всю их поверхность.

Поршневой разливочный механизм 10 заполняет желоба желейным сиропом для батонов. Быстрому застыванию сиропа способствует подача в шкаф 12 воздуха, охлажденного до температуры 8...10 °С.

После желирования батоны переходят на наклонный ленточный конвейер 14, передающий их затем на ленточный конвейер 15, который предварительно посыпается сахаром-песком. При переходе на этот конвейер батоны также обсыпаются сахаром. Устройство для подачи сахара снабжено двумя вибрирующими ситами 18, элеватором 16 для возврата излишков сахара-песка и дозатором 17.

С конвейера 15 обсыпанные батоны переходят на ленточный конвейер 19 для выстойки. В короб 20 подается холодный воздух. После выстойки батоны передающим конвейером 21 направляются под гильотинный нож 22 резательной машины. Нарезанные дольки посыпаются сахаром-песком из дозатора 23 и выводятся из машины конвейером 24.

На обратных ветвях ленты коркообразующего конвейера 11 установлены очищающие скребки и моечные устройства 8 и 13. Для

устранения прилипания массы к ленте конвейер *1* смазывается инвертным сиропом при помощи намазывающего валика *2*. Воронки разливочных механизмов снабжены мешалками.

Агрегат входит в механизированную поточную линию производства лимонных и апельсиновых долек. Производительность линии составляет 150 кг/ч.

#### 5.4.3. Оборудование для приготовления пастилы и зефира

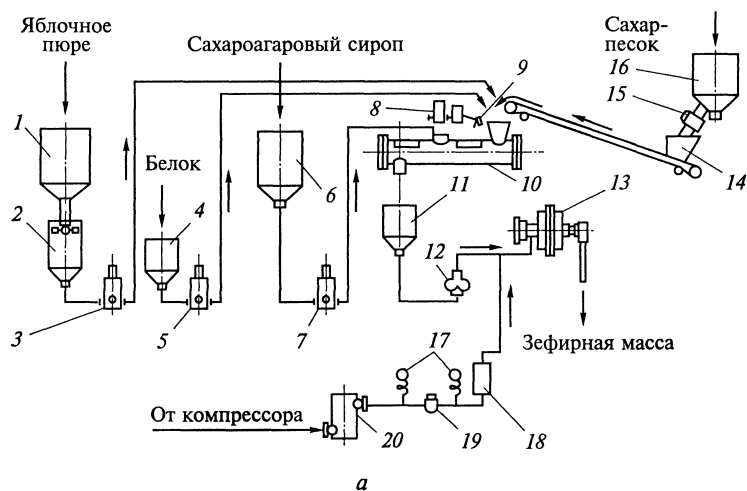
Для изготовления пастильных и зефирных масс применяются непрерывнодействующие агрегаты и взбивальные машины периодического действия. Для формования зефира применяются зефиротсадные машины. Пастилу формуют на машинах для разлики пастильной массы, готовые пласты режут на заготовки изделий на пастилорезательных машинах. После формования пастилу и зефир сушат в специальных сушилках.

На рис. 5.42 приведен *непрерывнодействующий агрегат ШЗД* для взбивания пастильных и зефирных масс под давлением. Рецептурную смесь для взбивания готовят в смесителе *10* (см. рис. 5.42, *а*), в который непрерывно подают все компоненты смеси — яблочное пюре из сборника *1* через бачок постоянного уровня *2* с плунжерным насосом *3*, яичный белок из бачка *4* с насосом *5* и уваренный сахаропаточно-агаровый сироп из сборника *6* с плунжерным насосом *7*. Сахар-песок поступает в воронку смесителя из сборника *16* через магнитный уловитель *15* и дозирующее устройство *14*. Для дозирования кислоты и красителя с эссенцией установлены бачки *8* и *9*. Рецептурный смеситель снабжен водяной рубашкой для темперирования смеси.

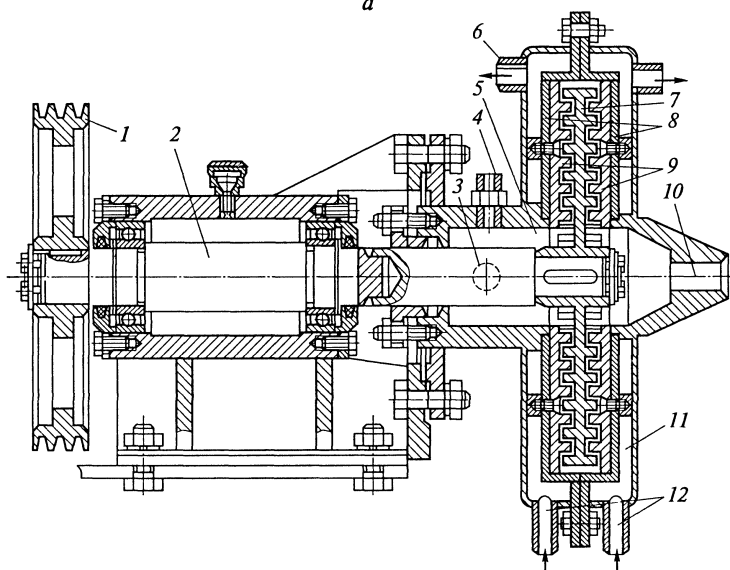
Готовая рецептурная смесь поступает из смесителя *10* в приемный бачок *11* (с подогревом), из которого шестеренным насосом *12* непрерывно подается в роторный центробежный смеситель *13*, при этом в смесь вводится под давлением воздух, поступающий из ресивера *20*.

Для регулирования давления воздуха установлен воздушный редуктор *19* с манометрами *17*. Количество поступающего воздуха измеряется ротаметром *18*.

Роторный центробежный смеситель агрегата ШЗД состоит из корпуса с водяной рубашкой, взбивальных неподвижных статоров и взбивального ротора. Ротор *7* (см. рис. 5.42, *б*) жестко закреплен на горизонтальном валу *2*, который получает вращение от шкива *1*. Жидкая смесь и воздух поступают соответственно через патрубки *3* и *4* в камеру *5*, а затем в пространство между ротором *7* и двумя неподвижными статорами *9*, укрепленными на стенках *8* взбивальной камеры. На внутренней стороне каждого стато-



а



б

Рис. 5.42. Агрегат ШЗД для непрерывного приготовления зефирной массы под давлением:

а — схема агрегата; б — роторный центробежный смеситель

ра концентрическими рядами расположены зубья, а между зубьями статоров — зубья ротора. Размеры зубьев подобраны таким об-

разом, что образуется концевой канал извилистой формы шириной 1 мм.

Ротор и статоры изготовлены из бронзы, внутренняя поверхность камеры — из нержавеющей стали. Насыщенная воздухом смесь выходит через отверстие 10. На выходе из взбивальной камеры установлен регулятор давления, который поддерживает в ней постоянное избыточное давление 0,05...0,009 МПа.

Для регулирования и стабилизации температуры смеси взбивальная камера 5 снабжена водяной рубашкой 11, состоящей из двух секций, в каждой из которых имеются соответственно патрубки 12 для подвода и патрубки 6 для отвода воды. Производительность роторного центробежного смесителя 75...600 кг/ч, в зависимости от назначения смесителя частота вращения ротора варьируется в пределах 280...700 мин<sup>-1</sup>.

*Зефиротсадочная машина* (рис. 5.43) предназначена для формирования половинок зефира отсадкой на поверхность лотков.

Машина состоит из следующих сборочных единиц (см. рис. 5.43, а): бункера 3, дозирочно-отсадочного механизма 2, цепного конвейера 1, приводного механизма 5 и станины 6.

Цепной конвейер представляет собой две параллельно расположенные «бесконечные» цепи с шагом, равным 35 мм. Для фиксирования положения лотков на цепи предусмотрены звенья с упорами. Во время отсадки зефира на лоток конвейер движется равномерно. В момент прохождения стыков двух лотков под зубчатыми наконечниками дозирочно-отсадочного механизма конвейер получает ускоренное движение.

Машина приводится в движение электродвигателем через клиноременную передачу и вариатор скоростей.

Загрузочный бункер выполнен из алюминиевых листов. Для обогрева зефирной массы в процессе отсадки бункер снабжен водяной рубашкой. Температура массы контролируется термометром 4.

В нижней части бункера на болтах прикреплен дозирочно-отсадочный механизм (см. рис. 5.43, б), который снабжен золотниковой коробкой 7 и золотником 6. Последний представляет собой полый цилиндр, разделенный перегородками на шесть камер с одинаково расположенными вырезами. Золотник совершает переменное вращательное движение на угол 90° под воздействием пазового кулачка 11 через систему рычагов.

Шесть плунжеров 8 прикреплены к общей траверсе, которой сообщается возвратно-поступательное движение пазовым кулачком 10 через систему рычагов. При помощи кулисного механизма 9 можно плавно регулировать ход плунжеров 8 и тем самым обеспечивать заранее заданную дозировку порции массы, отсаживаемой на лоток. Когда плунжеры выходят из золотниковой коробки, их поверхность смачивается растительным маслом для предотвращения налипания зефирной массы.

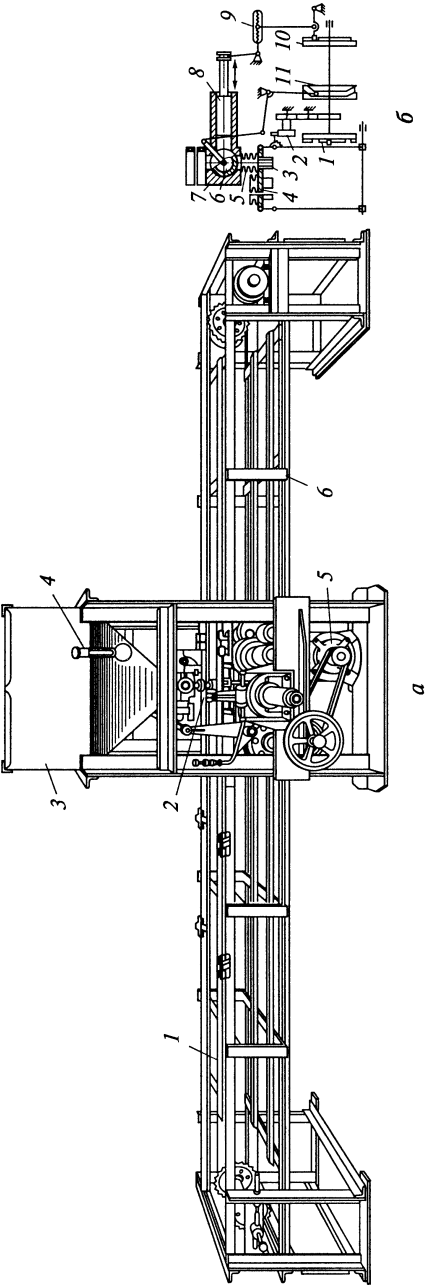


Рис. 5.43. Зефиrootрасадная машина:  
а — общий вид; б — схема привода отсадочного механизма

Шесть гибких гофрированных шлангов 5 соединяют выводные штуцеры золотниковой коробки с зубчатыми наконечниками 3. Подвижная каретка 4, несущая на себе рамку с закрепленными на ней зубчатыми наконечниками, совершает возвратно-поступательное движение вдоль конвейера и поперек него под воздействием торцевого 1 и цилиндрического 2 кулачков через рычажную систему с пружиной.

Залитая в бункер зефирная масса при том положении золотников, когда окна золотниковой коробки сообщаются с бункером, при движении плунжеров засасывается в дозировочные цилиндры. После отхода плунжеров в крайнее заднее положение золотник поворачивается на 90° и таким образом соединяет дозировочные цилиндры с выпускными окнами золотниковой коробки. Плунжеры, двигаясь вперед, выдавливают зефирную массу из дозировочных цилиндров последовательно через выпускные окна золотниковой коробки и далее через гибкие шланги и зубчатые наконечники на лоток, движущийся по конвейеру. При этом подвижная каретка с закрепленными на ней зубчатыми наконечниками совершает сложное продольно-поперечное движение, благодаря чему каждая отсаживаемая порция зефирной массы приобретает круглую форму зефира с рифленой поверхностью («ракушка»).

В конце процесса отсадки для отрыва отсаженной зефирной массы от наконечников направление скорости движения каретки резко меняется на противоположное, что достигается сжатием спиральных пружин, прикрепленных к подвижной каретке.

Производительность зефиротсадочной машины  $\Pi_3$  (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi_3 = 60mnqc,$$

где  $m$  — количество дозирующих плунжеров ( $m = 6$ );  $n$  — количество отсадок в минуту;  $q$  — расчетная масса половинки зефира, кг;  $c$  — коэффициент, учитывающий перерывы в отсадке.

Пастилу формируют следующим образом. Готовая пастильная масса из агрегата для взбивания заполняет бункер разливочной головки, которая наносит массу равномерным слоем на клеенчатую ленту, покрывающую несущую стальную ленту. Для устранения растекания массы у краев ленты установлены два ограничительных конвейера. Стальная лента непрерывно охлаждается водой.

При прохождении через камеры с принудительным током воздуха непрерывный пастильный пласт полностью выстаивается и переходит затем на наклонный ленточный конвейер.

Выстоявшийся пастильный пласт подается затем в резательную машину, где дисковые ножи разрезают ее на шесть продольных полос.

Укрепленные на бесконечной цепи ножи разрезают полосы поперек на отдельные пастилки, которые укладываются на решета.

Заполненные заготовками пастилы решета укладывают на вагонетки, которые при помощи тяговой цепи, вмонтированной в пол, проходят через туннельную сушилку. После сушки пастила поступает на конвейер опудривающей машины, а затем передается на упаковывание.

После формирования из пастилы и зефира удаляют влагу. Наиболее распространенным способом удаления влаги является сушка. В процессе сушки к высушиваемому изделию подводится теплота, под воздействием которой происходит испарение влаги с поверхности изделия. Для удаления испаряемой влаги в качестве сушильных агентов применяют воздух или перегретый пар. Сушильные агенты, отдавая теплоту на испарение влаги, охлаждаются. При этом они увлажняются и уносят влагу из сушилки.

В результате испарения влаги с поверхности изделия в различных его точках создается разность концентраций влаги (градиент влажности), под воздействием чего влага перемещается (мигрирует) от центра изделия к его периферийным слоям, омываемым сушильным агентом.

Однако влага в изделии перемещается под влиянием не только градиента влажности, но и температурного градиента, т. е. под влиянием направления потока теплоты от периферии к центру. Следовательно, перемещение влаги под действием температурного градиента происходит к центру. Суммарное количество влаги, перемещаемое при наличии обоих градиентов (от центра к периферии и наоборот), равно разности между количеством влаги, перемещенной под действием градиента влажности от центра, и количеством влаги, перемещенной под действием температурного градиента к центру.

Таким образом, сушка состоит из трех процессов: перемещения влаги внутри высушиваемого изделия от центра к поверхности; парообразования и перемещения пара от поверхности изделия в сушильный агент.

В качестве сушильного агента для пищевых продуктов обычно применяется подогретый воздух.

На небольших предприятиях сушка пастилы и зефира осуществляется в камерных сушилках тупикового типа, а на предприятиях большой мощности — в туннельных конвейерных сушилках.

*Туннельная конвейерная сушилка* состоит из камеры, в которой на уровне пола расположен тяговый цепной конвейер с упорами-толкателями, и системы подогрева и циркуляции воздуха. Туннель сушилки разделен на два участка: сушки и охлаждения. Участок сушки состоит из девяти камер-секций, участок охлаждения — из двух секций. Первую зону участка сушки занимают две секции, вторую зону — четыре и третью зону — три секции.

Каждая секция сушилки имеет самостоятельные калориферно-вентиляционные установки, смонтированные на верхнем пере-

крытии. Установки состоят из двух пластинчатых калориферов и одного осевого вентилятора, создающих в камере поперечные потоки горячего воздуха с перемежающимися направлениями. Для достижения равномерной сушки изделий диффузоры снабжены направляющими для воздуха, обеспечивающими равномерный поток.

Вагонетки с изделиями, установленные в камере сушки, попадают под воздействие поперечных потоков горячего воздуха, поступающего от калориферно-вентиляционных агрегатов. Проходя через зазоры между решетками, горячий воздух отбирает влагу от изделий и тем же вентилятором выводится для повторного использования с частичным добавлением к нему свежего воздуха. По мере продвижения вагонеток вдоль туннеля направление потока воздуха меняется, что обеспечивает более равномерную сушку изделий.

Вагонетки перемещаются вдоль туннеля цепным конвейером, совершающим периодическое движение. На цепи закреплены упоры-толкатели вагонеток, которые движутся по рельсовому пути. Для возврата освободившихся вагонеток к месту загрузки изделий вне камеры проложен другой рельсовый путь с тяговой цепью.

Поворот вагонеток на участках их загрузки и разгрузки производится при помощи поворотных кругов, вмонтированных в пол.

Производительность сушки  $P_c$  (кг/ч) определяют по формуле

$$P_c = qLzc/(\tau l),$$

где  $q$  — масса готовых изделий на одной вагонетке, кг;  $L$  — длина сушильной камеры, мм;  $z$  — количество сушильных камер;  $c$  — коэффициент, учитывающий возвратные отходы;  $\tau$  — продолжительность сушки пастилы, ч;  $l$  — шаг установки вагонеток, мм.

В настоящее время разработана шахтная сушилка А2-ШЛЖ/4 для сушки изделий, уложенных в лотки.

### Контрольные вопросы

1. Как устроен и работает мармеладоотливочный агрегат ШФ1-М6?
2. Как устроен и работает агрегат для производства лимонных и апельсиновых долек?
3. Как устроен и работает агрегат ШЗД?
4. Как устроена и работает машина для отсадки зефира?
5. Как устроена и работает сушилка для вагонеток с пастилой?

## ГЛАВА 6

# УПАКОВЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХЛЕБНЫХ, МАКАРОННЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

---

Завертывание, фасование и упаковывание хлеба, макаронных и кондитерских изделий производятся в целях предохранения их от влияния влаги, посторонних запахов, механических повреждений, для обеспечения санитарно-гигиенических требований к изделиям и более длительного хранения, а также для придания изделиям привлекательного внешнего вида. Изделия фасуют и упаковывают в пачки и коробки для удобства реализации этих изделий в торговой сети.

На большинстве современных предприятий процессы завертывания и фасования механизированы и осуществляются с помощью различного заверточного и фасовочного оборудования.

Оберточные материалы могут быть рулонными или флатовыми — заранее вырезанными отдельными красочными этикетками, подаваемыми в заверточный механизм обычно вакуумными присосками из стопки.

В качестве оберточных упаковочных материалов применяются парафинированная бумага различной плотности для рулонных этикеток и подвертки, писчая бумага для флатовых этикеток, алюминиевая фольга, целлофан, термосваривающийся целлофан, полиэтиленовые пленки, картон, пергамент и подпергамент, применяемые для внутренних пакетов или подвертки при фасовании или упаковывании жиросодержащих изделий, таких как какао-порошок, печенье и т.п.

### 6.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАВЕРТЫВАНИЯ

Большинство хлебных и кондитерских изделий завертывается индивидуально на специализированных, предназначенных только для определенного вида изделий заверточных машинах.

*Машина для индивидуального завертывания карамели* в термосвариваемую пленку (рис. 6.1) предназначена для индивидуального завертывания карамели в термосвариваемую пленку с нанесенным на ней красочным рисунком. Благодаря линейной схеме упаковывания машины такого типа имеют высокую производительность и у них почти полностью отсутствуют сложные кулачковые механизмы.

Машина состоит (см. рис. 6.1, *а*) из трех последовательно связанных между собой питателей 2... 4 карамели; питателя 7 для упаковочного материала; устройства 9 для формования из ленты упаковочного материала пустотелой трубы; двух пар роликов 11 для сваривания продольного шва и двух роторов 10 для сваривания поперечного шва.

Питатель 2 вибрационного типа снабжен приемным бункером 1 и электромагнитом 15.

Дисковый питатель 3 имеет отверстия-ячейки, в которые укладываются изделия. Двигатель 14 через угловой редуктор приводит во вращение щетку 13, отбрасывающую изделия, не попавшие в ячейки.

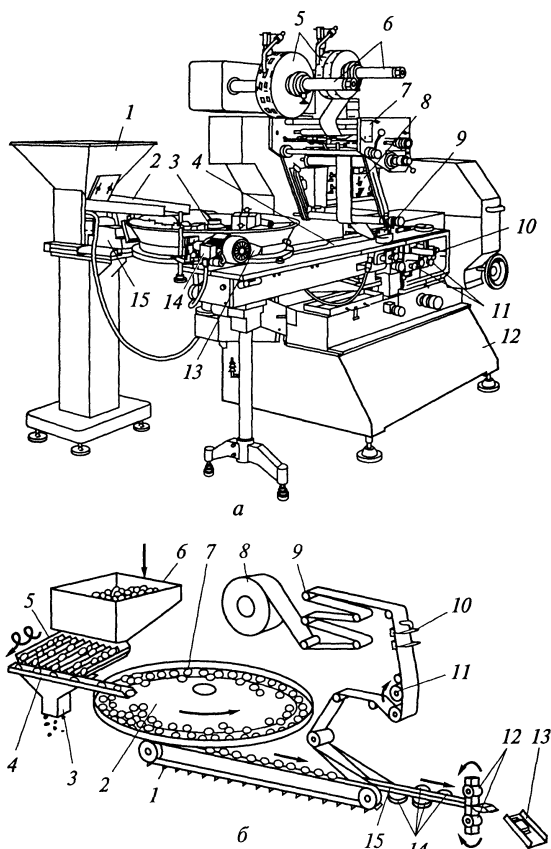


Рис. 6.1. Машина для завертывания карамели в термосвариваемую пленку:

*а* — общий вид; *б* — схема технологического процесса

Питатель 4 представляет собой ленточный конвейер с расположенными на нем перегородками-гонками с постоянным шагом, между которыми располагается по одному изделию.

Питатель 7 для упаковочного материала имеет штанги 6, на которых крепят рулоны 5. Разматывающие ролики, фотоэлементы и контрольные шупы обеспечивают заданное ориентированное расположение рисунка на изделии и автоматическую подачу ленты из нового рулона. Все механизмы машины расположены на станине 12. Управление машиной осуществляется с пульта 8.

