

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств»  
(Б1.Б.22)**

**Направление подготовки:** 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

**Профиль подготовки:** «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»

**Форма обучения:** очная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>Конспект лекций</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	Лекция № 1 Введение в дисциплину. Общие сведения о технологическом оборудовании	3
<b>1.2</b>	Лекция № 2 Технологическое оборудование зерноочистительных отделений зерноперерабатывающих предприятий	6
<b>1.3</b>	Лекция № 3 Технологическое оборудование размольного отделения мельницы	10
<b>1.4</b>	Лекция № 4 Технологическое оборудование крупозаводов	12
<b>1.5</b>	Лекция № 5 Технологическое оборудование хлебозаводов	14
<b>1.6</b>	Лекция № 6 Технологическое оборудование комбикормовых заводов	18
<b>1.7</b>	Лекция № 7 Технологическое оборудование маслозаводов	24
<b>1.8</b>	Лекция № 8 Современное оборудование для убоя КРС и свиней и разделки туш	30
<b>1.9</b>	Лекция 9 Технологическое оборудование для переработки мяса	32
<b>1.10</b>	Лекция 10 Технологическое оборудование для переработки молока	36
<b>2</b>	<b>Методические материалы по выполнению лабораторных работ</b>	<b>42</b>
<b>2.1</b>	Лабораторная работа 1 (ЛР-1) Оборудование для подготовки сырья к производственным операциям.	42
<b>2.2</b>	Лабораторная работа 2 (ЛР-2) Оборудование для механической переработки продуктов, сырья и полуфабрикатов разделением	42
<b>2.3</b>	Лабораторная работа 3-4 (ЛР-3-4) Определение размера сит, используемых для просеивания зерна и продуктов размола.	43
<b>2.4</b>	Лабораторная работа 5 (ЛР-5) Устройство воздушно-ситовых сепараторов и определение эффективности их работы	46
<b>2.5</b>	Лабораторная работа 6 (ЛР-6) Устройство и принцип работы машин для калибровки	48
<b>2.6</b>	Лабораторная работа 7 (ЛР-7) Устройство и принцип действия вальцового станка	50
<b>2.7</b>	Лабораторная работа 8 (ЛР-8) Определение геометрических и кинематических параметров вальцового станка	51
<b>2.8</b>	Лабораторная работа 9 (ЛР-9) Устройство измельчающих машин ударного действия	52
<b>2.9</b>	Лабораторная работа 10 (ЛР-10) Устройство двухвалковых шелушителей	53
<b>2.10</b>	Лабораторная работа 11 (ЛР-11) Устройства и принцип действия шелушильного постава	55
<b>2.11</b>	Лабораторная работа 12 (ЛР-12) Устройства и принцип действия рассевов	56
<b>2.12</b>	Лабораторная работа 13 (ЛР-13) Устройство и принцип работы вымольной машины	57
<b>2.13</b>	Лабораторная работа 14 (ЛР-14) Устройство основных рабочих органов макаронного пресса	58
<b>2.14</b>	Лабораторная работа 15 (ЛР-15) Устройство и принцип действия хлебопекарной печи шкафного типа	59
<b>2.15</b>	Лабораторная работа 16 (ЛР-16) Устройство сепаратора-сливкоотделителя	62
<b>2.16</b>	Лабораторная работа 17 (ЛР-17) Устройство и принцип действия центрифуги	64
<b>2.17</b>	Лабораторная работа 18 (ЛР-18) Устройство и принцип действия волчка	65
<b>2.18</b>	Лабораторная работа 19 (ЛР-19) Расчет и подбор оборудования для зерноочистительного отделения мукомольного завода	66
<b>2.19</b>	Лабораторная работа 20 (ЛР-20) Расчет и подбор оборудования для размольного отделения мукомольного завода	

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## **1.1 Лекция № 1 (2 часа)**

**Тема: Введение в дисциплину. Общие сведения о технологическом оборудовании**

### **1. Вопросы лекции:**

1. Основные виды технологического оборудования (машины и аппараты).
2. Детали машин. Электроприводы
3. Требования, предъявляемые к технологическому оборудованию: эксплуатационные, техники безопасности и эргономике, эстетические и экономические требования.