Технологический процесс упаковывания протекает (см. рис. 6.1, б) следующим образом. Засыпанные в бункер 6 изделия распределяются в несколько потоков на желобчатой поверхности 5 и в один поток на вибрлотке 4. Дно вибрлотки имеет отверстия, через которые в приемный ящик 3 ссыпается карамельная крошка.

С вибрлотки изделия поступают на непрерывновращающийся диск 2 с расположенными по периферии отверстиями-ячейками 7. Внутренняя поверхность диска выполнена конической, поэтому изделия скатываются в ячейки. Когда изделия проходят над ленточным конвейером 1, расположенным по касательной к диску, они падают на него и направляются к узлу завертывания (формующей головке) 15.

Упаковочный материал из рулона 8 разматывается с помощью приводных 11 и поддерживающих 9 роликов. Для ориентированного положения рисунка на ленте имеются черные полосы, которые через определенные промежутки времени пересекают луч фотоэлемента 10. Поступающие от него сигналы перерабатываются блоком информации и скорость размотки несколько увеличивается или уменьшается.

С помощью формующей головки 15 лента упаковочного материала преобразуется в трубу, внутрь которой с конвейера 1 поступают изделия. Нагретые вращающиеся ролики 14 сваривают продольный шов упаковочного материала, а роторы 12 — поперечный шов. Роторы 12 снабжены лезвиями, которые перерезают упаковку в месте поперечной сварки. Завернутое изделие выходит из машины по лотку 13.

*Машина ЗКЦА с вертикальным ротором* (рис. 6.2) предназначена для завертывания мягких глазированных и неглазированных конфет в перекрутку в три обертки: рулонную этикетку, фольгу и подвертку. Машину устанавливают в поточных линиях.

Преимущество машины — короткий путь подачи изделий в заверточный механизм благодаря вертикальному расположению рабочего ротора и наличию ряда устройств в питателе и механизме завертывания.

Машина состоит из станины 7, ленточного транспортерного питателя 10, щетки 9, механизма разматывания обертки с бобинодержателями 3, механизма подачи и отрезания обертки 15, меха-

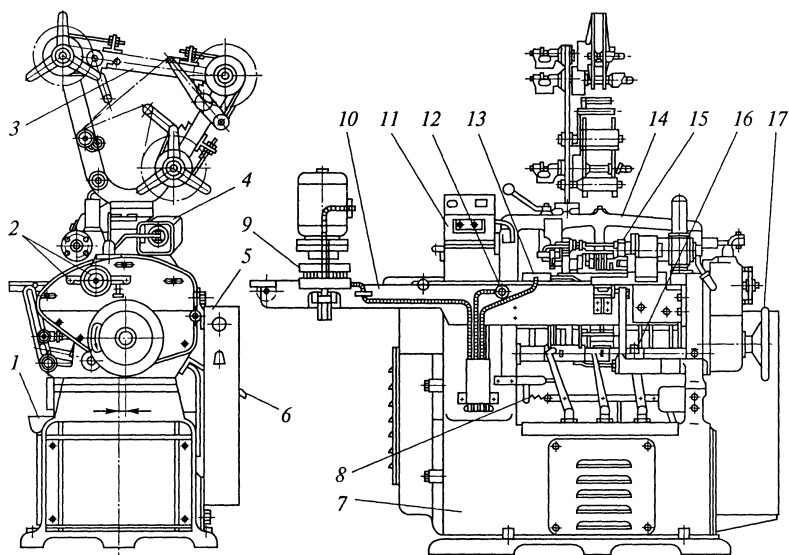


Рис. 6.2. Машина ЗКЦА с вертикальным ротором для завертывания конфет

низма завертывания 14, механизма блокировки подачи обертки 5, шупа 13, светильника с фотосопротивлением 12, защелок 8, лотка 6, поддона 1, счетчика количества завернутых конфет 16, тормоза 2, пульта управления 11, электрошита 4, устройства 17 для ручного проворота машины.

Привод всех механизмов осуществляется от электродвигателя. Валы и кулачковые механизмы, связанные системой рычагов с рабочими органами машины, приводятся в движение через систему ременных и зубчатых передач.

На рис. 6.3 показаны принципиальная схема и последовательность операций завертывания изделий (до закрутки концов обертки) на машине ЗКЦА.

Основные операции завертывания (см. рис. 6.3, а) протекают в трех рабочих позициях (I...III) шестипозиционного вертикального заверточного ротора 2, закрепленного на горизонтальном валу 1.

Вал 1 периодически поворачивается на 60°. При положении ротора 2 в позиции I толкатель 11 подает изделие 9 на нижнюю губку 13 ротора. Между изделием и ротором находится обертка 12, которая при поступлении изделия в ротор облегает его с трех сторон (см. рис. 6.3, б, в). Затем подвижная губка 6 ротора зажимает изделие с оберткой, а подгибатель 14 загибает нижний край обер-

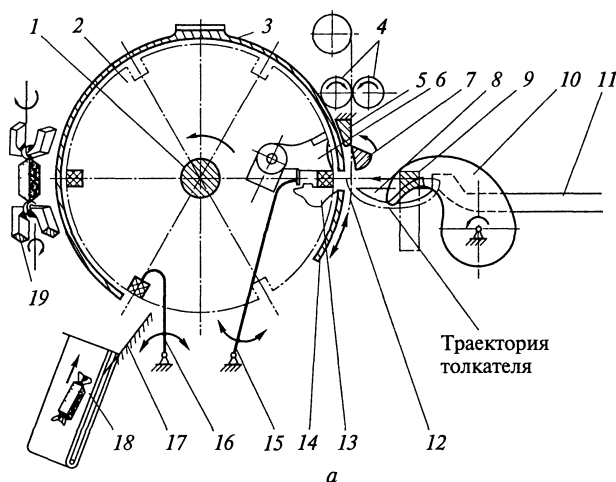


Рис. 6.3. Технологическая схема машины ЗКЦА:

а — рабочие позиции ротора; б — резка этикетки, в — проталкивание в зажимные губки, г — подгибание нижнего края этикетки, д — подгибание верхнего края этикетки — последовательность завертывания в первой позиции ротора

точного материала (см. рис. 6.3, г). При повороте ротора верхний край оберточного материала загибается, наталкиваясь на неподвижный щиток 3 (см. рис. 6.3, д).

В позиции II концы обертки захватываются непрерывно вращающимися лапками 19, которые по мере закручивания сближаются во избежание обрыва концов этикетки. В позиции III завернутое изделие выталкивателем 16 подается на наклонный лоток 17, с которого оно скатывается на отборочный конвейер 18. Толкатель 11 уголком 10 проталкивает отрезанное изделие в ротор, жгут упирается в непрерывно вращающийся нож 7. Затем толкатель возвращается в исходное положение, обходя снизу неподвижный столбик 8, по которому перемещалось изделие.

На рис. 6.3, б показаны рабочие органы, облегчающие ввод изделий с оберткой в ротор: направляющая рамка 15 и рамка прижима обертки 20 (последняя показана только на рис. 6.3, б, в, г, д). Направляющая рамка 15 периодически выходит из ротора и доходит до обертки 12. К ней толкатель 11 прижимает обертку и изделие, которые затем вводятся толкателем и рамкой в ротор.

Выступающие за изделие края оберточного материала прижимаются к направляющей рамке 15 рамкой прижима 20. Оберточные материалы непрерывно подаются вращающимися роликами 4, а обертка отрезается с помощью непрерывновращающегося ножа 7 и неподвижного ножа 5. Режущая кромка неподвижного ножа расположена наклонно, что улучшает процесс резания упаковочного материала.

Рассмотренная выше машина может быть использована в линии по производству конфет с подачей их от группового питателя, который представляет собой систему ручейковых конвейеров (по числу машин в линии), или от индивидуальных питателей (ручного и механического). В групповой питатель конфеты поступают от глазировочной машины, в индивидуальные подаются оператором.

Индивидуальный ручной питатель представляет собой неподвижный столик, примыкающий непосредственно к транспортеру питателя машины.

Индивидуальный механический питатель А2-ШПШ состоит из двух последовательно подающих конвейеров: узкого поперечного конвейера и установленного над ним вертикального конвейера (габаритные размеры питателя 795×770×910 мм, масса 240 кг, производительность — по заверточной машине).

На рис. 6.4 приведены схемы подачи конфет от разных питателей.

При подаче конфет от группового питателя (см. рис. 6.4, а) конфеты А из ручейкового конвейера 1 питателя, к которому машина устанавливается под углом 90° или другим углом, вращающимся диском 2, огражденным подвижной направляющей 3, подаются между неподвижными направляющими 4 на конвейер 5 питателя машины. Конфеты на конвейер питателя должны поступить уже сориентированными по длинной стороне. При переполнении питателя машины подвижная направляющая 3 опускается под действием электромагнита, которым управляет фотоэлектрический датчик питателя машины, и конфеты сбрасываются.

При подаче конфет от индивидуального ручного питателя (см. рис. 6.4, б) оператор перекладывает сориентированные конфеты А со столика 7 непосредственно на конвейер 5 питателя машины.

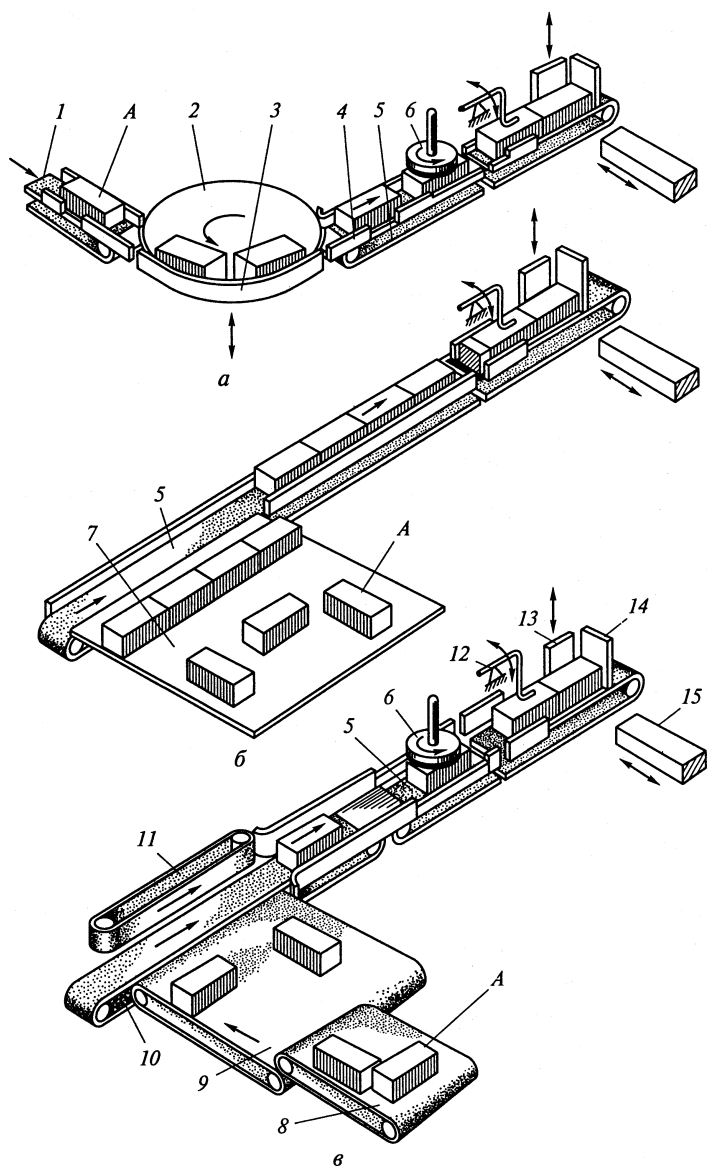


Рис. 6.4. Схемы подачи конфет к заверточным машинам:

*a* — от группового питателя в линии, *б* — от индивидуального ручного питателя, *в* — от индивидуального механического питателя

При подаче конфет от индивидуального механического питателя А2-ШПШ (см. рис. 6.4, в) первый подающий конвейер 8 подает конфеты А на второй подающий конвейер 9. Так как скорость второго конвейера значительно больше скорости первого, между конфетами создаются интервалы. Конфеты, подходя к поперечному конвейеру 10, под действием трения о его поверхность и движения вертикального конвейера 11 поворачиваются длинной стороной по ходу движения. Сориентированные по ходу движения конфеты поступают на конвейер 5 питателя машины. Конфеты, поступившие на конвейер питателя в положении на ребре, укладываются щеткой 6 плашмя или сбрасываются с конвейера через пониженные участки направляющих.

При переполнении питателя машины привод питателя конфет А2-ШПШ выключается по сигналу фотоэлектрического датчика, установленного на питателе машины.

Рычаг 12 контролирует наличие конфеты. Если конфета отсутствует, рычаг поворачивается и через конечный выключатель блокирует подачу обертки.

Конвейер 5 питателя машины направляет конфеты к неподвижному упору 14, расположенному между толкателем 15 и рамкой 13. Конфета сталкивается толкателем 15 с конвейера 5 в ротор завертывающей машины. Перед началом движения толкателя подвижная рамка 13 освобождает путь движения конфеты.

Для упаковывания хлебных изделий может использоваться оборудование, аналогичное оборудованию для кондитерских изделий. Проблема решается изменением форматных деталей, приспособленных к размерам хлебных изделий. Основной вид применяемой упаковки в этом случае — флаупак (заваривание упаковочного материала с торцов и продольного шва).

## 6.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И УПАКОВЫВАНИЯ

Кондитерские и макаронные изделия упаковывают в пакеты или коробки.

Упаковочная машина фирмы «Сигнал-Пак» (Россия) предназначена для точного и быстрого дозирования и упаковывания мелкоштучных продуктов, в том числе конфет, карамели, макаронных изделий, печенья, пряников и др.

Машина состоит из весового комбинационного дозатора («мультиголовки») модели МС-14-1, имеющей 14 взвешивающих головок, и упаковочной машины\*.

---

\* В данном случае ее функции для упаковывания дозы продукции могут выполнять другие упаковочные машины вертикального типа

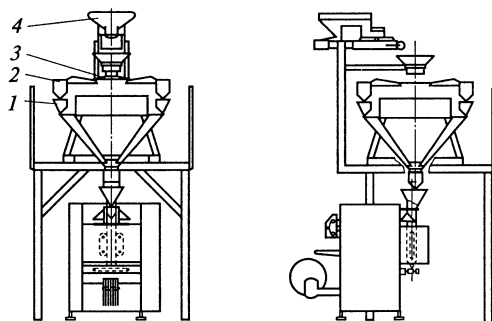


Рис. 6.5. Схема дозатора машины «Сигнал-Пак»

Комбинационный дозатор управляется электронной мульти-системой взвешивания продуктов, обеспечивает высокую производительность и точность массы дозы практически для любых пищевых продуктов, в том числе позволяет проводить отбор и дозирование одновременно двух, четырех разных видов продуктов и более.

На рис. 6.5 представлена типовая схема дозатора машины «Сигнал-Пак» с мультиголовкой МС-14-1. Работа дозирующего устройства осуществляется в несколько циклов следующим образом.

Продукт поступает через питатель 4 на конической формы тарель 3, с которой равномерно распределяется во все стороны по свободно закрепленным направляющим, радиальным виброточкам и выгружается в контейнеры первичной загрузки 2, где в процессе вибрации и постепенного его уплотнения происходит предварительная подготовка дозы продукта. Из верхних контейнеров после открытия заслонки продукт высыпается в контейнеры 1 для взвешивания, в каждом из которых с помощью электронной системы взвешивания устанавливается масса дозы; затем автоматически подбираются три-четыре оптимальные дозы, в сумме дающие наиболее близкую к заданной программой массу дозы. Как только наилучшая схема сочетания этих доз с минимальным отклонением массы найдена, продукт из этих конвейеров высыпается одновременно с открытием нижних заслонок, приводимых в движение шаговыми двигателями, через выпускную воронку в сборник продуктов. Первый цикл заканчивается.

После предыдущего цикла остается неиспользованным некоторое количество доз продукта. При этом происходит дополнительная загрузка пустых контейнеров. Из общего количества доз микропроцессор вновь выбирает наиболее подходящую массу дозы для нового цикла взвешивания. При автоматическом выборе за-

данной программы дозы возможны следующие варианты работы дозирующих устройств, когда:

определена подходящая номинальная масса продукта в установленных пределах допустимых отклонений;

не определена масса дозы, и система ждет, пока весь комплекс весов не освободится для подбора нового варианта;

подходящий вариант не определяется; тогда автоматически добавляется некоторое дополнительное количество продукта на весы, на которых его недостаточно, и система продолжает поиск нового варианта дозы.

В том случае, если не найден подходящий вариант массы дозы (в пределах допустимых отклонений), максимально приближенный к номинальной, доза будет выгружена не в пакет, а в специальный сборник как ошибочная.

Дозирование на машине регулируется в пределах массы дозы 150...1000 г. Точность дозирования зависит от вида продукта, отклонение составляет  $\pm 5$  г.

Скорость дозирования и точность зависят от ассортимента дозируемого продукта. Например, при дозировании карамели скорость составит 70 доз в минуту, а точность — 2%; при дозировании макаронных изделий «ракушки» скорость дозирования будет до 90 доз в минуту, а точность 1%.

Упаковочная машина DVD/M (рис. 6.6) фирмы Pavan (Италия) предназначена для дозирования и упаковывания длинных макаронных изделий (240...250 мм) массой дозы продукта 500 г в полимерные упаковочные материалы (полипропилен, целлофан и др.). Машина имеет форму треугольника. В ее верхней части расположено съемное секционное ориентирующее устройство, представляющее собой систему наклонных направляющих плоскостей, размещенных последовательно сверху вниз через равный шаг. Такая конструкция обеспечивает равномерное и ориентированное в горизонтальной плоскости перемещение длинных макаронных изделий в питатель дозатора. Питатель имеет центральную и две боковые колонны. Центральная колонна питателя 16, предназначенная для ориентации и уплотнения продукта, имеет прямоугольную форму с неподвижными боковыми стенками и системой шиберов. Внутри центральной колонны питателя вертикально расположена вибрирующая плоскость 17, разделяющая внутреннее пространство центральной колонны питателя на две равные секции (правую и левую), выполненные в форме прямоугольных вертикальных каналов. В верхней части центральной колонны закреплена направляющая рамка, с помощью которой через два прямоугольных выреза 15 в боковых стенках центральной колонны питателя продукт распределяется на два наклонных боковых отвода 14 точной досыпки. Каждый наклонный боковой отвод выполнен в виде каналов узкой зигзагообразной формы.

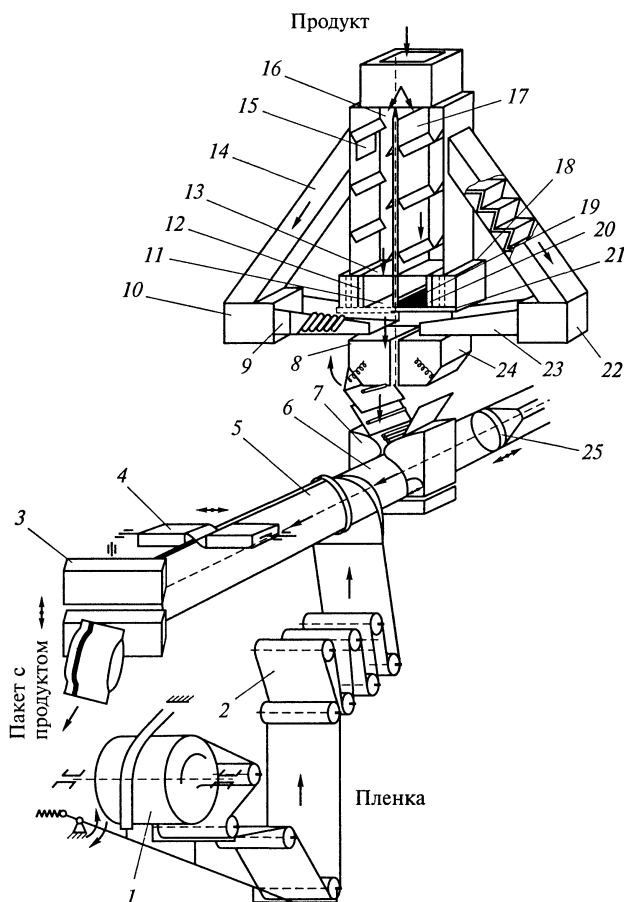


Рис. 6.6. Схема упаковывания длинных макаронных изделий на машине DVD/M

При вибрации стенок каналов продукт уплотняется и равномерно перемещается в нижнюю часть выпускных устройств 10 и 22, с помощью которых обеспечивается непрерывное поступление продукта на направляющие вибрационные лотки 9 и 23. Для визуального наблюдения и контроля за процессом перемещения продукта стенки боковых отводов выполнены из прозрачного материала, из аналогичного материала выполнена и центральная колонна питателя.

Направляющие вибрационные лотки имеют ребристую поверхность с незначительным наклоном в сторону приемных ковшеи 8

и 24. Каждый лоток снабжен электромагнитным устройством, регулирующим частоту колебания плоскостей и контроля массы. Такая конструкция лотка обеспечивает точную ориентацию длинных макаронных изделий относительно наклонной плоскости с возможностью измерения скорости подачи продукта и подготовки необходимой дозы.

Основная масса продукта через центральную колонну питателя направляется (для грубого отвеса) поочередно в два сектора 11 и 19 прямоугольной формы, которые находятся в нижней части центральной колонны. Каждый сектор снабжен устройством регулирования объема основной дозы в пределах 95...96%. Регулирование объемов доз в секторах проводится с помощью их боковых подвижных стенок 12 и 20. Поочередная и синхронная работа наполнения секторов проводится последовательно. Например, после открытия верхней правой заслонки 18 и закрытия нижней заслонки 21 заполняется правый сектор, в этот момент нижняя заслонка находится в крайнем правом положении. При одновременном перемещении нижней заслонки 21 в левое положение и открытия верхней левой заслонки 13 продукт высыпается в правый приемный ковш 24, а продуктом заполняется левый сектор. Так поочередно заполняются правый или левый приемные ковши и затем осуществляются точная досыпка и доведение доз до заданных значений.

Процесс взвешивания начинается с момента заполнения продуктом левого приемного ковша 8. Постоянный уровень и регулируемый поток продукта обеспечивается вибрационными каналами, функционирующими синхронно с вибратором. Поступление продукта по каналам вибрирующих лотков осуществляется периодически и небольшими дозами.

В момент взвешивания продукта пленка с рулона 1 разматывается и фиксируется с помощью ленточного устройства 2, обеспечивающего ее постоянное натяжение. Затем пленка равномерно заворачивается в рукав вокруг формирующей трубы 5 и сваривается с помощью продольного сваривающего устройства 4. Внутри формирующей трубы установлен направляющий цилиндр 6 и ограничитель 7, в который сверху поступают макароны. После отвешивания дозы макарон и направления их толкателем 25 в рулон пленки происходят ее сваривание с помощью поперечных ножей 3 и отрезание пакета с продуктом.

При определении дозы продукта предусмотрена следующая схема автоматической регулировки: включение — отключение вибратора точного дозирования до полной корректировки массы, при этом возможны три варианта: доза продукта соответствует заданной — открывается нижняя створка ковша и продукт выгружается в расположенную ниже емкость; доза продукта меньше заданной — весы остаются заблокированными до поступления не-

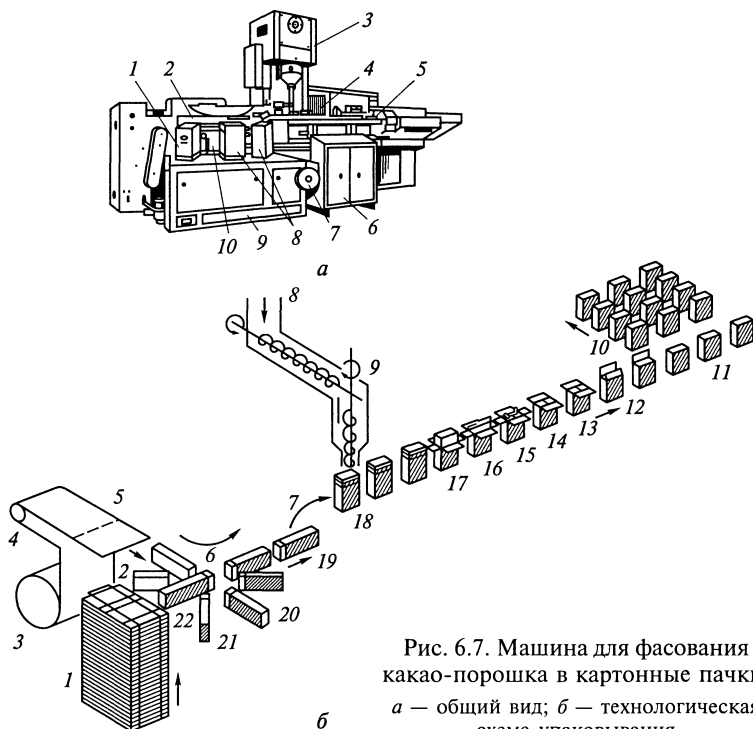


Рис. 6.7. Машина для фасования  
какао-порошка в картонные пачки:  
*а* — общий вид; *б* — технологическая  
схема упаковывания

обходимого количества продукта и доведения дозы до установленной; доза продукта больше заданной — весы блокируются и осуществляется коррекция дозы.

Машина для упаковывания какао-порошка в картонные пачки (рис. 6.7, *а*) упаковывает какао-порошок во внутренний пакет из подпергамента и наружной этикетки (высечки из картона), который затем складывается машиной в коробочку (пачку) прямоугольной формы.

Машина состоит (см. рис. 6.7, *а*) из станины 9, на которой смонтирован операционный барабан 10 с механизмами заклеивания 8 нижних и бокового клапанов коробки, из питателя этикеток 1, питателя подпергамента из рулона 2, конвейера 5 с механизмами заклеивания 4 верхних клапанов коробки и дозатора какао-порошка 3. Ручной проворот валов осуществляется штурвалом 7, электропитание и управление осуществляются с пульта 6.

Машина работает следующим образом (рис. 6.7, *б*). Подпергамент подается из рулона (поз. 3), разматывается (поз. 4) и от него отрезается заготовка для внутреннего пакета (поз. 5). После нане-

сения полоски клея на оправках пакетоделающего барабана (поз. 2 и 6) из заготовки формируется внутренний пакет.

Из штабеля (поз. 1) вакуум-присосом и валиком подается картонная высечка, на которую также наносится клей. После этого из высечки поверх находящегося на оправке пакета формируется (поз. 20 и 22) картонная коробка и одновременно заклеивается продольный шов, подгибаются фиксируемые клеем боковые клапаны (поз. 21) и наносится дата изготовления. Коробки с вставленными пакетами снимаются (поз. 19) с оправки и передаются перевернутыми под углом 90° (поз. 7) на продольный периодически движущийся конвейер, который перемещает (поз. 18) открытые сверху коробки под наполнитель.

Затем какао-порошок поступает в горизонтальный шнек (поз. 8), передающий его на вертикальный шнек (поз. 9), совершающий периодическое движение и заполняющий коробки.

После контрольного взвешивания и уплотнения содержимого коробки вибратор отгибает клапаны (поз. 17), упаковывает (поз. 15 и 16) внутренний пакет, подгибает (поз. 14) торцевые клапаны, наносит клей на боковой клапан (поз. 13) и закрывает боковые клапаны (поз. 12). Готовые коробки накапливаются на продольном конвейере (поз. 11) для фиксации клея, а затем снимаются по три штуки и перемещаются на поперечный штабелирующий конвейер (поз. 10) для укладывания в торговую тару.

В машине предусмотрены контрольные устройства, которые останавливают ее при обрыве бумаги, израсходовании рулона или комплекта заготовок в магазине. Магазин может заполняться картонными заготовками на ходу. При отсутствии коробки продукт для фасования не подается.

Машина фасует до 70 коробок в минуту.

### **6.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПАКОВЫВАНИЯ В ТОРГОВУЮ ТАРУ**

Завернутые и незавернутые изделия (карамель, конфеты, короткие макароны и т. п.) засыпаются в ящики из гофрированного картона. Взвешивание порции производится или вручную, или на специальных автоматических весовых дозаторах. Клапаны ящика с порцией изделий оклеиваются лентой и заклеиваются.

*Автоматический весовой дозатор ГОМ-2* предназначен для взвешивания продукта порциями по 7,5 кг, которые затем высыпаются в картонные ящики.

Весовой дозатор ГОМ-2 представляет собой двухчашечные весы с ручным гиреналожением (рис. 6.8) и состоит из питающих ленточных транспортеров для грубого и точного взвешивания, чаши верхних и чаши нижних весов, установленных соответственно на

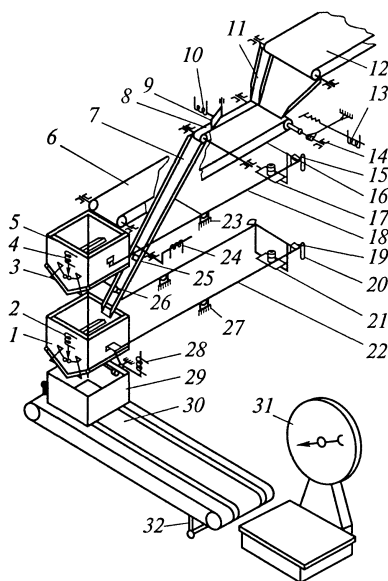


Рис. 6.8. Схема автоматического весового дозатора ГОМ-2

коромыслах 18 и 22, системы электромагнитных механизмов, обеспечивающих цикличность и точность работы.

Процесс взвешивания порции подразделяется на предварительное (на 500...800 г меньше полной массы) и точное взвешивание. Предварительное взвешивание осуществляется весовым устройством в чаше 5, окончательное — в чаше 1.

Изделия со сборочного транспортера 12 по лотку 11 поступают на транспортеры 6 и 8. Ширина транспортера 8 составляет  $\frac{1}{4}$  ширины транспортера 6, движение его постоянно.

На первом этапе взвешивания все изделия с транспортера 8 направляются на транспортер 6 заслонкой 9, получающей движение от электромагнита 10, т.е. весь поток изделий движется

в чашу 5 и будет поступать в чашу до тех пор, пока масса изделий не уравнивает массу гирь, установленных на гиредержателе 17.

Чаша и гиредержатель через призмы подвешены на плечах коромысла 18, опирающегося на призму 23. При уравнивании коромысла магнитное поле постоянного магнита 15 воздействует на магнитоуправляемый контакт 16, замыкая его. Через контакт 16 сигнал подается на электропульт весов, откуда поступает сигнал управления на электромагнитный механизм 13, воздействующий на кулачковую муфту 14. Через муфту 14 приводится в движение барабан транспортера 6. Сигналом управления муфта отключается, транспортер 6 останавливается и, следовательно, прекращается поступление изделий в чашу 5. На этом взвешивание заканчивается.

Затем, если чаша 1 пустая и на гиредержателе 21 установлены гири, подается сигнал на электромагнитный механизм 4, который раскрывает створки 3 дна чаши 5, и изделия перемещаются в предварительно приподнятую над призмой электромагнитным механизмом 28 чашу 1.

По мере заполнения чаши 1 изделиями коромысло 22 поворачивается на призме 27, и магнитное поле постоянного магнита 19 прекращает свое воздействие на магнитоуправляемый контакт 20. Вследствие этого снимается сигнал управления с электромагнитно-

го механизма 4 и створки 3 закрываются под действием грузов 26 и фиксируются защелками. На этом заканчивается первый и начинается второй этап взвешивания.

Через 2 с после перегрузки изделий из чаши 5 в чашу 1 подается сигнал на электромагнитные механизмы 10, 13 и 28. При этом муфта 14 включает транспортер 6, который начинает подавать новую порцию в чашу 5; заслонка 9 поворачивается параллельно движению ленты транспортера 8, с которого единичные изделия по желобу 7 сыпаются в чашу 1, минуя заслонку 25; электромагнитный механизм 28 опускает чашу 1.

Благодаря тому что поток изделий с транспортера 8 невелик, создаются условия для более точного, чем в верхней чаше 5, взвешивания и контроля за моментом уравнивания коромысла 22. В момент достижения заданной массы порции изделий подается управляющий сигнал на электромагнитный механизм 10 и заслонка 9, повернувшись, снова отклоняет поток изделий с транспортера 8 на транспортер 6. Сигнал подается также на электромагнитный механизм 24, который заслонкой 25 перекрывает проход по желобу 7. На этом заканчивается второй этап взвешивания.

Выгрузка изделий из нижней чаши 1 в картонный ящик 29, установленный на цепном транспортере 30, происходит следующим образом. Транспортер снабжен двумя гонками-упорами 32. Если ящик установлен и гонок уперся в него, то поступает сигнал на электромагнитный механизм 2 створок днища чаши 1, они открываются и порция высыпается в ящик. После этого створки закрываются и фиксируются защелками, чаша 1 через 1 с арретировается (приподнимается над призмой весов) механизмом 28, и цикл заполнения нижней чаши 1 повторяется.

Гонком цепного транспортера 30 заполненный ящик перемещается на платформенные весы 31 для контрольного взвешивания. После этого транспортер 30 останавливается и фиксируется тормозом.

За 1 мин на дозаторе производится 8 отвесов по 7,5 кг каждый.

*Оклеивающая машина ОМ* (рис. 6.9) предназначена для упаковывания ящиков из гофрированного картона, наполненных изделиями, с последующей оклейкой ящиков контрольной лентой-бандеролью.

Машина состоит (см. рис. 6.9, а) из рамы 4; привода с электродвигателем 16; цепного транспортера 3; неподвижных 5, 8 и подвижных 7 направляющих; клеевой ванны 6 с механизмом намазывания клеем клапанов картонного ящика с подгибателем клеевого и прижимного устройств, оклеивания, состоящего из прокатывающего ролика 13, толкателя 12, механизма 10 раскрытия и закрывания подающих шипцов 9, держателя бобины гуммированной ленты, водяной ванны, смачивающей ленту, ножиц и роликов 11 и 14; прижимных щеток 15, конечного выклю-

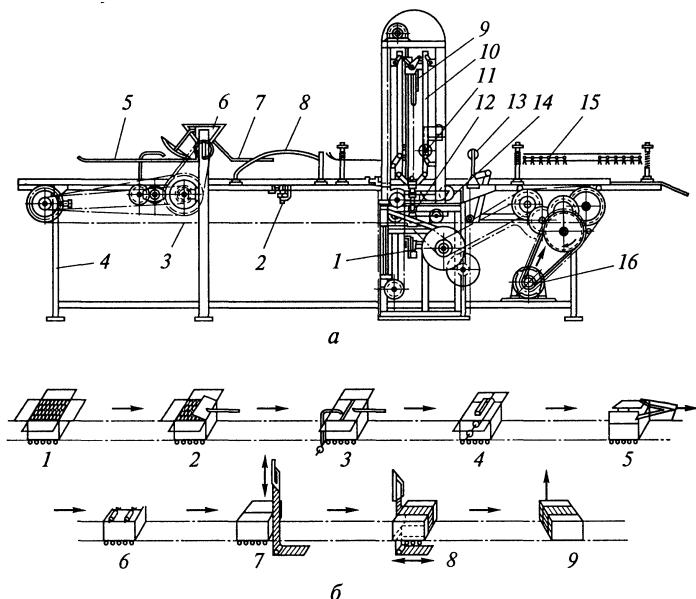


Рис. 6.9. Оклеивающая машина ОМ для упаковывания ящиков из гофрированного картона:

*a* — общий вид; *б* — технологическая схема работы машины

чателя 2 и электромагнита 1, управляющих работой толкателя 12 и щипцов 9.

Технологическая схема оклеивания приведена на рис. 6.9, б. Наполненный продуктом ящик с раскрытыми боковыми и торцевыми клапанами устанавливается на приемную часть (поз. 1), а затем перемещается цепным транспортером с толкателями. Боковые клапаны в начале перемещения ящика удерживаются в открытом положении неподвижными направляющими (поз. 2), торцевые же клапаны с помощью подгибателя и направляющей закрываются (поз. 4), а с помощью неподвижной направляющей (поз. 5) и подпружиненной направляющей или ролика (поз. 6) боковые клапаны закрываются и приклеиваются. После этого щипцы захватывают конец гуммированной ленты и поднимают ее, разматывая с рулона (поз. 7). При этом лента, проходящая через ванну с горячей водой, смачивается. При подходе ящика к ленте щипцы вместе с лентой начинают опускаться: лента по мере продвижения ящика приклеивается на торцевую, верхнюю и нижнюю стороны. Затем щипцы открываются и ножницы отрезают (поз. 9) ленту. В конце ящик проходит мимо прижимных щеток, обеспечи-

вающих плотное, без воздушных прослоек прилегание ленты к ящику.

Кроме описанных выше машин на предприятиях применяются также другие виды машин, сведения о которых можно найти в специальной литературе.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью производится упаковывание хлебных, макаронных и кондитерских изделий?
2. Каковы основные операции, выполняемые машиной для индивидуального завертывания карамели?
3. Как осуществляется завертывание конфет с заделкой торцов «в перекрутку»?
4. Чем отличается дозатор МС-14-1 от других дозаторов?
5. Какие операции выполняются при фасовании длинных макаронных изделий?
6. Каково устройство весового дозатора ГОМ-2?
7. Как устроена и работает машина для оклеивания картонных ящиков?

## ГЛАВА 7

# ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО, МАКАРОННОГО И КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

В процессе комплексной механизации и автоматизации производства отдельные машины и аппараты объединяют в агрегаты и поточные линии. Совокупность специализированных технологических машин, расположенных в соответствии с определенным технологическим процессом и связанных между собой транспортными устройствами, называется поточной линией.

Механизация и автоматизация производственных процессов при организации поточных линий может быть частичной или комплексной.

При частичной механизации или автоматизации поточной линией охвачены только основные производственные процессы.

При комплексной механизации и автоматизации все основные и вспомогательные производственные процессы механизированы или автоматизированы, включая операции по контролю, регулированию и управлению. Механизация основного производства затруднена ввиду того, что отечественное машиностроение серийно не выпускает комплексно-механизированные линии для производства хлеба, макаронных и кондитерских изделий. В результате часть поточных линий комплектуется из разрозненных машин и аппаратов.

### 7.1. ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Повышение уровня механизации и автоматизации в хлебопекарной промышленности обычно связано с необходимостью специализации производства и более или менее жесткой фиксации, последовательности и ритма выполнения производственных операций. Поэтому на хлебозаводах внедряются производственные линии двух типов:

комплексно-механизированные и автоматизированные линии, предназначенные для специализированного производства основных сортов массовой продукции, к которым относятся формовые сорта хлеба, батоны и круглый подовый хлеб. Объем производства этих видов продукции составляет около 75...85% общего производства хлебных изделий в Российской Федерации, а по отдельным регионам достигает еще большей величины;

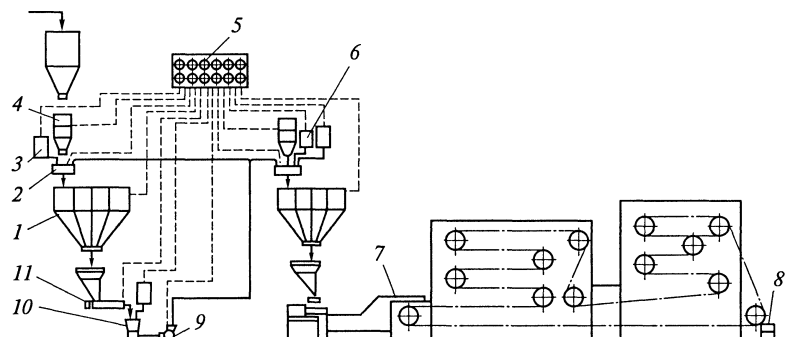


Рис. 7.1. Схема линии для производства формового хлеба с расстойно-печным агрегатом большой мощности

механизированные линии для производства хлебных изделий в ассортименте с возможным переходом с одного сорта на другой в пределах определенных ассортиментных групп продукции.

По виду выпускаемой продукции и назначению поточные линии хлебопекарных предприятий классифицируются следующим образом:

- для производства формового хлеба;
- для производства подовых изделий;
- для производства мелкоштучных и булочных изделий;
- для производства специальных сортов изделий (сухарных и ба-раночных изделий, соломки, хлебных палочек и др.).

По технико-экономическим показателям линии соответствуют современному уровню развития техники, обеспечивают высокую культуру производства, производительность труда и позволяют вырабатывать изделия высокого качества.

**Линии для производства формового хлеба.** Линия для производства формового хлеба с тупиковой печью или расстойно-печным агрегатом большой мощности (рис. 7.1) включает в себя бункерный тестоприготовительный агрегат 1. Управление работой тестомесильных машин 2, дозаторов муки 4, воды 3, раствора соли 6 и опары 11, смесителя 10 и насоса 9 для подачи воды на замес теста автоматизировано и ведется по заданной по времени программе с помощью командных приборов (КЭП), установленных на центральном пульте 5.

Механическая укладка кусков теста в формы 7 при помощи делительно-посадочного автомата и выгрузка готовых изделий на ленточный транспортер 8 исключают на этих участках ручные операции.

Линия для производства формового хлеба с туннельными печами (рис. 7.2) выпускается двух типоразмеров с площадью пода 25 или



Загрузка форм тестом осуществляется в процессе движения конвейера с помощью делительно-укладочной машины. Температурный режим и влажность расстойной среды поддерживаются с помощью кондиционеров.

Туннельная печь выполнена на базе печи РЗ-ХПУ и устанавливается непосредственно на расстойные секции агрегата окончательной расстойки на уровне 700 мм от пола.

Делительно-укладочная машина представляет собой смонтированную на четырехколесной тележке конструкцию, состоящую из шнекового тестоделителя, загрузочного бункера и механизма смазки форм. Она перемещается возвратно-поступательно по направляющим, установленным под углом  $4^\circ$  к продольной оси люльки расстойно-печного конвейера. Возвратно-поступательное перемещение делительно-укладочной машины осуществляется с помощью непрерывнодвижущегося двухконтурного цепного конвейера.

**Линии для производства подовых изделий.** Для производства батонов и круглого подового хлеба могут использоваться линии с тупиковыми и туннельными печами.

*Линия с тупиковой печью для производства батонов* (рис. 7.3) содержит тестоприготовительный агрегат 1 бункерного типа, делитель 2 с лопастным нагнетанием, округлительную машину 3 конического типа, шкаф предварительной расстойки 4, закаточную машину 5, маятниковый укладчик 6 заготовок в люльки шкафа окончательной расстойки, конвейерный шкаф расстойки 7 с механизмом выгрузки тестовых заготовок, посадчик заготовок 8 на люльки печи и печь 10 типа ФТЛ-2 с устройством 9 для выгрузки выпеченного хлеба.

*Линия с туннельной печью для производства круглого подового хлеба* (рис. 7.4) комплектуется из следующего серийно выпускаемого технологического оборудования: тестоприготовительного агрегата 1, делительной машины 2, округлителя 3, подающего транспортера 4, конвейерного шкафа окончательной расстойки 5 с механизмами для укладки тестовых заготовок в люльки шкафа расстойки и пересадки их на под печи 6 и ленточного транспортера 7 для готовой продукции.