**Вопрос 1:** Машина - это совокупность механизмов, выполняющих определенную работу или преобразующих один вид энергии в другой. В зависимости от назначения различают машины - двигатели и рабочие машины.

В зависимости от назначения рабочие машины могут выполнять определенную работу по изменению формы, размеров, свойств и состояния объектов труда. Объектами труда на предприятиях пищевых производств служат пищевые продукты, подвергающиеся различной технологической обработке - очистке, измельчению, взбиванию, перемешиванию, формированию и т.д.

По степени автоматизации и механизации выполняемых технологических процессов различают машины неавтоматические, полуавтоматические, автоматические. В машинах неавтоматического действия загрузка, выгрузка, контроль и вспомогательные технологические операции выполняются поваром, закрепленным за данной машиной. В машинах полуавтоматического действия основные технологические операции выполняются машиной, ручные остаются только транспортные, контрольные и некоторые вспомогательные процессы. В машинах автоматического действия вес технологические и вспомогательные процессы выполняются машиной. Они используются в составе поточных и поточно-механизированных линий и полностью заменяют труд человека.

Детали, входящие в состав машин, испытывают различные нагрузки, что учитывается при выборе материалов. На детали корпусов (станины, стойки и др.) приходится до 75% массы всех деталей машины, и хотя они испытывают незначительные нагрузки, детали должны отвечать требованиям прочности и жесткости. Детали корпусов выполняют литыми из серого чугуна или алюминия и сварными из углеродистой стали марок Ст3 и Ст5. Использование сварных конструкций крышек и кожухов дает большую экономию металлов. Для уменьшения массы переносных машин и механизмов детали их корпусов изготавливают из сплавов алюминия методом литья или литья под давлением. В отдельных случаях детали корпусов могут быть изготовлены из армированных пластмасс или стеклопластиков.

Валы, шестерни, тяги, оси, пальцы испытывают наибольшие нагрузки. Материалами для их изготовления служат углеродистые и нержавеющие стали. Чаще всего применяют стали марок 45, 50, 40Х, 65Г, 15, 20Х и др.

Шестерни, шкивы, зубчатые колеса, маховики изготавливают из чугуна, стали, сплавов алюминия, а также из пластмасс, текстолита, пластиков, капрона и др.

Ножи и решетки мясорубок изготавливают из инструментальной стали, а также высококромистого чугуна марки Х28. Материалы, которые используют для производства инструментов и рабочих камер, не должны подвергаться коррозии в результате соприкосновения с продуктами, кроме того, они должны легко очищаться от остатков продукта и не разрушаться под влиянием моющих средств.

Выбор марки и способа термообработки материала определяется расчетом его на прочность или жесткость с учетом технологических, эксплуатационных и экономических требований.

**Вопрос 2:** Современные машины состоят из большого числа деталей различного назначения. Соединяясь между собой, детали образуют узлы. Основными узлами любой машины, используемой в предприятиях общественного питания, являются: станина, корпус, рабочая камера, рабочие органы, передаточный механизм и двигатель.

Станина -- служит для установки и монтажа всех узлов машины. Изготавливается она обычно литой или сварной и имеет отверстия для закрепления машины на рабочем месте. Корпус

машины -- предназначен для размещения внутренних частей машины -- рабочей камеры, передаточного механизма и т.д. Иногда станина и корпус изготавливаются как одно целое.

Рабочая камера -- место в машине, где продукт обрабатывается рабочими органами.

Рабочие органы -- это узлы и детали машин, непосредственно воздействующие на продукты питания в процессе их обработки.

Передаточный механизм -- передает движение от вала двигателя к рабочему органу машины, одновременно обеспечивая требуемые скорость и направление движения. Как правило, в качестве двигателя машины используется электродвигатель.

**Понятие о передачах** Передачей называется механическое устройство, передающее вращательное движение от вала электродвигателя к валу рабочих органов. Одновременно передачи позволяют изменять скорость вращения вала, направление движения на противоположное и преобразовывать один вид движения в другой.

В механических передачах вал с закупленными на нем деталями, передающими вращение, называется ведущим, а вал с деталями вращения - ведомым.

Все механические передачи можно разделить на ременные, зубчатые, червячные, цепные и фрикционные.

Зубчатые передачи это механизм, состоящий из 2-х зубчатых колес, сцепленных между собой. Эти передачи получили широкое применение в передаточных механизмах машин.