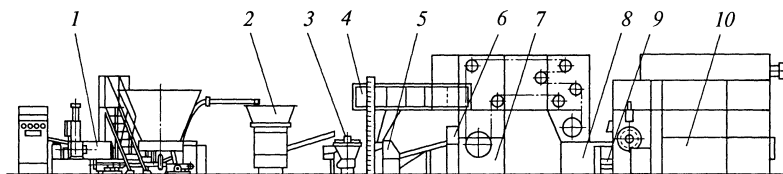


Рис. 7.3. Схема линии с тупиковой печью для производства батонов

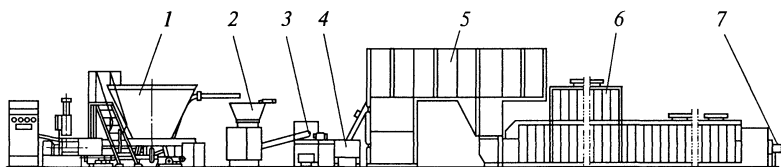


Рис. 7.4. Схема линии с туннельной печью для производства круглого подового хлеба

Участок линии для разделки и формования теста может работать в автоматическом и ручном режимах. При автоматическом режиме тестоделительная машина работает периодически, останавливается на время, необходимое для укладки тестовых заготовок в люльку конвейера шкафа окончательной расстойки. Пуск тестоделителя производится датчиком, расположенным на конвейере печи. Цикл работы рассчитан так, что после укладки в люльку шкафа окончательной расстойки тестовых заготовок датчик включает привод конвейера, который перемещается на один шаг и подводит очередную люльку под загрузку.

Во время очередного перемещения конвейера расстойки люлька с расстоявшимися тестовыми заготовками встречает упоры и опрокидывается, а тестовые заготовки перекадываются на сетчатый под печи.

*Линия для производства батонов по ускоренной технологии* имеет существенное отличие от традиционной технологии, заключающееся в том, что брожение теста происходит не в массе, а в сформованных кусках теста после всех механических воздействий на него.

Оперативный запас муки хранится в производственном бункере. От аппаратов водоподготовки и дозаторов подаются жидкие компоненты, холодная вода и мука в тестомесильную машину, где в дежах происходит интенсивный замес теста с пониженной до 22... 24 °С температурой.

После замеса по заданной программе тесто поступает в делитель при помощи дежеопрокидывателя. В воронке делителя уровень теста поддерживается автоматически — при его понижении подается сигнал, разрешающий очередной замес. Затем тестовые заготовки обрабатываются в округлителе, проходят кратковременную (10... 15 мин) предварительную расстойку в шкафу и закатываются в машине ленточного типа. После этого укладчик направляет заготовки на люльки расстойно-печного агрегата, где изделия расстаиваются и выпекаются.

Работа линии контролируется и регулируется с единого пульта управления, при этом автоматически синхронизируется работа агрегатов, дозируется заданное количество компонентов, регулируется температура воды, подаваемой на замес теста, поддержи-

ваются оптимальные температурно-влажностные параметры в шкафах расстойки и по зонам печи.

При работе линии механическое воздействие на тесто (деление, округление) происходит сразу после его замеса, при этом пониженная температура замедляет процесс брожения. Тестовые заготовки поступают в шкаф предварительной расстойки, где в них начинается процесс брожения. Затем заготовки проходят последнюю обработку — раскатку и посадку в расстойно-печной агрегат. Только после этого на едином конвейере происходят брожение теста в отдельных кусках и выпечка батонов.

Реализация столь «мягкого» процесса производства пшеничных изделий позволила получить заметное улучшение качественных показателей.

**Линии для производства мелкоштучных и булочных изделий.** Для производства обыкновенной и Выборгской сдобы, а также других мелкоштучных изделий на предприятиях малой производительности применяются линии с механизацией отдельных процессов: тестоприготовления с дозированием сырья, тесторазделки, предварительной и окончательной расстойки. Формование и раскладка тестовых заготовок на листы, посадка их в шкаф окончательной расстойки, а затем в печь, последующая выемка изделий из печи и отделка поверхности (обсыпка сахарной пудрой, смазка помадой и др.), как правило, производятся вручную.

Более высокая степень механизации характерна для поточных линий по производству мелкоштучных и булочных изделий. Такие линии используются в специализированных цехах хлебозаводов.

*Линия для производства сдобы и булочной мелочи* (рис. 7.5) обеспечивает механизацию операций, начиная от приготовления теста и кончая укладкой готовой продукции в лотки.

Приготовление теста производится на двух кольцевых конвейерах: опарного 16 и тестового 15 в дежах емкостью 140 л. Каждый конвейер оборудован автоматическими станциями для дозирования муки и жидких компонентов, а также тестомесильной машиной 14 с механизмом для подъема и вращения дежей.

Выгрузка опары из дежей опарного конвейера 16 и загрузка ее в дежи тестового конвейера 15, а также загрузка готового теста в

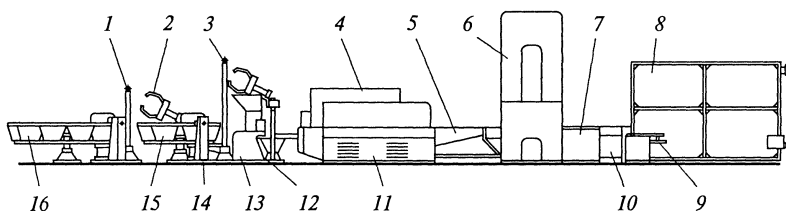


Рис. 7.5. Схема линии для производства сдобы и булочной мелочи

делительную машину производится с помощью двух опрокидывателей 1 и 3. После выгрузки теста дежи очищаются от его остатков дежеочистителем 2.

Куски теста, полученные в делительной машине 13, поступают в округлительную машину 12, а затем в шкаф предварительной расстойки 4. После этого тестовые заготовки поступают в соответствующий каждому виду изделия тестоформирующий механизм 11, где они формируются по пять штук в ряд. Затем с помощью выгрузочного механизма 5 заготовки подаются в шкаф окончательной расстойки 6. Регулирование продолжительности расстойки достигается перемещением механизма, переталкивающего листы с тестовыми заготовками. Из шкафа окончательной расстойки листы с заготовками переталкиваются механизмом 7 на подики тупиковой печи 8. Одновременно листы с изделиями выгружаются из печи на транспортер, который подает их в машину 9 для укладки готовой продукции в лотки.

После освобождения от изделий листы поступают в машину 10 для очистки и смазки, а затем по транспортеру возвращаются в тестоформирующую машину для загрузки.

*Линия для производства слоеных булочных изделий* используется для изготовления изделий широкого ассортимента с различными начинками массой от 0,07 до 0,11 кг.

Тесто из месильной машины интенсивного действия после выбраживания в тестовом бункере ковшовым транспортером подается в бункер формовочной машины, к которой подключены холодильные коммуникации. Из этой машины тесто в виде полосы охлажденного слоеного пласта направляется в установку для разделки слоеного теста, где происходят двойная поперечная раскатка пласта, его размораживание с помощью горячего воздуха, продольная и поперечная раскатки, выдача начинки и ручная формовка изделий.

Листы с тестовыми заготовками с участка ручной формовки по верхнему транспортеру поступают на стол загрузки в конвейерный шкаф, где они объединяются по три штуки и направляются на двухполочные люльки расстойного шкафа. Продолжительность расстойки около 120 мин. Из расстойного шкафа листы с тестовыми заготовками поступают на участок отделки изделий для меланжирования и обсыпки орехами.

Перед загрузкой в печь листы снова комплектуются по 3 шт. на столе, а затем направляются на под туннельной печи. С ленточного транспортера работница вручную сбрасывает изделия в лоток, установленный на штабелере, а пустые листы укладывает на цепной транспортер для подачи в машину очистки и смазки. После этого они транспортером подаются на участок укладки листов.

*Линия для производства мелкоштучных изделий* (рис. 7.6) отличается рациональным сочетанием широты ассортимента изготов-

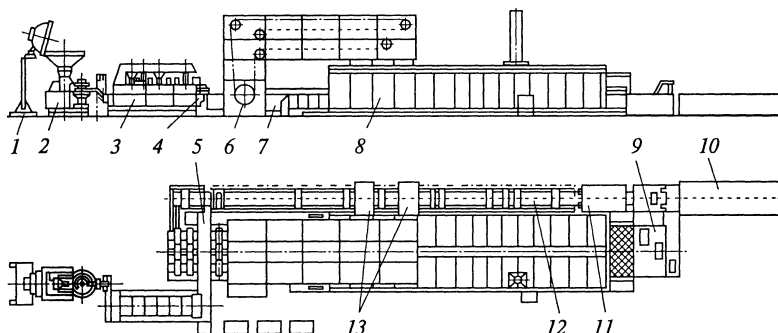


Рис. 7.6. Схема линии для производства мелкоштучных изделий

ляемой продукции и высокой производительностью. Это достигается путем использования тестоприготовления в подкатных дежах и универсального формующего оборудования.

В состав линии входят тестоприготовительное оборудование, дежеопроектировщик 1, делительно-округлительная машина 2, агрегат для формования тестовых заготовок 3, укладчик 4 тестовых заготовок на листы, посадчик листов 5 в шкаф расстойки, конвейерный шкаф окончательной расстойки 6, посадчик листов 7 на сетчатый под туннельной печи 8. В конце линии предусмотрены установка 9 для ориентирования листов, машина 11 для очистки и смазки листов, транспортер 12 для возврата листов к месту загрузки, накопитель листов 13 и транспортер 10 для готовых изделий.

Для приготовления теста в линии использованы тестомесильные машины с подкатными дежами. После перегрузки теста в воронку делительно-округлительной машины 2 сформованные на агрегате 3 тестовые заготовки по 5 шт. в ряду транспортером подаются на механизм укладки 4, действующий по принципу «убегающей ленты», с помощью которого они перекадываются на листы. Листы с заготовками специальным механизмом 5 перемещаются в люльки шкафа окончательной расстойки 6. По окончании расстойки листы автоматически перемещаются на под туннельной печи 8.

После выпечки листы с готовыми изделиями механически выгружаются из печи на ленточный транспортер 10, с которого производится перекадка изделий в лотки. Освободившиеся листы поступают в машину 11 для чистки и смазки и далее по транспортеру направляются к месту загрузки у тестоформующего агрегата.

**Линии для производства специальных видов изделий.** Линия для производства бараночных изделий показана на рис. 7.7. Тесто, имеющее относительно низкую влажность, готовят на специальной

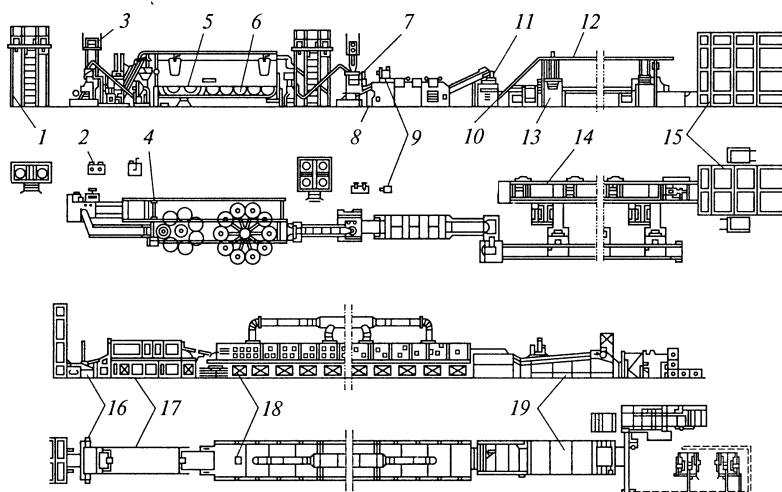


Рис. 7.7. Схема линии для производства бараночных изделий

непрерывно возобновляемой закваске («притворе») или на опаре с применением прессованных дрожжей. Ввиду малого содержания воды процесс приготовления теста состоит из двух операций: замеса в тестомесильной машине, конструктивно рассчитанной на замес крутого теста, и дополнительной механической обработки на натирочной машине для обеспечения однородности и высокой пластичности структуры полуфабриката.

После натирки тесто должно иметь период отлежки — брожения (30...60 мин). Затем тесто поступает на делительно-закаточную машину, из которой выходят сформованные тестовые заготовки.

Сформованным тестовым заготовкам дают необходимое время (при машинном формовании от 30 до 90 мин) для расстойки, после чего следует обварка в кипящей воде или ошпарка в соответствующих паровых камерах. При этом в результате прогрева в тестовых заготовках осуществляются процессы клейстеризации крахмала и денатурации белков, особенно интенсивно происходящие в поверхностном слое теста. В результате поверхность изделия после выпечки становится блестящей, глянцевой.

Бараночные изделия выпекают в конвейерных люлечных или ленточных печах. Выпечка в зависимости от вида, сорта и массы изделий длится обычно 10...20 мин.

Линия состоит из тестомесильной машины 1 для замеса притвора с дозировочной станцией 2 и автомукомером 3, ковшового подъемника 4, двух дежевых конвейеров для притвора 5 и опары 6, машины 7 для замеса теста с дозировочной станцией 9, натирочной машины 8, делителя теста на куски 11, распределителя кус-

ков теста 10, делительно-закаточной машины 13 и ленточного транспортера 12 для подачи теста к делительно-закаточным машинам.

Для расстойных досок с тестовыми заготовками предусмотрен ленточный транспортер 14, который подает их в конвейерный шкаф 15 окончательной расстойки. При помощи перекладчика 16 тестовые заготовки перегружаются в ошпарочную машину 17 и далее поступают в туннельную печь 18 с сетчатым подом. Готовые изделия выгружаются на охлаждающий транспортер 19 и далее ленточными транспортерами направляются в упаковочное отделение: баранки — на низальные машины, сушки — на фасовочно-упаковочный автомат, где фасуются в пакеты из полиэтиленовой пленки по 200...250 г. Пакеты с готовой продукцией по конвейеру поступают в контрольно-отбраковочное устройство, далее по конвейеру — к счетчику пакетов с готовой продукцией и на укладочный стол. Здесь пакеты укладываются в контейнер или другую тару.

Линия для производства сдобных сухарей (рис. 7.8) состоит из следующих машин и механизмов: тестомесильной машины периодического действия 1 с дежами 2, опрокидывателя 3, формовочной машины 4, ленточного транспортера 9 для тестовых заготовок сухарных плит, рольганга 10 для листов с полуфабрикатами, конвейерного шкафа 5 окончательной расстойки, посадчика 6 листов на под печи с механизмами наколки и смазки полуфабрикатов, туннельной печи 7 с сетчатым подом, конвейерного шкафа 8 для охлаждения плит, ленточного транспортера 15 для черствых плит, резальной машины 11, ленточного транспортера 12 для раскладки ломтей на листы, конвейера возврата 13 и автоматов 14 для упаковывания их в тару. В числе вспомогательного обо-

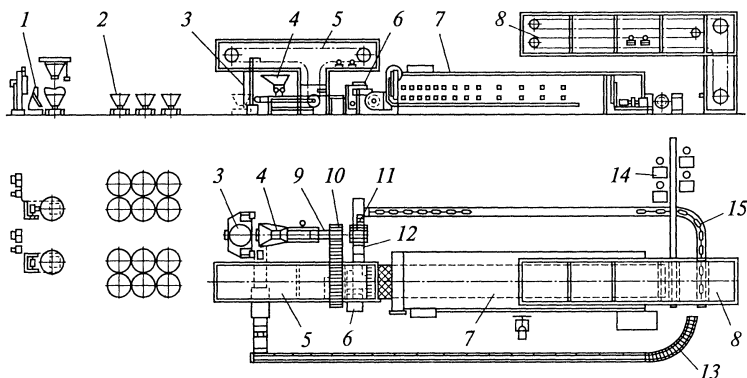


Рис. 7.8. Схема линии для производства сдобных сухарей

рудования применены машины для чистки и смазки листов. Для возврата листов используется конвейер возврата 15.

В рассматриваемой линии возможно использование агрегатов непрерывного действия вместо дежей. Сдобные сухари содержат значительное количество жира и сахара, поэтому процессы брожения тестовых полуфабрикатов и расстойки заготовок сухарных плит требуют большей продолжительности.

После формования и укладки на металлические листы (противни) тестовые заготовки сухарных плит подвергаются расстойке в конвейерном шкафу 5. При пересадке на под туннельной печи 7 тестовые заготовки накалываются и их верхняя поверхность смазывается меланжем. Выпечка сухарных плит производится без пароувлажнения при пониженных температурных режимах. Выдержка сухарных плит в конвейерном шкафу 8 для охлаждения необходима для повышения жесткости и пластичности их структуры, что обеспечивает минимальное количество отходов и брака при резании. При использовании приточно-вытяжной вентиляции выдержка сухарных плит обычно составляет 6...16 ч. При перегрузке выпеченных плит в шкаф охлаждения металлические листы конвейером возврата 13 направляются к машине чистки и смазки, а затем вновь к формовочной машине 4.

Представленный на рис. 7.8 набор оборудования поточной линии с одной печью соответствует трехсменному режиму работы: 1-я смена — выпечка сухарных плит, 2-я и 3-я смены — сушка сухарей. Таким образом, шкаф охлаждения выполняет функцию накопителя, а печь переналаживается на два разных режима — выпечки и сушки.

Сушка сдобных сухарей возможна только в хлебопекарных печах, так как наличие лучистой составляющей теплообмена обеспечивает получение необходимой по требованиям стандарта окраски боковых сторон сухаря. Высокопроизводительные линии производства сдобных сухарей комплектуются двумя печами: одной — для выпечки сухарных плит, второй — для сушки сухарей. При этом для согласованной работы линии площадь пода второй печи должна быть в 2 раза больше.

После резки на ломти полуфабрикат раскладывают на листы или под печи на боковую сторону с помощью механизма раскладки 12. После сушки сухари подвергают стабилизации, а затем упаковывают на автоматах 14.

На линии для производства хлебных палочек (рис. 7.9) изготавливают продукцию, которая по своим органолептическим показателям представляет собой хрупкие сухие продолговатые изделия округлого сечения. Их изготавливают нескольких наименований — простые, сдобные, соленые, с тмином из пшеничной муки высшего и 1-го сортов. Хлебные палочки имеют толщину 8...12 мм, длину 150...270 мм. По физическим свойствам и возможности

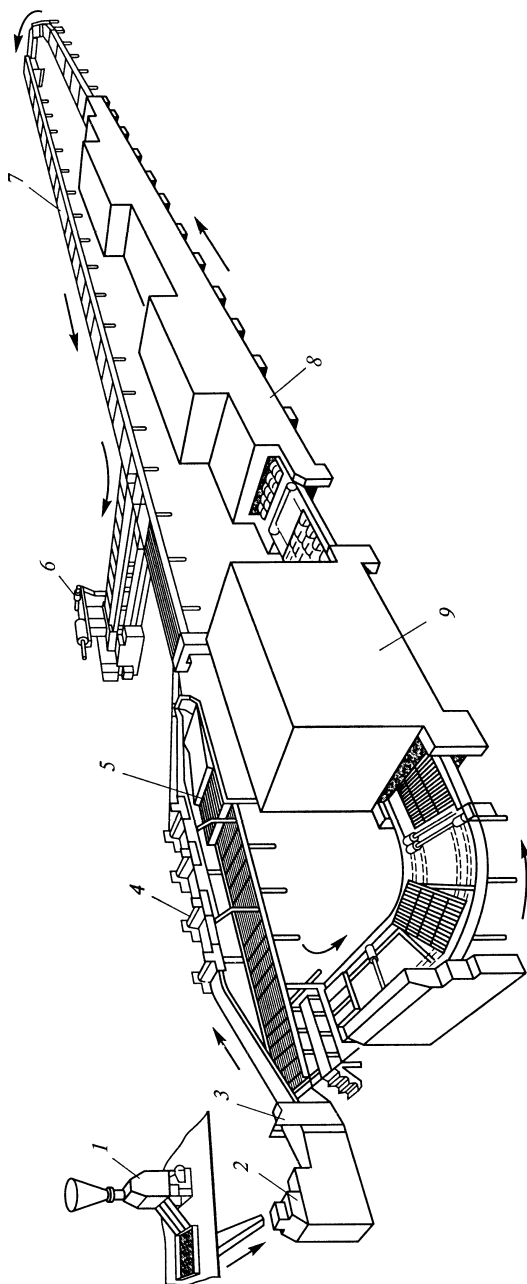


Рис. 7.9. Схема линии для производства хлебных палочек

длительного хранения палочки можно отнести к сухарным изделиям.

Линия состоит из следующего основного оборудования: тестомесильной машины периодического действия 1, машины для предварительной вальцовки теста 2, устройства 3 для сворачивания тестовой ленты и сокращения ее ширины вдвое, машины с четырьмя парами валков 4 на общем ленточном транспортере для дальнейшей раскатки тестовой ленты и формовочной машины 5

Тесто замешивают в машине периодического действия, после чего его оставляют на брожение. После брожения тесто пропускают через натирочную машину, затем выдерживают в течение 15...20 мин.

Тесто разделяют на специальной жгуторезальной формовочной машине, где между двумя рифлеными валками тесто разрезается на тонкие жгуты диаметром 6...8 мм, которые затем режутся по длине на отрезки длиной  $(270 \pm 15)$  мм и укладываются на желобчатые листы размерами 1380×800 мм.

Для окончательной расстойки тестовых заготовок в линии предусмотрен шкаф с вертикальным конвейером 9, на люльки которого листы загружаются механически. Сформованные тестовые заготовки перед выпечкой подвергаются гигротермической обработке. Продолжительность расстойки тестовых заготовок 50 мин. Изделия выпекаются в течение 10...12 мин при температуре 200...250 °С.

Для выпечки изделий применяется туннельная печь 8 с ленточным подом и электрообогревом. После выпечки листы с готовыми изделиями поступают на замкнутый цепной конвейер 7 для охлаждения и упаковывания, а затем вновь подаются на загрузку к формовочной машине. Упаковывание изделий в целлофановые пакеты производится на автомате 6.

Линия для производства соломки (рис. 7.10) состоит из пресса 4 для формования жгутов теста, варочного агрегата 3, электрической печи 2 и щита управления 1. На раме пресса 4 смонтированы

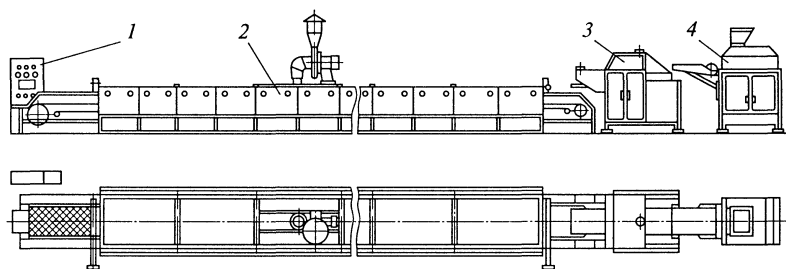


Рис. 7.10. Схема линии для производства соломки

электродвигатель с вариатором и червячным редуктором, бункер с двумя шнековыми камерами, заканчивающимися матрицей, через которую выдавливаются жгуты.

Тесто загружают в приемный бункер, откуда оно поступает в расположенные под ним камеры и через матрицу с отверстиями диаметром 6,2 мм в виде жгутов выдавливается на ленточный конвейер, который приводится в движение от электродвигателя варочного агрегата. Варочный агрегат 3 представляет собой ванну с сетчатым конвейером. На раме варочного агрегата смонтированы электродвигатель, узлы надрезки жгутов и посыпания их солью и ленточный конвейер.

Жгуты теста попадают на ленточный конвейер, проходящий через ванну с 2%-ным раствором соды, в течение 50 с провариваются при температуре 85... 89 °С и направляются к узлу надрезки. Затем заготовки длиной 280 мм посыпаются солью и по ленточному конвейеру поступают на сетчатый под электрической печи. При производстве сладкой соломки узел для посыпки отключают.

Электрическая печь 2 для выпечки соломки состоит из отдельных соединенных между собой изолированных секций с закрепленными в них электронагревателями, приводного и натяжного барабанов, сетчатого пода, узла очистки сетки, вытяжного воздуховода с вентилятором.

Электронагреватели смонтированы поперек движения жгутов над рабочей ветвью сетчатого пода и под ней. Верхние нагреватели расположены в фокусе отражателей, изготовленных из полированного алюминия. Число электронагревателей в секциях зависит от температуры в различных зонах печи. Печь условно разделена на три зоны, в которых поддерживается температура соответственно 210... 220, 220... 230 и 200... 220 °С.

Паровоздушная среда удаляется из пекарной камеры вентилятором, смонтированным между первой и второй зонами.

Жгуты теста из варочного агрегата попадают на сетчатый под печи, выпекаются и поступают на упаковывание.

### Контрольные вопросы

1. Какой ассортимент хлебных изделий целесообразно производить на комплексно-механизированных и автоматизированных линиях?
2. Какой набор оборудования составляет поточную линию?
3. Какие сорта хлебной продукции относятся к массовым?
4. В чем основное отличие линии производства батонов по ускоренной технологии?
5. За счет чего обеспечивается сочетание широкого ассортимента и высокой производительности в линии выработки мелкоштучных изделий?
6. Как организована работа печного агрегата в линии выработки сдобных сухарей?

## 7.2. ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Линии представляют собой комплекс унифицированного оборудования, установленного в порядке технологического процесса и соединенного между собой транспортными средствами. На предприятиях отрасли производство макаронных изделий осуществляется в основном на автоматизированных линиях, которые по своему назначению подразделяются на линии для производства длинных и коротких макаронных изделий.

**Линия ЛМГ для производства длинных макаронных изделий.** В состав линии входят (рис. 7.11) дозаторы муки и воды ЛМГ/1, шнековый пресс ЛПШ-1000, саморазвес, сушилki для предварительной и окончательной сушки, накопитель-стабилизатор, машина для съема и резки изделий с пневмотранспортером обрезков, механизм возврата бастунов, электрооборудование, система автоматического регулирования технологического процесса.

Мука и вода с помощью дозаторного устройства 13 непрерывно и равномерно дозируются в трехкамерную тестомесильную машину 14 пресса. В случае необходимости дополнительно вводят различные обогатители. В камерах тестомесильной машины происходят замес и вакуумирование теста, затем его формование с помощью шнека 15 через тубусные матрицы 12. Макароны пряжи 10, выходящие из матриц, разделяются с помощью обдувателя 11 саморазвеса 9 на два равных потока и свободно проходят в щель между подвижными и неподвижными отрезными ножами 8. После того как пряжи макарон опустятся ниже бастунов на 600...650 мм, они отрезаются ножами от основного потока, развешиваются одновременно на два бастуна 17, затем подравниваются подрезными 6 и подравнивающими 3 ножами. В это же время устанавливается цикл работы саморазвеса. При правильно выбранном цикле пряжи на бастуне имеют одинаковую длину, а количество сырых обрезков минимально.

Появляющиеся при резке обрезки макарон с помощью шнеков 4 по материалопроводу 5 сжатым воздухом направляются в первую камеру тестомесильной машины.

Из саморазвеса бастуны с изделиями передаются на нижний 2 ярус предварительной двухзонной трехъярусной сушилki 16. При входе в сушилку бастун нажимает своей массой на рычаг конечного выключателя, который включает привод сушилki и с помощью гребенок и цепных конвейеров перемещает его на один шаг. При поступлении следующего бастуна цикл вновь повторяется. Так бастуны с изделиями проходят все три яруса сушилki. С верхнего яруса 18 предварительной сушилki бастуны с изделиями направляются на первый (верхний) ярус 20 сушилki 19 для окончательной сушки, где изделия на бастунах проходят пять ярусов, при этом на каждом ярусе чередуются четыре зоны сушки и отво-

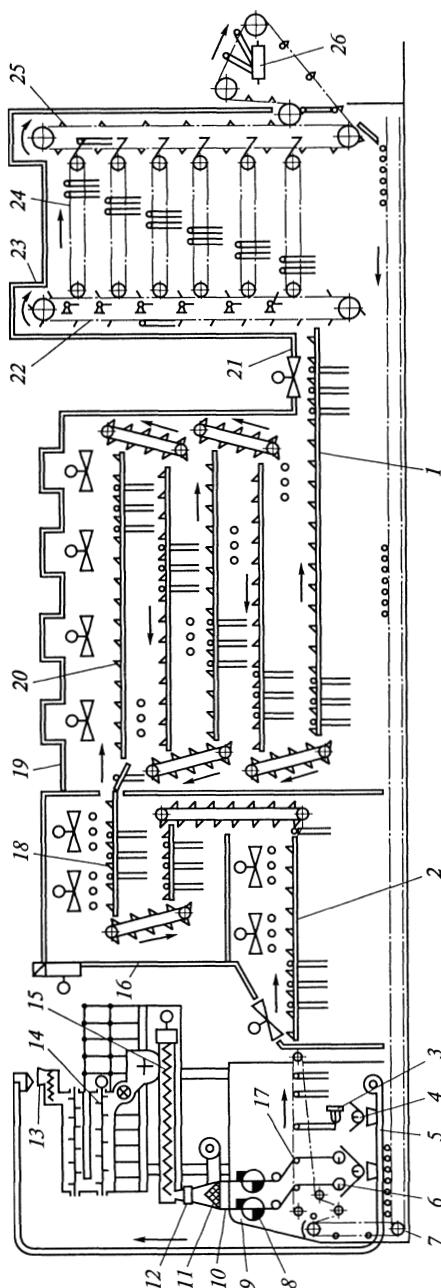


Рис. 7.11. Схема линии для производства длинных макаронных изделий с сушкой на бастунах

лаживания. Длительность нахождения изделий в сушилке для предварительной сушки составляет 15%, для окончательной — 85% общей продолжительности сушки макаронных изделий.

С пятого (нижнего) яруса 1 сушилки для окончательной сушки бастуны с изделиями через промежуточную зону 21 передаются на ярусы 24 накопителя-стабилизатора 23.

Для этого механизмом управления накопителя выбирается незагруженный ярус для приема бастунов и включается привод выбранного яруса.

Бастуны из цепного подъемника 22 один за другим поступают на незагруженный ярус и при движении нажимают своим весом на конечный выключатель, который включает электродвигатель привода этого яруса. Электродвигатель работает до тех пор, пока первый бастун не сойдет с рычага конечного выключателя. Затем поступает второй бастун и так же подобно первому включает электродвигатель и т.д. Заполнение яруса определяют по сигналу звонка. По сигналу звонка оператор производит переключение на заполнение следующего яруса.

В конце яруса бастуны, передвигаясь вдоль направляющих, попадают на скос и, падая, нажимают на рычаги конечных выключателей. Конечные выключатели срабатывают, включая привод опускного устройства. Конвейер 25 опускного устройства доставляет бастуны к приемному устройству машины 26 для съема и резки. Бастун, сходя с конвейера на приемное устройство, нажимает на рычаги конечных выключателей, которые включают привод машины съема и резки. Бастун подхватывается конвейером съема, освобождается от пряжей и цепным конвейером направляется на конвейер возврата 7 бастунов.

Механизм возврата бастунов состоит из цепного конвейера длиной 66 000 м, привода и механизма натяжения цепей. Конвейер расположен вдоль основания линии и представляет собой два параллельных цепных контура, на которых через 12 звеньев цепи с обеих сторон на осях закреплены по два ролика. Внутренние ролики диаметром 20 мм вместе с цепью передвигаются по направляющим специального профиля, в верхней части которого внизу уложен синтетический шнур круглого сечения. Верхняя часть шнура выступает над поверхностью направляющей на 1...1,5 мм, так что бастуны своими цапфами опираются на него. Наружные ролики диаметром 36 мм выступают над шнуром на 2...3 мм. При движении цепи наружные ролики упираются в цапфы бастунов и перемещают его по направляющей поверхности шнура до тех пор, пока он не упрется в предыдущей бастун. Когда бастуны подходят к саморазвесу, вертикальный конвейер подъема бастунов снимает их с цепного конвейера возврата и подает в накопитель саморазвеса.

Конвейер приводится в движение (скорость 0,033 м/с) от индивидуального привода, установленного перед саморазвесом. Ме-

ханизм натяжения цепей смонтирован в противоположном от узла сьема конце линии.

**Линия для производства коротких макаронных изделий с конвейерными сушилками.** В состав автоматизированной линии фирмы «АКОР» (Россия) (рис. 7.12) входят система подачи муки, пресс, виброподсушиватель, три ковшовых элеватора, блок сушильных камер (БСК), совмещающий две зоны для предварительной и окончательной сушки, охладитель, накопитель-стабилизатор и система автоматического регулирования режима сушки.

Мука через циклон-разгрузитель 8, вода и при необходимости различные обогатительные добавки с помощью дозаторов непрерывно и равномерно дозируются в двухкамерную тестомесильную машину 9 пресса, где происходят замес и вакуумирование теста. Замешенное тесто двумя прессующими шнеками 7 подается в прессующие головки. Ножи 4, вращаясь по плоскости матрицы 6, отрезают от общего тестового потока необходимые по длине (форме) изделия, которые затем обдуваются воздушным потоком от центробежного вентилятора 5. Сырые макаронные изделия потоком направляются в вибрационный подсушиватель 3, где продукт проходит сверху вниз по пяти вибрирующим ситам 2, обдувается с помощью осевых вентиляторов 1 и подсушивается. Изделия из виброподсушивателя с помощью первого (кольцевого ковшового) элеватора 10 с опрокидывающим устройством 20 транспортируются к распределительному устройству (вибораскладчику) 11, который равномерным по толщине слоем распределяет продукт по всей площади верхнего яруса 12 сушилки 13 для предварительной сушки.

В первой зоне БСК продукт за 45...55 мин проходит сверху вниз пять ленточных конвейеров, высушивается и теряет 6...7% влаги. Далее изделия перемещаются вниз по девяти конвейерам БСК во вторую зону для окончательной сушки, где они за 4...5 ч высыхают до стандартной влажности. Затем, чтобы достичь стандартной температуры, изделия в течение 4...5 мин обдуваются осевыми вентиляторами 1 на вибросите 14 охладителя 15. С помощью второго (Z-образного) элеватора 16 высушенные макаронные изделия направляются в бункеры 17 накопителя-стабилизатора. Сюда же поступает продукция, произведенная в течение одной, двух смен. Фасовка изделий осуществляется в дневную смену, для этого продукт из бункеров с помощью ленточного конвейера 18 и третьего элеватора 19 направляется к фасовочным автоматам.

**Линия для производства коротких макаронных изделий с барабанными сушилками.** В состав автоматизированной линии (рис. 7.13) входят дозаторы для муки и воды, пресс, вибрационный подсушиватель, четыре последовательно установленные барабанные сушилки, вибрационный охладитель.

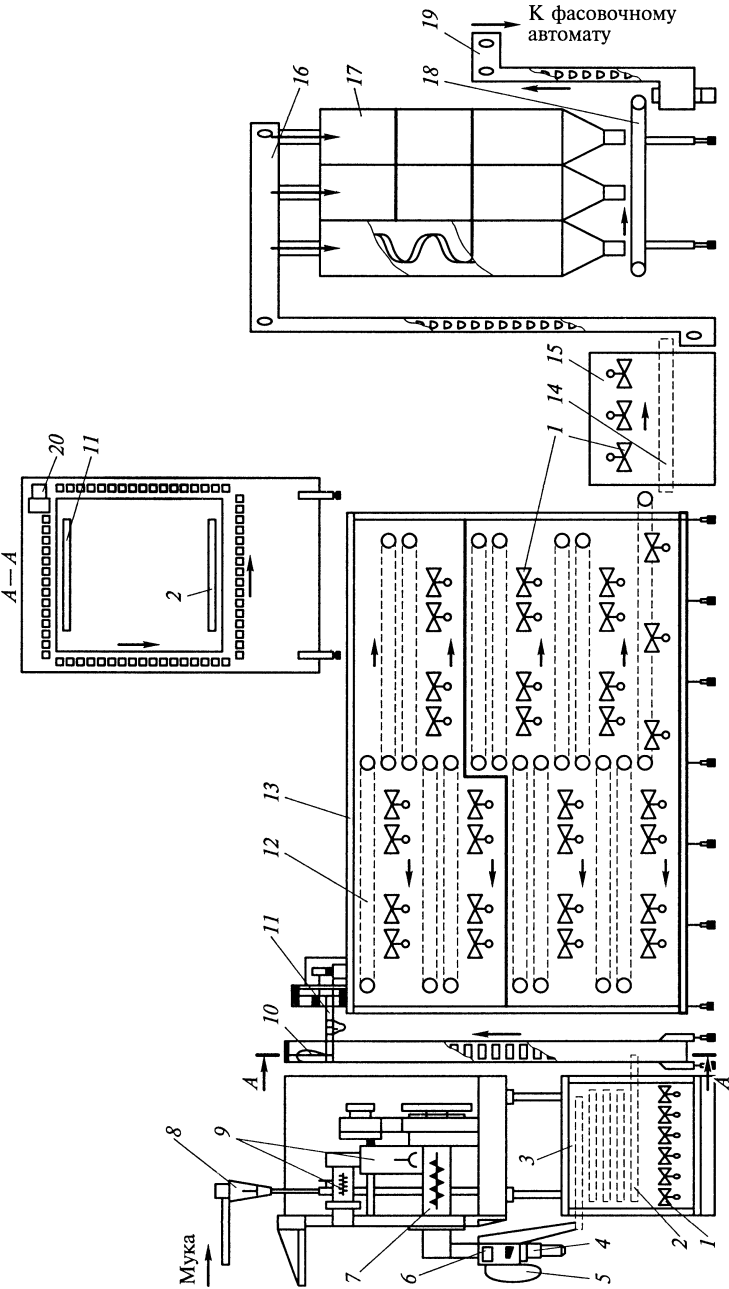


Рис. 7.12. Схема линии для производства коротких изделий с конвейерными сушилками

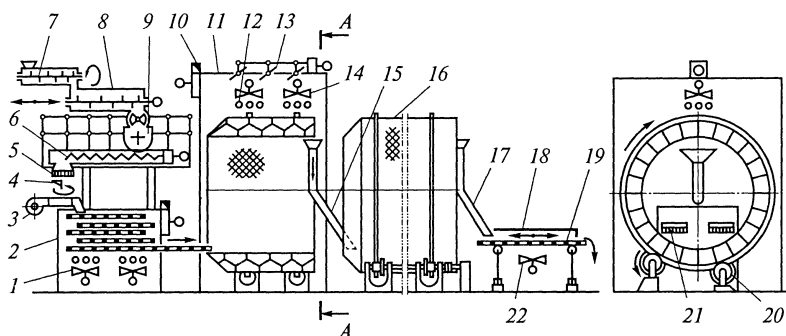


Рис. 7.13. Схема линии для производства коротких макаронных изделий с барабанными сушилками

Пресс имеет предварительную тестомесильную машину 7 с интенсивным смешиванием компонентов в поле центробежных сил, создаваемом месильным валом с лопастями при частоте вращения  $530 \text{ мин}^{-1}$ , тестомесильную машину с двумя последовательно установленными камерами 8 и 9 для окончательного замеса теста. Отличительная особенность этой тестомесильной машины — сложное движение месильных валов, которые помимо осевого вращения с частотой  $60 \text{ мин}^{-1}$  осуществляют возвратно-поступательные движения вдоль первой камеры с частотой хода 12 с и амплитудой 60 мм. Этим достигаются лучшая проработка теста и непрерывная очистка лопатками внутренней поверхности первой камеры от налипающего теста. Вакуумная обработка теста проводится во второй камере, из которой с помощью двух шнеков 6 оно направляется к формующим матрицам 5.

Отформованная продукция нарезается с помощью вращающихся ножей 4, обдувается воздушным потоком от центробежных вентиляторов 3 и двумя потоками направляется в вибрационный подсушиватель 2, в котором проходит последовательно сверху вниз пять вибрирующих сит, при этом интенсивно обдуваясь осевыми вентиляторами 1.

Предварительно подсушенные изделия по двум вибрирующим лоткам поступают в первый сушильный барабан. Для этого в обшивке торцевой части сушильного туннеля предусмотрено два загрузочных окна 21 размерами  $300 \times 400 \text{ мм}$ . Вибрирующие лотки установлены на гибких вертикальных опорах на полу помещения.

Для обеспечения необходимых технологических режимов сушильного процесса все четыре последовательно установленных барабана закрыты теплоизолирующими панелями 11. Между верхним перекрытием и барабанными сушилками 16 расположены осевые вентиляторы 14 и батареи калориферов 12. На каждую сушилку приходится шесть осевых вентиляторов мощностью  $1,1 \text{ кВт}$

каждый и по одному центробежному отсасывающему вентилятору 10 мощностью 0,37 кВт.

Поступление в сушилку свежего воздуха и выброс отработанного регулируются автоматически в заранее заданных соотношениях. Для этого в верхнем перекрытии над каждой сушилкой имеется по три отверстия для поступления свежего воздуха, каждое из которых перекрывается шиберами 13 при помощи системы тяг и редуктора.

Для исключения охлаждения изделий в момент их перегрузки в торцевых частях барабанов в местах выгрузки продукта установлены змеевики, по которым циркулирует горячая вода, а под каждым лотком 15 — обогреватели. Каждый сушильный барабан установлен на четырех роликах 20, обеспечивающих его вращение с различной частотой. При этом частота вращения барабанов устанавливается в зависимости от продолжительности сушки продукта.

Высушенные изделия из последнего барабана по лотку 17 направляются в вибрационный охладитель 18, который имеет горизонтально установленный перфорированный лоток 19. В процессе движения изделий по вибрирующей поверхности лотка они обдуваются воздухом цеха от осевого вентилятора 22. Охлажденные изделия различными транспортными устройствами направляются в бункеры-накопители или к фасовочным автоматам.

**Безопасные приемы работы на поточных линиях.** Каждая из поточных линий представляет собой комплекс машин, требующих высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Обслуживать линию разрешено лицам, прошедшим соответствующее обучение и сдавшим экзамен с обязательной отметкой в журнале по технике безопасности.

На работающих машинах линии запрещается проводить ремонт и смазку, снимать ограждения, кожухи и другие детали, касаться движущихся частей. Чистку, ремонт, профилактический осмотр механизмов линий проводят только при их полной остановке. При этом на пусковых приборах вывешиваются предупреждающие надписи: «Не включать, работают люди!».

Перед пуском каждой машины линии необходимо убедиться, что не производятся ремонт, смазка машины и отсутствуют посторонние предметы.

В целях предупреждения аварии от превышения давления прессования прессующий корпус пресса имеет автоматическую блокировку с приводом прессующего шнека. При остановке прессующего шнека подается звуковой сигнал. В случае выхода из строя блокировки в прессующем корпусе предусмотрена специальная пробка с предохранительным штифтом, рассчитанная на срабатывание при давлении более 16 МПа.

Блокировку крышек тестомесильных машин необходимо содержать в исправном состоянии. Площадка и лестница на прессе

должны быть чистыми и исправными. Запрещено производить зачистку пресса на ходу и открывать крышки тестомесительных машин. Механизмы линий должны иметь защитные ограждения. Заправлять сырые изделия в механизм саморазвеса можно только при полной остановке машины. Запрещается заправка тестовой ленты в калибрующие валки штампмашины при ее работе. Не разрешается очищать от обрезков тестовой ленты измельчитель пневмотранспортера во время работы штампмашины.

Соединения обшивки камер линии должны обеспечивать необходимую герметизацию, предотвращающую выброс пара, горячего воздуха и пыли в помещение. При общем выключении тока в цехе выключают пусковые приборы на всех участках линии. Все пусковые приборы должны быть закрыты кожухами; электродвигатели и кожухи заземлены. Вентиляторы должны иметь сетчатые ограждения, ограничивающие доступы к вращающимся крыльчаткам.

Рабочие, обслуживающие линию, должны быть одеты в костюмы, обеспечивающие безопасную работу на машинах линии.

Техника безопасности на линиях также может быть обеспечена при условии бесперебойной работы и синхронного взаимодействия отдельных машин и установок линии.

### Контрольные вопросы

1. Какое оборудование входит в линию ЛМГ?
2. Какой элемент поточной линии является носителем длинной пряди макарон?
3. Какое оборудование входит в линию производства коротких макаронных изделий?
4. Чем отличается тестосмеситель в линии для коротких макаронных изделий с барабанными сушилками от тестосмесителя линии ЛМГ?

## 7.3. ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

На кондитерских фабриках кондитерские изделия производят на поточно-механизированных линиях, где в одном синхронном потоке выполняются все необходимые операции.