В зависимости от конструкции и расположения зубчатых колес, зубчатые передачи подразделяются на цилиндрические, конические и планетарные. По способу зацепления зубьев, зубчатые передачи делятся на передачи с внешним и внутренним зацеплением.

В зависимости от расположения зубьев, колеса подразделяются на плоскозубые, косозубые и шевронные. Для передачи сложного вращательного движения используется планетарный зубчатый механизм (рис. 1-2ап), при котором одно зубчатое колесо неподвижно, другое совершает двойное вращение: вокруг своей оси и вокруг оси неподвижного колеса (взбивальная машина).

Ременная передача -- осуществляется при помощи двух шкивов, закрепленных на ведущем и ведомом валах, и надетого на эти шкивы ремня. Вращение от одного вала к другому передается посредством трения, возникшего между шкивом и ремнем.

Ремень в поперечном сечении может иметь форму прямоугольника -- плоско ременная передача, трапеции -- клиноременная передача, круга -- кругоременная передача. Ремни выполняются из кожи или хлопчатобумажной и прорезиненной ткани. Нормальная работа зависит от правильного натяжения ремня. Ременная передача бесшумна в работе, проста по конструкции и предохраняет машину от поломки в случае заклинивания, так как ремень будет пробуксовывать. На предприятиях общественного питания широкое применение получила клиноременная передача, применяемая в картофелечистках, мясорубках, холодильных агрегатах и т.д.

Червячная передача применяется для передачи движения между валами с пересекающимися осями. Состоит она из винта со специальной резьбой (червяк) и зубчатого колеса с зубьями соответствующей формы. Эти передачи компактны, бесшумны и значительно снижают скорость вращения вала.

Цепная передача состоит из 2-х закрепляемых на валах звездочек и шарнирной гибкой цепи, которая надевается на звездочки и служит для их связи. Эти передачи применяются в механизмах и машинах при больших расстояниях между валами и параллельном расположении их осей. Цепные передачи обеспечивают постоянное передаточное отношение и по сравнению с ременной передачей позволяют передавать большие мощности, кроме того, одной цепью можно приводить в движение нескольких валов. К недостаткам цепной передачи можно отнести высокую стоимость обслуживания, сложность изготовления и шума в процессе работы.

Фрикционная передача состоит из 2-х катков, насыженных на валы и прижатых один к другому. Вращение от ведущего катка передается ведомому за счет силы трения.

При передаче вращения между параллельными валами применяются цилиндрические передачи, между пересекающимися валами -- конические.

Эти передачи просты по конструкции, бесшумны в работе и самопредохраняются от перегрузок, однако имеют некоторые недостатки: низкий КПД - 80-90%, непостоянное передаточное число и повышенный износ катков.

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное движение рабочего инструмента. Он состоит из коленчатого вала, шатуна и поршня. При вращении коленчатого вала, шатун вставляет поршень

перемещаться возвратно-поступательно. Этот механизм применяется в компрессорах холодильного оборудования.

**Понятие об электроприводах.** Электроприводом называется машинное устройство, используемое для приведения в движение машины. Он состоит из электрического двигателя, передаточного механизма и пульта управления.

Широкое применение получили универсальные приводы, которые могут поочередно приводить в движение различные устанавливаемые сменные рабочие механизмы -- фаршемешалка, мясорубка, взбивали и т.д. Применение универсальных приводов очень выгодно. Объясняется это тем, что сменные рабочие машины работают не более часа и поэтому имеют очень малый коэффициент использования. В таких случаях устанавливать электропривод к каждой машине нецелесообразно из-за увеличения ее стоимости и занимаемой площади. В настоящее время промышленность выпускает универсальные приводы 2-х видов: общего назначения, которые используются в нескольких цехах, и специального назначения, которые используются только в одном цехе, например, в мясном. К универсальным привалам общего назначения относятся и универсальные малогабаритные приводы УММ-ПР с электродвигателем переменного тока, УММ-ПС с электродвигателем постоянного тока.

Универсальные приводы используют преимущественно в небольших предприятиях, в мясных, овощных и кондитерских цехах.