**Схема производства завернутой карамели с фруктово-ягодной начинкой.** Технологический процесс приготовления карамели состоит из следующих стадий: приготовление сиропа; приготовление карамельной массы; охлаждение и обработка карамельной массы; приготовление карамельных начинок; формование карамели; охлаждение карамели; завертывание или отделка поверхности карамели; упаковывание.

На рис. 7.14 приведена схема производства завернутой карамели с фруктовой начинкой. Линия работает следующим образом. По программе вода, патока, инвертный сироп по трубе 1 и сахар-

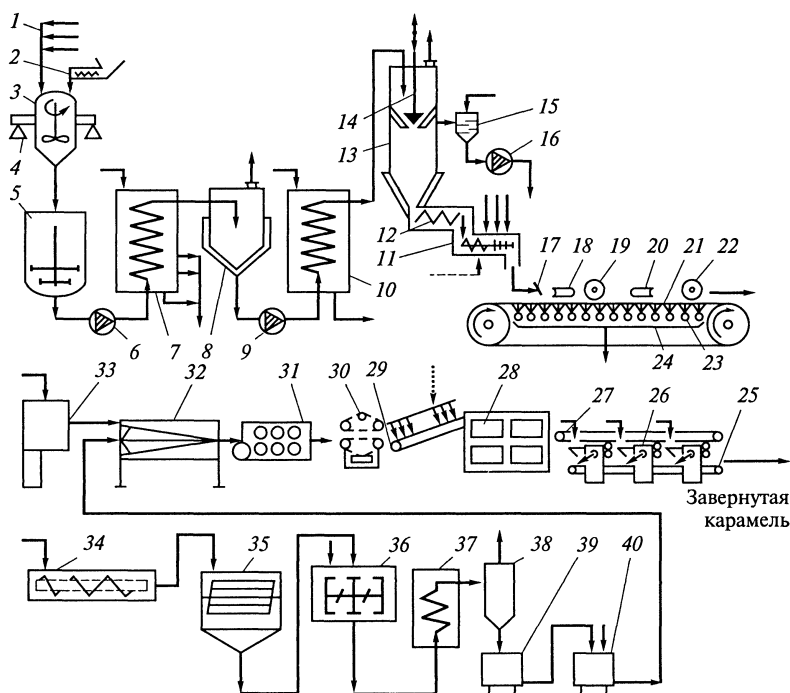


Рис. 7.14. Схема производства завернутой карамели с фруктовой начинкой

песок из питателя 2 последовательно загружаются в весовой дозатор 3, установленный на весовой платформе 4. Образовавшаяся сахарная каша периодически перегружается в промежуточный сборник-накопитель 5 с двойной лопастной мешалкой, откуда насосом-дозатором 6 непрерывно подается в змеевиковый теплообменный аппарат 7. Греющий пар поступает внутрь аппарата 7 через верхнюю крышку, отдает теплоту движущемуся внутри змеевика продукту и, сконденсировавшись, выводится через нижнюю крышку или боковую поверхность.

Влага, содержащаяся в рецептурной смеси, движущейся внутри змеевика, нагревается до  $100^{\circ}\text{C}$  и кристаллы сахара-песка растворяются. Образовавшийся сироп собирается в обогреваемой емкости 8. Выделившееся незначительное количество вторичного пара отсасывается вентилятором через отверстие в крышке сборника 8.

Далее горячий сироп насосом 9 закачивается в варочный аппарат 10, где благодаря поступающему в аппарат греющему пару доводится до кипения.

Кипящая смесь, состоящая из уваренной карамельной массы и большого количества образовавшегося вторичного пара, с высокой скоростью вытекает из соединительной трубы в верхнюю часть вакуум-камеры 13. Вторичный пар частично отсасывается через патрубок в верхней крышке. Отверстие в коническом днище верхней части вакуум-камеры закрыто клапаном 14, который периодически открывается, и уваренная карамельная масса вместе с оставшейся частью вторичного пара перетекает в нижнюю емкость вакуум-камеры. Вторичный пар через патрубок в боковой поверхности отсасывается в конденсатор 15 и смешивается с холодной водой, а теплая вода откачивается вакуум-насосом 16. Теплая вода может быть использована для приготовления рецептурной смеси в весовом дозаторе 3.

Из вакуум-камеры 13 карамельная масса непрерывно отводится шнеком 12, который, будучи ею заполнен, является гидравлическим затвором, препятствующим проникновению воздуха в вакуум-камеру.

Перетекая в смеситель 11, карамельная масса смешивается с ароматическими, вкусовыми и красящими веществами. В случае необходимости снизу в смеситель подводят сжатый воздух, благодаря чему отпадает потребность в тянущей машине.

Из смесителя 11 карамельная масса температурой 120...140 °С вытекает на металлическую ленту конвейера 21. Лента с внутренней поверхности омывается из форсунок 23 охлаждающей водой, которая затем собирается в поддоне 24 и отводится в охлаждающую систему для повторного использования.

Направляющая планка 17 регулирует толщину карамельного пласта; отклоняющие вогнутые скребки 18 и 20 переворачивают охлаждающий пласт, а валики 19 и 22 прижимают его к металлической ленте и уменьшают его толщину. Карамельная масса температурой 90...95 °С поступает в тянущую машину 33 для насыщения воздухом, если это не было сделано ранее.

Карамельная тянутая масса непрерывно подается ленточным конвейером в карамелеобкаточную машину 32. Начинконаполнитель нагнетает начинку по гибкому шлангу и трубе внутрь карамельного батона. По мере обкатывания карамельный батон превращается в жгут.

Выходящий из карамелеобкаточной машины карамельный жгут с начинкой проходит через жгутовывтягивающую машину 31, которая калибрует его до нужного диаметра. Откалиброванный карамельный жгут непрерывно поступает в карамелеформирующую машину 30, которая формирует и разделяет его на отдельные изделия соответствующей формы с рисунком на поверхности.

Отформованная карамель температурой 60...65 °С непрерывной цепочкой с тонкими перемычками поступает на узкий ленточный охлаждающий конвейер 29, на котором происходит охлажде-

ние поверхности карамели (образование корочки) и который подает ее в охлаждающий шкаф 28. На узкий охлаждающий конвейер и в шкаф вентилятором по воздуховодам непрерывно подается охлаждающий воздух температурой 8... 10 °С.

Воздух для охлаждающих аппаратов готовят в специальных кондиционерах, в которых регулируется не только его температура, но и относительная влажность.

На охлаждающем конвейере и в шкафу карамельная цепочка разбивается на отдельные изделия и охлаждается до температуры 40... 45 °С. Продолжительность охлаждения около 4 мин, расход охлаждающего воздуха до 8000 м<sup>3</sup>/ч. Охлажденная карамель из шкафа поступает на распределительный конвейер 27, вдоль которого установлены карамелезаверточные машины 26. Под распределительным конвейером расположен ленточный конвейер 25 для сбора завернутой продукции.

Карамель, двигаясь по распределительному конвейеру, подается по наклонным желобам с регулируемыми затворами в автоматические питатели заверточных машин. Завернутая карамель подается на весы, где ее взвешивают и упаковывают в картонные ящики, которые затем закрывают и оклеивают.

Начинку, которой заполняется карамельный жгут, готовят следующим образом. Пульпа подается в десульфитатор 34. Здесь она размешивается и пропаривается, из нее удаляется сернистый газ — оксид серы (IV). Затем пульпа передается в протирачную машину 35.

Протертая плодовая мякоть (пюре) подается в смеситель 36. В этот же смеситель подается сироп. Полученная рецептурная смесь с содержанием влаги 42 % подается в змеевиковый варочный аппарат (колонка непрерывного действия) 37, где уваривается до содержания влаги 16... 30 %. Из пароотделителя 38 вторичный пар отсасывается вентилятором или при уваривании под вакуумом поступает в конденсатор. Уваренная начинка стекает в темперирующий сборник 39, где охлаждается до температуры, которая примерно на 10 °С ниже температуры карамельной массы в карамелеобкаточной машине.

После охлаждения начинка насосом перекачивается в промежуточный сборник 40, где смешивается с ароматизатором и подается по мере необходимости в начинконаполнитель карамелеобкаточной машины 32.

**Схема производства отливных глазированных конфет с автоматическим завертыванием.** По данной схеме производятся отливные глазированные конфеты с помадными, помадно-молочными, фруктово-желейными и другими корпусами.

Линия (рис. 7.15) предназначена для выполнения следующих технологических процессов: приготовления различных конфетных масс, формования корпусов конфет отливкой в крахмал, уско-

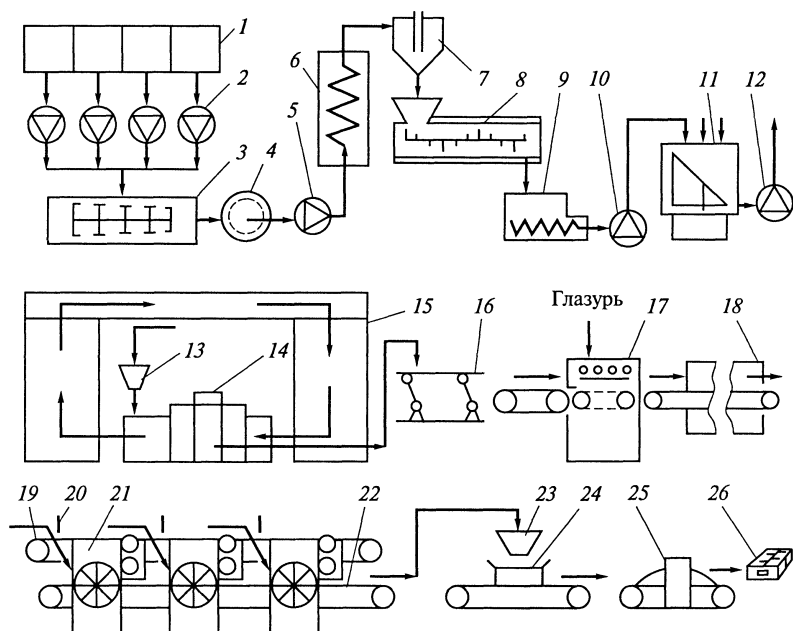


Рис. 7.15. Схема линии для производства отливных глазированных конфет с автоматическим завертыванием

ренной выстойки отлитых корпусов конфет в потоке, очистки их от крахмала, глазирования шоколадной или жировой глазурью, завертывания и транспортирования глазированных конфет в потоке, взвешивания и упаковывания их в торговую тару. При этом процессы взвешивания, завертывания и упаковывания изделий в торговую тару автоматизированы, остальные механизированы.

Линия включает в себя технологический комплекс для приготовления конфетных масс, отливочный полуавтомат с установкой ускоренной выстойки корпусов, агрегаты глазировочный, автоматического завертывания и упаковывания конфет.

Компоненты, необходимые для приготовления различных конфетных масс (сироп, патока, сгущенное молоко, фруктово-ягодное пюре), подаются по трубопроводам в расходные баки 1. Плунжерные насосы-дозаторы 2 перекачивают компоненты в секционный смеситель 3. Смесь компонентов в виде сиропа из смесителя, пройдя сквозь фильтр 4, плунжерным насосом 5 подается на уваривание в змеевиковый варочный аппарат (колонку) 6. Здесь сироп уваривается до содержания влаги 8... 12%.

При приготовлении помадных и других подвергающихся взбиванию масс сироп после уваривания поступает через пароотдели-

тель 7 в помадовзбивальную машину 8, из которой взбитая масса направляется в промежуточный сборник 9, а затем насосом 10 перекачивается в рецептурные темперирующие машины 11 с мешалкой. Здесь массу нагревают до 68...75 °С и вводят в нее предусмотренные рецептурой вкусовые, красящие и ароматические добавки. Затем масса насосом 12 перекачивается в приемную воронку 13 конфетоотливочной машины 14.

Конфетоотливочная машина объединена в единый агрегат с установкой 15 для непрерывной ускоренной выстойки отлитых корпусов конфет и связана с ней промежуточными цепными транспортерами. В конфетоотливочной машине выполняются следующие операции: заполнение лотков кукурузным крахмалом, выштамповывание в нем ячеек, соответствующих по форме корпусам конфет, отливка конфетной массы в ячейки при помощи расположенной под воронкой системы дозирующих поршневых насосов, а также очистка корпусов конфет от крахмала после выстойки.

Лотки с отлитыми корпусами конфет с помощью промежуточного цепного конвейера направляются в установку ускоренной выстойки 15, в которой в течение 38 мин корпуса конфет находятся в потоке охлажденного до 6...10 °С воздуха. Сначала они поднимаются по одной вертикальной шахте вверх, а затем по другой опускаются вниз (см. на рис. 7.15 направление движения, указанное стрелками) и по окончании цикла выстойки возвращаются с затвердевшими корпусами в загрузочную часть отливочной машины. Здесь корпуса конфет очищаются от крахмала системой сит и щеток.

Очищенные от крахмала корпуса конфет по отводному конвейеру поступают на саморасклад 16 глазировочной машины. На глазирование поступают корпуса конфет температурой до 22...25 °С.

Неглазированные сорта конфет поступают на завертывание, минуя глазировочный агрегат.

В процессе прохождение через глазировочную машину 17 корпуса конфет покрываются слоем шоколадной глазури, которая застывает при следующем прохождении конфет через охлаждающую камеру 18 агрегата, где поддерживается режим охлаждения воздухом в пределах 8...10 °С. С конвейера охлаждающей камеры глазированные конфеты переходят на ленту промежуточного конвейера 19. С помощью поворотных устройств 20 конфеты поступают в ленточные питатели конфетозаверточных машин 21.

Завернутые конфеты отводятся от заверточных машин поперечными конвейерами на горизонтальный конвейер готовой продукции 22. Затем конфеты направляются на автоматические весы 23 и далее на упаковку в гофрированные короба 24. Заклеивание клапанов коробов 26 и оклеивание их бандеролью осуществляются на установленной в конце линии оклеивающей машине 25.

В результате внедрения таких линий обеспечивается комплексная механизация процесса производства конфет; уменьшается длительность технологического цикла в 7... 10 раз благодаря ускоренной выстойке корпусов конфет и автоматическому завертыванию в потоке; сокращаются потребности в производственных площадях в 1,5... 2 раза; увеличивается производительность труда в 1,5 раза; резко сокращаются потери основного сырья, возвратных отходов, расхода прокладочной бумаги, формовочного крахмала; значительно уменьшается (более чем в 10 раз) количество лотков; полностью ликвидируется промежуточная тара; улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, так как работа на линии осуществляется без применения ручного труда.

**Схема производства литого ириса.** Линия предназначена для производства завернутого ириса типа «Золотой ключик», «Молочный» и т. п. В состав линии (рис. 7.16) входят технологические комплексы приготовления молочного-сахарных сиропов для ириса, уваривания сиропа, охлаждающая машина, передающие конвейеры, четыре обкаточно-калибрующие машины КРМ-2 и четыре ирисозаверточные машины.

На линии осуществляются процессы механизированного приготовления рецептурной смеси и ее уваривания, охлаждения ирис-

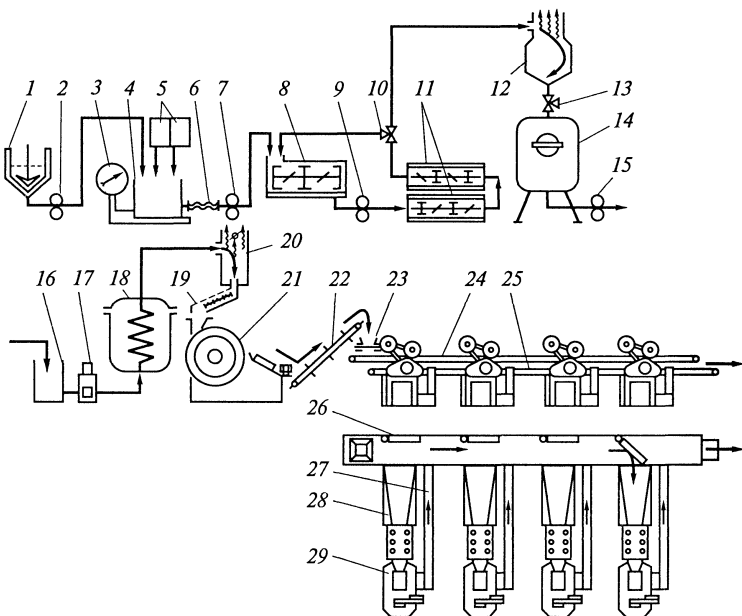


Рис. 7.16. Схема линии для производства литого ириса

ной массы, деления ее на порции, формование, завертывание и охлаждение ириса.

В состав рецептуры литого ириса входят жир, сахаропаточный сироп и сгущенное молоко. Жир растапливается в аппарате 1, снабженном рубашкой для обогрева паром или горячей водой, решеткой и мешалкой, предотвращающей расслаивание жира. Расплавленный жир насосом 2 перекачивается в сборник 4, установленный на циферблатных платформенных весах 3. В этот же сборник из бачков 5 поступают сгущенное молоко и сироп.

Дозирование всех компонентов ведется автоматически по заданной программе в следующей последовательности: жир, сгущенное молоко, сироп. Команда дозаторам и насосу подается от весов, которые в определенной последовательности включают их в работу.

При достижении необходимой массы (окончание подачи сахаропаточного сиропа) одновременно отключается подача сиропа в сборник 4 и включается насос 7, соединенный со сборником гибким шлангом 6, что обеспечивает свободу вертикальному перемещению сборника 4 при заполнении компонентами в момент взвешивания.

Насос 7 подает рецептурную смесь из сборника 4 в смеситель 8 с паровой рубашкой, где обеспечивается необходимая однородность смеси.

Из смесителя смесь подается насосом 9 в двухкамерный теплообменник 11 с паровым обогревом, где доводится до кипения. Перед подачей смеси необходимо прогреть теплообменник. Для этого на трубопроводе устанавливается трехходовой кран 10, который позволяет многократно перепускать рецептурную смесь из верхней камеры теплообменника 11 в смеситель 8 до тех пор, пока ее температура не достигнет 105... 108 °С. После прогревания теплообменника процесс уваривания сиропа протекает непрерывно без возврата его в смеситель. В процессе прогревания в теплообменнике происходит томление входящего в смесь молока.

Пройдя теплообменник, кипящая рецептурная смесь по трубопроводу поступает в пароотделитель 12. Подваренный сироп с содержанием влаги 15... 16 % стекает в нижнюю часть пароотделителя и через трехходовой кран 13 поступает в накопительный сборник 14.

На трубопроводе подачи рецептурной смеси в пароотделитель установлен датчик температуры, благодаря которому в любой момент можно определить содержание сухих веществ в смеси, с которым температура кипения связана определенной экспериментальной зависимостью. На накопительном сборнике 14 установлены датчики верхнего и нижнего уровней, которые предназначены для управления процессом подваривания сиропа. При достижении сиропом в сборнике верхнего уровня уменьшается подача пара

и сиропа в теплообменник 11. При достижении нижнего уровня подача сиропа и пара увеличивается.

Сироп из накопительного сборника 14 насосом 15 перекачивается в расходный сборник 16, из которого плунжерным насосом-дозатором 17 подается на уваривание в змеевиковую варочную колонку 18, которая является греющей частью унифицированного вакуум-аппарата 33-А-10. Двигаясь внутри змеевика, обогреваемого снаружи паром, сироп нагревается до температуры 115...118 °С. При этом значительная часть влаги переходит в парообразное состояние, а в образовавшейся ирисной массе остается 4...6 % влаги. Пар отделяется в пароотделителе 20, а затем отсасывается вентилятором, а уваренная масса поступает в качающуюся трубу 19, внутри которой расположен лопастный вал. Труба имеет отверстия, через которые в массу вводятся вкусовые добавки (эссенция и при необходимости кислота).

Горячая ирисная масса стекает из трубы 19 в воронку однобарабанной охлаждающей машины 21. Благодаря колебаниям трубы 19 масса равномерно распределяется по длине воронки и в виде ленты одинаковой толщины перемещается и охлаждается до температуры 80 °С на вращающемся барабане. Затем с помощью подвертывателей масса складывается в пласт шириной 200 мм. На выходе пласта из машины установлены проминальные вальцы, которые продвигают ирисный пласт с наклонной охлаждающей плиты машины на передаточный конвейер 22. После охлаждающей машины температура ирисной массы равна 45...48 °С. В конце конвейера 22 установлен нож 23. Ирисная масса разрезается на куски длиной 1400 мм и подается на раздаточный сетчатый конвейер 24. Конвейер поочередно с помощью четырех заслонок 26 направляет куски ирисной массы в обкаточные машины 28. Последняя заслонка установлена стационарно, перекрывая сетку конвейера. Порядок открытия и закрытия заслонок зависит от количества установленных обкаточных машин. Сигнал на открытие и закрытие заслонок подается с помощью конечного выключателя, установленного на конвейере 22.

В обкаточной машине 28 из бесформенного куска ирисной массы формируется конический батон, из вершины которого вытягивается и калибруется жгут, поступающий в ирисозаверточную машину 29. Завернутый ирис отводящим конвейером 27 из каждой машины транспортируется и собирается на сетчатом трехъярусном конвейере 25. Два нижних яруса конвейера обдуваются воздухом. Охлажденный и затвердевший ирис подается затем на взвешивание и упаковывание в картонные ящики.

**Схема производства шоколада и какао-порошка.** На кондитерских фабриках в соответствии с ассортиментом выпускаемых шоколадных изделий устанавливают поточные линии для производства шоколадных плиток, батончиков, конфет «Ассорти» и др. При

этом из части какао тертого отпрессовывается какао-масло, которое затем подается на линию производства шоколада. Из какао-жмыха получают какао-порошок, часть которого используется в кондитерском производстве, а часть фасуется и отправляется в торговую сеть.

Поскольку оба производства (шоколадных изделий и какао-порошка) используют одно и то же сырье — какао-бобы, то и изготавливают эти изделия, используя одно и то же оборудование. На рис. 7.17 представлена машинно-аппаратурная схема механизированной поточной линии производства шоколадных изделий и какао-порошка.

Какао-бобы из силосов или из мешков взвешивают на весах 9, а затем подают в очистительно-сортировочную машину 8, где они очищаются от механических примесей.

После очистки какао-бобы подаются конвейерами в шахтную сушилку 7, где они проходят термическую обработку в течение 45...60 мин при температуре 140...180 °С. При этом влажность какао-бобов уменьшается с 7 до 2%, оболочка какао-бобов становится хрупкой и легко отделяется от ядра. В процессе обжаривания в какао-бобах образуются вещества, определяющие вкус и аромат какао.

Сушилка кроме зоны обжаривания имеет зону охлаждения, где температура какао-бобов снижается до 35...40 °С. Обжаренные и охлажденные какао-бобы поступают в дробильно-сортировочную

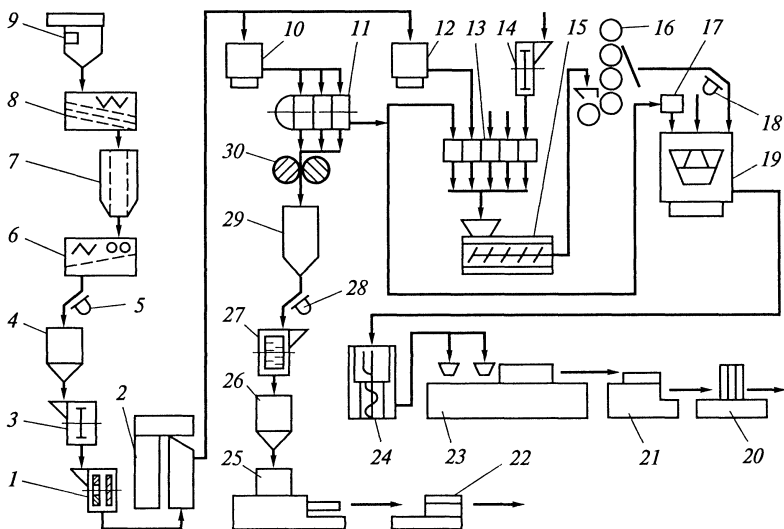


Рис. 7.17. Схема линии для производства шоколада и какао-порошка

машину 6, в которой они раздавливаются и разделяются на какао-крупку и оболочку, которая называется какаовеллой. Выход какао-крупки после дробления должен составлять не менее 87% обжаренных какао-бобов. Содержание какао-крупки в какаовелле не должно превышать 0,5%. Для отделения ферропримесей какао-крупка проходит через магнитный сепаратор 5.

Из дробильно-сортировочной машины какао-крупка пневматически подается в бункер 4, расположенный над размольным агрегатом, который состоит из молотковой дробилки 3, дисковой 1 и шариковой 2 мельниц.

При измельчении происходит разрыв клеток какао-бобов, из которых вытекает какао-масло. Полученная суспензия поступает в сборники 10 и 12 на две линии: для получения какао-масла и шоколада.

Какао-масло получают на гидропрессовой установке 11 путем прессования какао тертого. Прессование происходит при температуре 90...96 °С. Гидравлический пресс установки имеет 6...12 рабочих камер, расположенных последовательно. Каждая камера снабжена двумя фильтрующими элементами, что позволяет ускорить процесс отжатия какао-масла. Из пресса диски какао-жмыха направляются на предварительное грубое измельчение в жмыходробилку 30. Полученные гранулы жмыха поступают в бункер 29, где они охлаждаются до температуры цеха. После охлаждения гранулы жмыха проходят магнитоулавливатель 28, затем направляются в размольный агрегат 27. Полученный какао-порошок охлаждается, отделяется от воздуха, подается в расходный сборник 26 и упаковывается на фасовочной машине 25. Какао-порошок фасуется в картонные коробки, которые затем оклеиваются целлофаном в машине 22. Какао-масло из пресса подается в дозаторы 13, 17.

Какао тертое, которое было подано в сборник 12 на линию приготовления шоколада, сначала поступает в рецептурно-смесительный комплекс, который снабжен дозаторами 13 и смесителем 15. Кроме какао тертого дозаторы подают в смеситель какао-масло, сухое молоко (или сухие сливки), сахарную пудру и другие добавки. Так как сахарную пудру трудно транспортировать, сахар-песок измельчается в молотковой дробилке 14 непосредственно перед подачей на дозирование.

Полученная смесь конвейером направляется к пятивалковым мельницам 16. После вальцевания смесь проходит магнитоулавливатель 18 и подается в шоколадоотделочные машины (коншмашины) 19, в которых ее разводят какао-маслом, поступающим из дозатора 17. На этой же стадии в шоколадную массу добавляют разжижитель. Массу перемешивают в течение 15...20 мин при температуре 40...45 °С, а затем коншируют в течение 3...5 ч для обыкновенного шоколада и до 72 ч для десертных сортов шоколада (в этом случае температура обрабатываемой массы должна быть 60...70 °С).

Полученную шоколадную массу перед формованием из нее изделий темпируют на автоматической непрерывнодействующей машине 24. Температура готовой шоколадной массы после темпирования должна быть 30...31 °С.

Затем шоколадную массу отливают на автоматическом формирующем агрегате 23 в формы. Предварительно формы, подаваемые для отливки шоколада, нагревают до 33...35 °С.

Температура шоколада, освобожденного от форм, должна быть 12...15 °С. Готовый шоколад подают на упаковывание в заверточную машину 21. Упакованные изделия укладываются в гофрокороба, клапаны которых заклеиваются на машине 20.

В полученном шоколаде должно быть (%): сахара 55...65, какао тертого и какао-масла 20...45, влаги 1,2...5, клетчатки не более 3...4. Степень измельчения (по методу Реутова) 92...96 % частиц размером менее 30 мкм.

**Схема производства формового яблочного мармелада.** В состав линии (рис. 7.18) входят рецептурная и варочная станции, мармеладотливочная машина и сушилка. Пюре, предварительно протертое на протирочной машине через сито с диаметром ячеек 1,5 мм, подается насосом в смесители 1, которые служат для составления купажированного пюре в целях получения однородной массы пюре необходимой кислотности и желирующей способности.

Из смесителей пюре насосом 2 перекачивается в протирочную машину 3 для контрольной протирки через сито с отверстиями

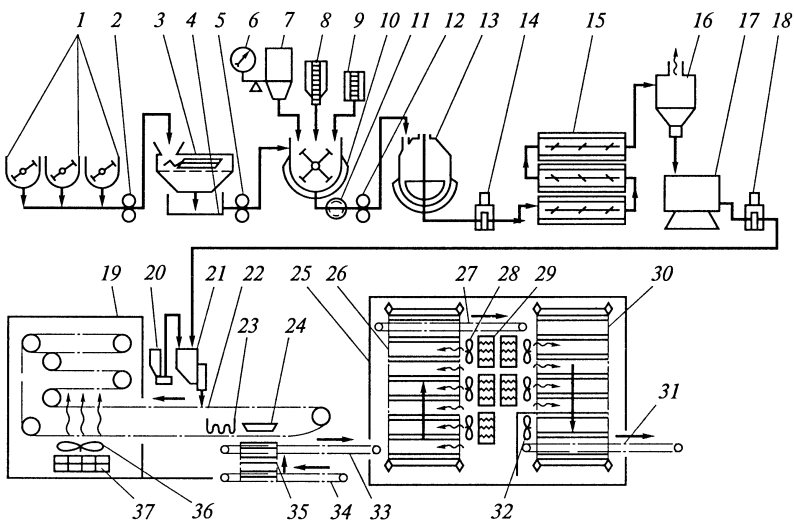


Рис. 7.18. Схема линии для производства формового яблочного мармелада

диаметром 0,8 мм. Протертое пюре по металлическому спуску поступает в приемный сборник 4 и далее шестеренным насосом 5 перекачивается в смеситель 10 для сахарояблочной смеси. Необходимое количество пюре определяется по уровню.

Смеситель снабжен горизонтальной механической мешалкой с П-образными лопастями, укрепленными на валу по винтовой линии. В смеситель 10 согласно рецептуре загружаются сахар, пюре, лактат натрия, патока и отходы. Сахар-песок перед загрузкой в смеситель просеивается, пропускается через магнитные уловители и ковшовым элеватором подается в бункер 7 автовесов 6. Патока подается из мерного бачка 8, а лактат натрия — из бачка 9.

Из смесителя сахарояблочная смесь шестеренным насосом 12 через фильтр 11 подается в варочный котел 13 с мешалкой, где доводится до кипения. Далее плунжерным насосом 14 смесь подается в непрерывнодействующий трехкамерный варочный аппарат 15 на безвакуумное уваривание. Из варочного аппарата уваренная масса поступает в пароотделитель 16. Конечная влажность мармеладной массы 30...32%, температура массы на выходе 106...107 °С.

Уваренная масса из пароотделителя 16 поступает в терперирующую машину 17, а оттуда плунжерным насосом-дозатором 18 — в отливочную головку 21 отливочной машины. В смеситель 20 добавляются эссенция, пищевой краситель и кислота. Смесителей всего четыре. Отливочная головка также разделена на четыре секции, что позволяет отливать мармелад четырех цветов.

В нижней части отливочной головки установлен дозирующе-отливочный механизм с 20 плунжерами.

Отливочная машина имеет цепной пластинчатый конвейер 22, в ячейки металлических пластин вмонтировано по четыре ряда форм, отштампованных из нержавеющей стали. Дозирующий механизм заливает массу в ячейки форм движущегося конвейера. Верхняя ветвь транспортера проходит после заливки форм через охлаждающую камеру 19 с вентилятором 36 и холодильной батареей 37, где происходят желирование и структурообразование мармеладной массы. Формы с конвейера переходят затем в нижнюю часть машины, нагреваются от змеевика 23 и подходят к механизму выборки 24 мармелада.

При нагревании форм поверхность изделий, соприкасающаяся с металлом, несколько оплавляется, в результате чего связь между изделиями и материалом форм ослабевает. Извлечение изделий из форм осуществляется пневматически. Для этого формы имеют общую полость, а дно каждой ячейки соединяется с ней несколькими отверстиями. На участке выборки к форме прижимается камера, в которую от компрессора в пульсирующем режиме подается сжатый воздух. Через общую полость и отверстия воздух давит в доньшки изделий и выталкивает их на лоток, установленный на конвейере 33.

Лотки вводятся в мармеладоотливочную машину конвейером 34, снимаются с него двумя полочными вертикальными конвейерами 35, поднимаются и устанавливаются на конвейере 33 под механизмом выборки 24.

Лотки с мармеладом конвейером 33 подаются в сушилку 25, которая предназначена для непрерывной сушки и охлаждения мармелада. Сушилка выполнена в виде сварного каркаса, теплоизолированного щитами, внутри которого смонтированы два замкнутых вертикальных полочных конвейера 26, служащих для подъема лотков, и два аналогичных конвейера 30 для их опускания. Вертикальные конвейеры связаны между собой верхним конвейером 27. Во время подъема вверх лотки обдуваются горячим воздухом, который подается вентиляторами 28. Нагревается воздух от паровых калориферов 29. Конвейер 27 снимает лотки с полок конвейеров 26 и устанавливает на полки конвейеров 30, которые опускают их вниз. Двигаясь вверх, мармелад обогревается горячим воздухом и высушивается.

Опускаясь на конвейере 30, перед выходом лотков из сушилки мармелад обдувается из вентилятора 32 воздухом температуры цеха и охлаждается.

Нижним конвейером 31 лотки с мармеладом выводятся из сушилки и поступают на укладку. Пустые лотки возвращаются на конвейер 34 к отливочному агрегату для загрузки.

Производительность линии составляет 290 кг/ч.

**Схема производства резной пастилы.** В производстве резной пастилы помимо основного сырья (фруктовых заготовок, сахара, патоки) используются агар в воздушно-сухом виде с содержанием влаги 15...28% или в виде 1%-ного водного студня, эссенция и красители. Пастила обычно выпускается белого или розового цвета.

Схема линии показана на рис. 7.19. Поступающие на фабрику бочки с консервированными дольками яблок (пульпой) после обмывки с помощью бочкоопрокидывателя 1 разгружают в дробилку 2, а затем измельченная пульпа из сборника 3 насосом 4 подается в варочный котел 5 с вертикальной мешалкой и вытяжной вентиляцией для удаления вторичного пара с выделяющимся в процессе десульфитации сернистым газом — оксидом серы (IV). Разгрузочный штуцер котла расположен над воронкой протирочной машины 6. Десульфитированное яблочное пюре из варочного котла 5 самотеком поступает в протирочную машину 6, откуда протертое пюре поступает в сборник 7, представляющий собой прямоугольную емкость с наклонным дном. Из сборника 7 пюре шестеренным насосом 8 перекачивается в цилиндрический мерный сборник 11, а из него самотеком поступает на автовесы 10, которые взвешивают определенную дозу и подают ее в смеситель для сахарояблочной смеси 9 с лопастной мешалкой.

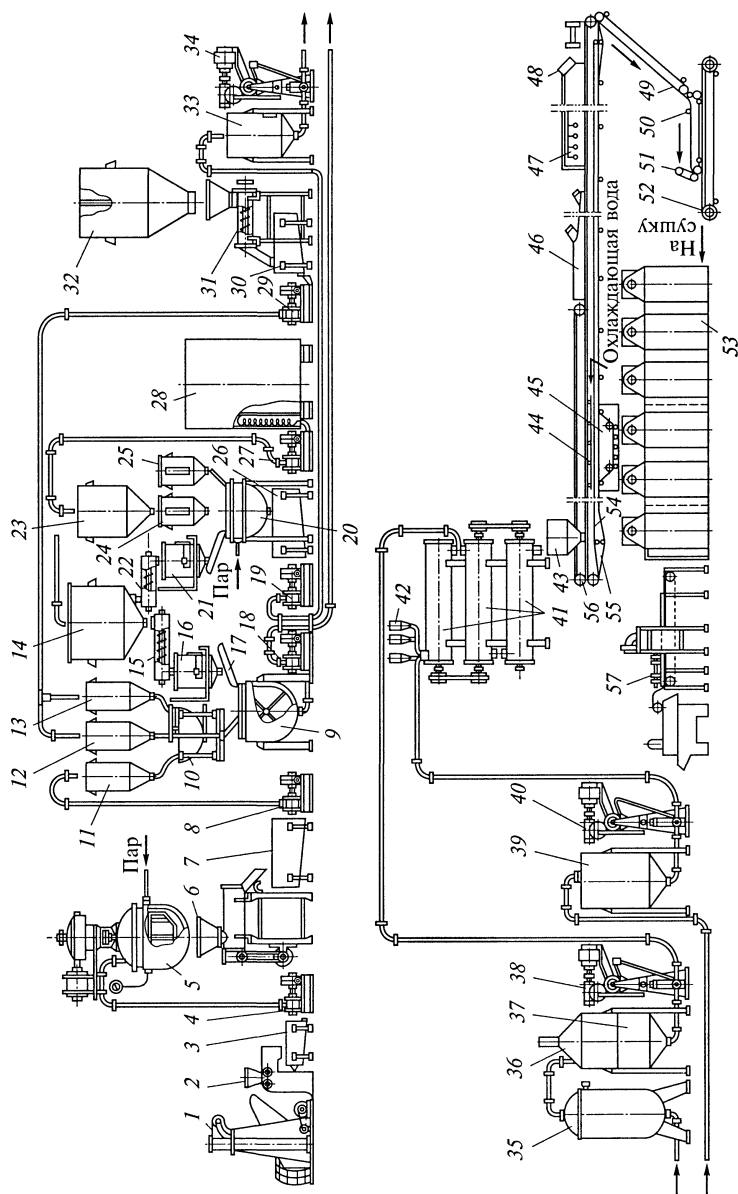


Рис. 7.19. Схема линии для производства резной пастиллы с безлукотковой разливкой и выстойкой

Сахар, предназначенный для сахарояблочной смеси, предварительно просеивают на вибросите. Просеянный сахар пневматически транспортируется в бункер 14, откуда шнеком 15 направляется на автовесы 16, взвешивается и поступает по лотку 17 в смеситель 9.

В тот же смеситель 9 подаются возвратные отходы, которые предварительно поступают в сборник 32, разделенный перегородкой на две части соответственно для розовой и белой пастилы. После протирки в машине 31 отходы из сборника 30 насосом 29 по трубопроводу поступают в один из сборников: для розовых отходов — в сборник 12, для белых отходов — в сборник 13. Затем отходы поступают на автовесы 10, где они взвешиваются и определенной дозой направляются в смеситель 9. Из смесителя смесь подается шестеренным насосом 18 в емкость 39. Подготовленная сахарояблочная смесь из этой емкости плунжерным насосом-дозатором 40 с регулируемым ходом плунжера перекачивается в первый корпус агрегата 41 для непрерывного взбивания пастильной массы.

Параллельно с приготовлением сахарояблочной смеси готовится сахаропаточно-агаровый сироп. Для этого в варочный аппарат 20 подаются определенные порции заранее замоченного агара, патоки, сахара и воды.

Патока поступает на фабрику в автоцистернах и сливается в сборник 28, снабженный паровым змеевиком, который обеспечивает подогрев необходимого количества патоки. Подогретая патока шестеренным насосом 27 перекачивается в сборник 23 с поплавковым устройством, откуда через мерник 24 в определенной пропорции дозируется в варочный аппарат 20.

Сахар подается из емкости 14 шнеком 22 на автовесы 21. Взвешенная порция сахара направляется в варочный аппарат 20. Одновременно из мерника 25 в варочный аппарат 20 поступает вода.

Смесь агара, сахара, патоки и воды перемешивается и уваривается до однородной массы, затем через фильтрующий сборник 26 насосом 19 подается в сборник 33, а оттуда насосом-дозатором 34 в варочный аппарат 35 на уваривание. В качестве варочного аппарата используется греющая часть змеевикового аппарата. Из аппарата уваренный сироп поступает в пароотделитель 36, который представляет собой цилиндрическую емкость с решеткой внутри. Уваренный сироп, ударяясь об эту решетку, выделяет вторичный пар, отсасываемый вентилятором, а затем частично охлажденный сироп сливается в сборник 37, откуда перекачивается плунжерным насосом-дозатором 38 во второй корпус агрегата 41 для непрерывного взбивания пастилы.

Кроме сахарояблочной смеси, сахаропаточно-агарового сиропа в агрегат дозаторами 42 вводятся белок, эссенция, кислота и пищевой краситель.

Готовая пастильная масса из взбивального агрегата 41 заполняет бункер 43 разливочной головки агрегата безлотковой разливки, которая наносит массу равномерным слоем на клеенчатую ленту 55, находящуюся на несущей стальной ленте 54. Для устранения растекания массы у краев ленты установлены два ограничительных конвейера 56. Стальная лента непрерывно охлаждается водой с помощью разбрызгивающего устройства 44.

При прохождении через камеры 46 и 47 с принудительным током воздуха от вентилятора 48 непрерывный пастильный пласт полностью выстаивается и переходит затем на наклонный ленточный конвейер 49. Обратная ветвь клеенчатого конвейера непрерывно промывается в ванне 45.

Выстоявшийся пастильный пласт подается затем в установленную в потоке резательную машину, где дисковыми ножами 50 разрезается на шесть продольных полос.

Ножами 51, укрепленными на «бесконечной» цепи, полосы режутся поперек на отдельные постилки, которые укладываются на решета, движущиеся на цепном конвейере 52.

Наполненные заготовками пастилы решета укладываются на вагонетки, которые при помощи тяговой цепи, вмонтированной в пол, проходят через туннельную сушилку 53. После сушки пастилы поступает на конвейер опудривающей машины 57 и передается на упаковывание.

Производительность линии с агрегатом безлотковой разливки массы до 4,5 т в смену.

Производство зефира осуществляется по аналогичной схеме и отличается заключительными операциями: взбитая масса подается в зефиrootсадочную машину, отсаженные на лотки половинки изделий выстаиваются, а затем склеиваются и посыпаются сахарной пудрой.

**Схема производства сахарного и затяжного печенья.** Изделия из сахарного теста обладают значительной пористостью, хрупкостью и набухаемостью, изделия из затяжного теста обладают пористостью, но имеют меньшие хрупкость и набухаемость. Эти различия в основном и определяют режимы приготовления теста. Сахарное тесто после непродолжительного замеса сразу подается на формирование тестовых заготовок, а затяжное подвергается длительному замесу и последующему брожению, благодаря чему оно становится упругим. Затяжное тесто готовят из муки со средним количеством (30 %) слабой и средней клейковины.

Производство сахарного и затяжного печенья состоит из следующих стадий: подготовки сырья к производству, приготовления теста, формирования тестовых заготовок, выпекания, охлаждения и упаковывания печенья.

Мука из автомуковоза 19 (рис. 7.20) пневмотранспортером подается на склад в бункеры 20 на бестарное хранение. Необходимое

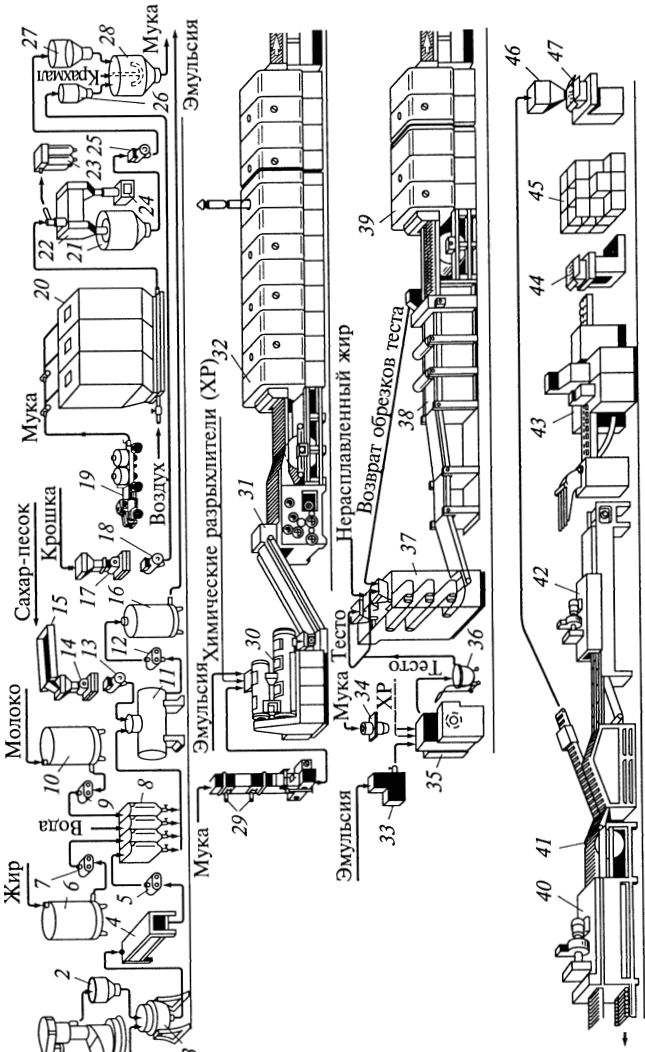


Рис. 7.20. Схема линии для производства сахарного и затяжного печенья

для производства количество муки поступает в рассев 22, после чего просеянная и очищенная от ферропримесей мука собирается в производственном силосе 21. Рассев снабжен сборником отходов 24 и рукавным фильтром 23, очищающим воздух. Из производственного силоса порция муки дозатором 25 перегружается в промежуточный сборник 27, а затем в смеситель 28, где она в соответствии с рецептурой смешивается с крахмалом и крошкой. Возвратные отходы печенья путем измельчения в дробилке 17 превращаются в крошку и дозируются пневматическим роторным питателем 18 в промежуточный сборник 26. На этом заканчивается стадия подготовки муки.

Тесто готовят путем смешивания муки с эмульсией, в которую входят сахар-песок, молоко, жир, меланж, соль и другие компоненты.

Сахар-песок просеивается через сито 15, измельчается в сахарную пудру в дробилке 14 и дозатором 13 подается в смеситель-эмульсатор 11. Туда же из промежуточных сборников-дозаторов 8 подают инвертный сироп, молоко, жир, меланж и воду. Инвертный сироп готовится из просеянного в просеивателе 1 сахара-песка, который из промежуточного сборника 2 подается на уваривание в котел 3, куда добавляются вода и небольшое количество соляной кислоты, необходимой для инверсии сахарозы. Инвертный сироп фильтруется в сборнике 4 и насосом 5 подается в сборник-дозатор 8.

Жир из цистерны 6 и молоко из цистерны 10 подаются в сборник-дозатор 8 насосами 7 и 9.

Приготовленная эмульсия насосом 12 перекачивается в промежуточный сборник 16, а затем поступает на замес теста в тестомесильную машину.

Сахарное тесто готовят в тестомесильной машине непрерывного действия 30, куда дозатором 29 из смесителя 28 непрерывно подается мука, которая смешивается с эмульсией. Замес длится 10...20 мин.

Все емкости для жидкого сырья и эмульсии, смеситель-эмульсатор и месильная машина снабжены водяными рубашками, с помощью которых поддерживается температурный режим технологического процесса.

Контроль и регулирование осуществляются автоматически регуляторами температуры.

Из тестомесильной машины тесто поступает в воронку тестового питателя, в котором лопасти горизонтального вала разрыхляют куски теста и равномерно распределяют его по ширине ленты передающего конвейера. Конвейер направляет тесто в загрузочную воронку ротационной формующей машины 31, которая формирует тестовые заготовки печенья со сложным рисунком на поверхности.

Отформованные заготовки поступают на сетчатый конвейер одноленточной газовой печи 32 с автоматическим регулированием режима выпечки.

Затяжное тесто готовят в тестомесильной машине периодического действия 35, куда подаются порции эмульсии из дозатора 33 и порции муки из автомукомера 34. В зависимости от сорта муки замес длится 30...60 мин при температуре 40 °С. Полученное тесто влажностью 22...26% выгружается в подкатную емкость 36 и оставляется на некоторое время для брожения. Брожение теста может также осуществляться в специальных камерах с заданным тепловым режимом.

Подготовленное затяжное тесто загружается в тестопрокатную машину — ламинатор 37, которая осуществляет многократную прокатку и слоение теста. При многократной прокатке теста во взаимно-перпендикулярных направлениях происходит постепенное разрушение сплошного каркаса из набухших при замесе и брожении нитей клейковины. При этом уменьшаются эластичные свойства теста и увеличивается его пластичность.

Слоеная лента теста из ламинатора поступает на штамповально-режущий агрегат 38, где она прокатывается до необходимой толщины. Затем из ленты теста вырезаются заготовки, которые прокалываются насквозь. Через поученные каналы при выпечке удаляются газы, образующиеся в результате разложения химических разрыхлителей. На поверхность заготовок наносится несложный рисунок, сделанный надрезом.

Отформованные тестовые заготовки поступают в печь 39, которая имеет две или три зоны с переменным температурным режимом. Температура меняется сначала от 160...200 до 300...350 °С, затем понижается до 250 °С. Продолжительность выпечки составляет 2,5...3,5 мин.

Дальнейшие операции одинаковы как для сахарного, так и для затяжного печенья.

Готовое печенье предварительно охлаждается воздухом в охладителе 40 в течение 3...5 мин до температуры 35...45 °С, затем стеккером 41 укладывается на ребро, дополнительно охлаждается в камере 42 и подается в машину 43 для упаковывания в пачки или конвейером на весы 46, а далее на фасование в короба 44, 47, которые заклеиваются и укладываются в штабеля 45.

Производительность линии 230...1000 кг/ч.

**Схема производства тахинной (кунжутной) халвы.** Халва представляет собой смесь тонкоизмельченных маслосодержащих семян и орехов (подсолнечника, кунжута, арахиса и т. п.), смешанных с взбитой карамельной массой. Процессу взбивания карамельной массы способствует отвар мыльного корня.

В процессе перемешивания (взбивания) карамельная масса вытягивается, образуя нити.

На механизированной поточной линии (рис. 7.21) производимая халва упаковывается в полистироловые стаканчики массой по 200 г.

Технологический процесс происходит следующим образом. Извлеченное из мешков кунжутное семя загружается в силосы 5 бестарного хранения и взвешенными порциями передается в промежуточную емкость 4. Из нее с помощью вибродозатора семя подается в воздушно-ситовую машину 3, где происходит предварительная очистка сырья от песка, пыли, камней, веток, металлических и других примесей. Машина снабжена виброкорпусом с тремя ситами, шелушительным барабаном и магнитоуловителем.

Очищенное семя направляется в горизонтальную шелушильную машину 2, где в результате трения семян друг о друга и стенки двух цилиндров оболочки отделяются от кунжутного семени.

В каждом цилиндре вращаются два лопастных вала. Трению и отделению оболочки способствует увлажнение семян водой и паром.

Обрушенный кунжут перемещается в просеивающую машину 1, где рушанка (очищенные ядра) и шелуха отделяются друг от друга. Просеивающая машина представляет собой систему сит, заключенных в корпус, совершающий круговое колебательное движение. Кроме разделений фракций по размерам машина снабжена пневмосепарирующей колонкой, в которой большая часть оболочки уносится воздухом, осажается в циклоне и засыпается в мешки.

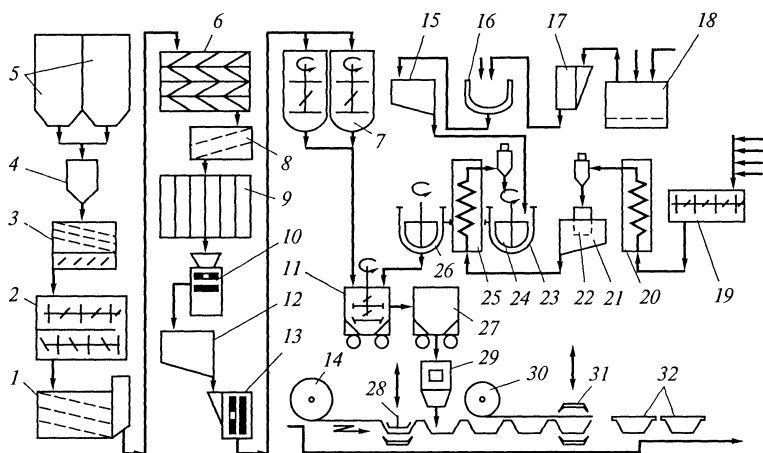


Рис. 7.21. Схема линии для производства тахинной (кунжутной) халвы

Кунжутные ядра с небольшим количеством шелухи поступают в обжарочный агрегат 6, состоящий из девяти горизонтальных барабанов с паровым обогревом. Барабаны расположены друг под другом, и в каждом из них вращается ротор, обеспечивая перемещение сырья последовательно через все барабаны. При обжаривании кунжутные ядра приобретают приятный вкус и аромат.

Обжаренные кунжутные ядра дополнительно очищаются в двухситовой воздушно-очистительной машине 8 и загружаются в бункер 9 вместимостью 5 т для охлаждения. Бункер снабжен регуляторами температуры и влажности.

Охлажденные обжаренные кунжутные ядра из бункера 9 направляются на измельчение. Оно осуществляется в две стадии: в мельнице 10 происходит предварительное измельчение, а в мельнице 13 — окончательное. Для непрерывности процесса между мельницами устанавливается промежуточная емкость 12. Размер измельченных частиц составляет 110 ... 200 мкм.

В результате измельчения происходят разрыв клеток кунжутного ядра и истечение из них масла, которое называется сезамовым. Таким образом, измельчение приводит к образованию суспензии, состоящей из твердых частиц и жидкой фазы — масла. Эта суспензия называется тахинной массой. Она перекачивается в накопительно-расходные сборники 7, снабженные мешалками, предотвращающими расслоение тахинной массы.

Карамельную массу готовят следующим образом. Просеянный сахар-песок, патока, инвертный сироп, вода дозируются в смеситель 19. Полученная кашица поступает в смеситель теплообменника 20, где происходит растворение сахара, а полученный сироп фильтруется в фильтре 22 и собирается в емкости 21.

Уваривание сиропа происходит в теплообменнике 25. Порция карамельной массы попеременно дозируется в чашу 23, снабженную сбивальной лопастью 24, или в аналогичную чашу 26. В них дозируется также порция отвара мыльного корня.

Мыльный корень промывается в ванне 18, измельчается в машине 17 и вываривается в котле 16. Отвар собирается в накопительно-расходной емкости 15.

Карамельная масса, взбиваясь с отваром мыльного корня, насыщается воздухом и становится легкой. В таком состоянии она дозируется в тележку 11, в которую подается также тахинная масса. Тележка подкатывается к месильной машине, где происходит вымешивание халвы. Готовая масса из тележки 27 конвейером подается в делительную машину 29, которая имеет делительно-дозирующее устройство, состоящее из нагнетательного поршня и делительной головки с мерными карманами. Деление осуществляется по объемному принципу с точностью дозирования  $\pm 3\%$ .

Дозирование порции халвы происходит в стаканчики из полистироловой ленты. Лента разматывается из рулона 14. Пресс 28 штампует из нее стаканчики, которые затем заполняются порцией халвы. Сверху стаканчики закрываются фольгой, разматываемой из рулона 30. На фольге нанесены рисунок, название халвы и другие данные, предусмотренные ГОСТом. Края стаканчиков и фольги прогреваются, привариваются и отрезаются друг от друга механизмом 31. Готовые стаканчики 32 подаются на укладку.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства. — Санкт-Петербург: Профессия, 2002. — 416 с.
- Буров Л. А., Медведев Г. М. Технологическое оборудование макаронных предприятий. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 248 с.
- Головань Ю. П., Ильинский Н. А., Ильинская Т. Н. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. — М.: Агропромиздат, 1988. — 382 с.
- Драгилев А. И. Технологическое оборудование предприятий кондитерского производства. — М.: Колос, 1997. — 432 с.
- Драгилев А. И., Дроздов В. С. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК. — М.: Колос, 2001. — 376 с.
- Драгилев А. И., Лурье И. С. Технология кондитерских изделий. — М.: ДеЛи принт, 2001. — 484 с.
- Драгилев А. И., Маршалкин Г. А. Основы кондитерского производства. — М.: Колос, 1999. — 448 с.
- Драгилев А. И., Невзоров Г. М. Практикум по расчетам оборудования кондитерского производства. — М.: Агропромиздат, 1990. — 176 с.
- Зув Ф. Г., Лотков Н. А., Полухин А. И. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий. — М.: Агропромиздат, 1985. — 320 с.
- Маклюков И. И., Маклюков В. И. Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 272 с.
- Машины и аппараты пищевых производств / Под ред. В. А. Панфилова. — М.: Высшая школа, 2001. — 1527 с.
- Медведев Г. М. Технология макаронного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1999. — 399 с.
- Практикум по расчетам оборудования хлебопекарных и макаронных предприятий / Под ред. Ю. А. Калошина. — М.: Агропромиздат, 1991. — 159 с.
- Справочник по макаронному производству / М. Е. Чернов, Г. М. Медведев, В. П. Негруб. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 304 с.
- Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий / Б. М. Азаров, А. Т. Лисовенко, С. А. Мачихин и др. / Под ред. С. А. Мачихина. — М.: Агропромиздат, 1986. — 263 с.
- Хромеевков В. М. Оборудование хлебопекарного производства. — М.: ИРПО; Академия, 2000. — 320 с.
- Хромеевков В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2002. — 496 с.
- Чернов М. Е. Оборудование предприятий макаронной промышленности. — М.: Агропромиздат, 1988. — 263 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>Глава 1. Конструкционные материалы .....</b>	<b>4</b>
1.1. Характеристика конструкционных материалов .....	4
Контрольные вопросы .....	6
1.2. Металлические конструкционные материалы .....	7
Контрольные вопросы .....	16
1.3. Неметаллические конструкционные материалы .....	16
1.3.1. Пластмассы .....	16
1.3.2. Композиционные неметаллические материалы .....	21
1.3.3. Резина .....	22
1.3.4. Древесина .....	22
1.3.5. Минералы .....	23
1.3.6. Клеящие материалы .....	24
1.3.7. Конструкционные жидкие материалы .....	24
1.3.8. Лакокрасочные материалы .....	25
Контрольные вопросы .....	26
<b>Глава 2. Оборудование общего назначения .....</b>	<b>27</b>
2.1. Оборудование для транспортирования сырья .....	27
2.1.1. Транспортирующие устройства .....	27
Контрольные вопросы .....	33
2.1.2. Грузоподъемные устройства .....	33
Контрольные вопросы .....	43
2.1.3. Пневмотранспортные устройства .....	43
Контрольные вопросы .....	56
2.2. Оборудование для приема и хранения сырья .....	57
Контрольные вопросы .....	64
2.3. Оборудование для подготовки и дозирования сырья .....	64
2.3.1. Оборудование для подготовки сырья .....	64
2.3.2. Оборудование для дозирования сырья .....	75
Контрольные вопросы .....	81
2.4. Оборудование для смешивания компонентов .....	82
Контрольные вопросы .....	95
<b>Глава 3. Специализированное оборудование хлебопекарного</b> <b>производства .....</b>	<b>96</b>
3.1. Тестоприготовительные агрегаты .....	96
Контрольные вопросы .....	113
3.2. Оборудование для деления и формования теста .....	114
3.2.1. Тестоделительные машины .....	114
3.2.2. Машины для формования теста .....	123

Контрольные вопросы .....	131
3.3. Оборудование для расстойки, посадки, надрезки и выгрузки заготовок .....	132
Контрольные вопросы .....	146
3.4. Оборудование для выпечки хлебных изделий. ....	147
3.4.1. Хлебопекарные печи .....	147
3.4.2. Расстойно-печные агрегаты .....	163
3.4.3. Печи шкафного типа .....	165
3.4.4. Правила эксплуатации печей .....	168
3.4.5. Основы технологического расчета печных агрегатов .....	169
Контрольные вопросы .....	172
3.5. Оборудование для производства специальных сортов хлебных изделий .....	173
3.5.1. Оборудование для производства бараночных изделий .....	173
3.5.2. Оборудование для производства сухарных изделий .....	179
3.5.3. Оборудование для производства хлебных крекеров, палочек, соломки и пряников .....	185
3.6. Оборудование хлебохранилищ и экспедиций .....	194
Контрольные вопросы .....	206
<b>Глава 4. Специализированное оборудование макаронного производства .....</b>	<b>207</b>
4.1. Оборудование для приготовления теста и формования макаронных изделий .....	207
4.1.1. Устройство и работа макаронных прессов .....	208
4.1.2. Устройство и работа матриц .....	221
4.1.3. Техническое обслуживание прессов. ....	229
4.1.4. Основы технологического расчета макаронного пресса .....	232
Контрольные вопросы .....	233
4.2. Оборудование для резки и раскладки макаронных изделий .....	233
Контрольные вопросы .....	245
4.3. Оборудование для сушки макаронных изделий .....	245
4.3.1. Конвейерные сушилки .....	246
4.3.2. Барабанные сушилки .....	257
4.3.3. Особенности обслуживания сушилок. ....	265
Контрольные вопросы .....	266
4.4. Накопители-стабилизаторы макаронных изделий .....	266
Контрольные вопросы .....	274
<b>Глава 5. Специализированное оборудование кондитерского производства .....</b>	<b>275</b>
5.1. Оборудование для производства карамели .....	275
5.1.1. Оборудование для приготовления карамельной массы .....	276
5.1.2. Оборудование для формования жгута из карамельной массы .....	290
5.1.3. Оборудование для формования карамели .....	295

5.1.4. Оборудование для охлаждения и отделки карамельных изделий .....	300
Контрольные вопросы .....	304
5.2. Оборудование для производства конфет .....	304
5.2.1. Оборудование для приготовления конфетных масс .....	305
5.2.2. Оборудование для формования корпусов конфет. ....	310
5.2.3. Оборудование для глазирования корпусов конфет и других кондитерских изделий .....	321
Контрольные вопросы .....	324
5.3. Оборудование для производства шоколада .....	325
5.3.1. Оборудование для обработки какао-бобов .....	325
5.3.2. Оборудование для приготовления шоколадных масс .....	333
5.3.3. Оборудование для формования шоколадных изделий .....	341
5.3.4. Оборудование для прессования какао тертого и производства какао-порошка .....	345
Контрольные вопросы .....	350
5.4. Оборудование для производства мармелада, пастилы и зефира .....	351
5.4.1. Характеристика мармеладо-пастильных изделий .....	351
5.4.2. Оборудование для изготовления мармелада .....	352
5.4.3. Оборудование для приготовления пастилы и зефира .....	357
Контрольные вопросы .....	363
<b>Глава 6. Упаковывающее оборудование для хлебных, макаронных     и кондитерских изделий .....</b>	<b>364</b>
6.1. Оборудование для завертывания .....	364
6.2. Оборудование для дозирования и упаковывания .....	371
6.3. Оборудование для упаковывания в торговую тару .....	377
Контрольные вопросы .....	381
<b>Глава 7. Поточные линии хлебопекарного, макаронного и конди-     терского производства .....</b>	<b>382</b>
7.1. Поточные линии хлебопекарного производства .....	382
Контрольные вопросы .....	395
7.2. Поточные линии макаронного производства .....	396
Контрольные вопросы .....	403
7.3. Поточные линии кондитерского производства .....	403
<b>Литература .....</b>	<b>426</b>

*Абрам Иосифович ДРАГИЛЕВ,  
Владимир Михайлович ХРОМЕЕНКОВ,  
Мишель Евгеньевич ЧЕРНОВ*

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: ХЛЕБОПЕКАРНОЕ, МАКАРОННОЕ И КОНДИТЕРСКОЕ**

Учебник

*Издание третье, стереотипное*

Зав. редакцией литературы по пищевой биотехнологии  
и технологии продуктов питания *М. В. Рудкевич*  
Выпускающие *Т. С. Симонова, Н. А. Крылова*

ЛР № 065466 от 21.10.97  
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028  
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб

**Издательство «ЛАНЬ»**

lan@lanbook.ru; www.lanbook.com  
196105, Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, д. 1, лит. А.  
Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72.  
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 25.04.16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108<sup>1/32</sup>.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 22,68. Тираж 300 экз.

Заказ № 114-16.

Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета  
в ПАО «Т8 Издательские Технологии».  
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.

# ГДЕ КУПИТЬ

## ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ:

Для того, чтобы заказать необходимые Вам книги,  
достаточно обратиться в любую из торговых компаний  
Издательского Дома «ЛАНЬ»:

### по России и зарубежью

«ЛАНЬ-ТРЕЙД»

192029, Санкт-Петербург, ул. Крупской, 13

тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82

тел./факс: (812) 412-54-93

e-mail: trade@lanbook.ru

ICQ: 446-869-967

[www.lanpbl.spb.ru/price.htm](http://www.lanpbl.spb.ru/price.htm)

### в Москве и в Московской области

«ЛАНЬ-ПРЕСС»

109263, Москва, 7-ая ул. Текстильщиков, д. 6/19

тел.: (499) 178-65-85

e-mail: lanpress@lanbook.ru

### в Краснодаре и в Краснодарском крае

«ЛАНЬ-ЮГ»

350901, Краснодар, ул. Жлобы, д. 1/1

тел.: (861) 274-10-35

e-mail: lankrd98@mail.ru

## ДЛЯ РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:

интернет-магазин

Издательство «Лань»: <http://www.lanbook.com>

магазин электронных книг

**Global F5**

<http://globalf5.com/>



**ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ  
ЛИТЕРАТУРА  
ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

Мы издаем новые  
и ставшие классическими учебники  
и учебные пособия по общим  
и общепрофессиональным  
направлениям подготовки.

Большая часть литературы  
издательства «ЛАНЬ»  
рекомендована Министерством образования  
и науки РФ и используется вузами  
в качестве обязательной.

Мы активно сотрудничаем  
с представителями высшей школы,  
научно-методическими советами  
Министерства образования и науки РФ,  
УМО по различным направлениям  
и специальностям по вопросам грифования,  
рецензирования учебной литературы  
и формирования перспективных планов издательства.

**Наши адреса и телефоны:**

РФ, 196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 1  
(812) 336-25-09, 412-92-72  
[www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)