Универсальным приводом называется устройство состоящее из электродвигателя с редуктором и имеющее приспособление для переменного подсоединения различных сменных механизмов. Он состоит из электродвигателя с редуктором, на котором могут закрепляться и попеременно работать различные по назначению съемные механизмы: мясорубка, взбивалка, овощерезка, мясорыхлитель и другие машины. Отсюда привод получил свое название - "универсальный".

Применение универсальных приводов значительно увеличивает производительность труда, снижает капитальные затраты, увеличивает коэффициент полезного действия оборудования и т.д.

В настоящее время промышленность выпускает универсальные приводы для различных цехов, а также приводы специального назначения П-1,1 для сравнительно небольшого ассортимента продукта.

Универсальный привод общего назначения ПУ-0,6 выпускается двухскоростным с частотой вращения вала 170 и 1400 об/мин и односкоростным с частотой вращения 170 об/мин и мощностью двигателя 0,6 кВт. Он имеет комплект сменных механизмов (табл. 1), которые могут использоваться на небольших предприятиях, где отсутствует цеховое деление приготовления продушина.

**Вопрос 3:** Машины и механизмы должны удовлетворять требованиям прогрессивной технологии обработки сырья и продуктов.

Для этого необходимо, чтобы конструктивные, кинематические и гидравлические параметры оборудования обеспечивали оптимальные режимы технологических процессов и высокие технико-экономические показатели. Такими параметрами являются: удельная энергоемкость, удельная металлоемкость, удельная материалоемкость, удельный расход воды, занимаемая оборудованием площадь и др., т. е. параметры машины, отнесенные к единице производительности.

Конструкция должна обеспечивать высокую надежность и долговечность машины, быструю замену изношенных и неисправных рабочих органов, инструментов, узлов и деталей. Конструкция должна быть технологичной, т. е. в процессе изготовления и эксплуатации машины затрачиваются минимальные средства. Необходимо, чтобы машины и механизмы отвечали требованиям техники безопасности и производственной санитарии (машины заземляют; рабочие органы, инструменты и элементы передачи закрывают кожухами, крышками, предохранительными кольцами, облицовками или заключают в корпуса; в конструкцию многих машин включают различные блокировочные устройства и элементы, обеспечивающие отключение их при поднятых ограждениях).

Выпускаемые машины все в большей степени должны отвечать требованиям производственной эстетики. Правильные пропорции машин, простота их формы, удобное расположение элементов управления, загрузочных и разгрузочных устройств, приятная окраска способствуют повышению производительности труда и созданию безопасных условий работы.

При создании современных машин и механизмов стремятся к стандартизации и унификации узлов, деталей и комплектующих изделий, что позволяет сократить номенклатуру запасных частей и облегчить выполнение ремонтных работ.

Рабочие органы и инструменты машин и механизмов должны обладать высокой износостойчивостью. Быстро врачающиеся узлы и детали машин должны быть уравновешены, чтобы исключить износ подшипников, валов и корпусных деталей.

## **1.2 Лекция №2 (2 часа)**

**Тема: Технологическое оборудование зерноочистительных отделений зерноперерабатывающих предприятий**

### **1. Вопросы лекции:**

1. Оборудование для удаления примесей
2. Оборудование для очистки поверхности зерна
3. Оборудование для мойки зерна

**Вопрос 1:** Машина для очистки зерна от примесей, отличается от него шириной, толщиной и аэродинамическими признаками.

Основным оборудованием для удаления таких примесей является воздушно-ситовые сепараторы. В настоящее время применяются сепараторы марок: БИС, БЛС.

Основные конструктивные элементы БИС: Ситовой кузов,,Привод, Пневмосепарирующий канал, Приемный и выпускной патрубки

Ситовой кузов имеет 2 параллельно работающие секции. В каждой секции ситового кузова установлено 2 яруса сит, они установлены под наклоном. Угол наклона верхнего сита 7 градусов, нижнего 8 градусов. Для очистки сит в подсевном пространстве размещены резиновые шарики. Над каждой секцией сепаратора устанавливается делитель, который распределяет зерновую массу на два потока. Зона выхода зерна аспирируется через патрубок. Для вывода крупных и мелких примесей имеются специальные лотки. В пневмосепарирующем канале происходит разделение зерновой смеси по скорости витания.

Скорость витания- скорость при которой частица находится во взвешенном состоянии. (зерно 8,9-11,5 м/с, зерновая пыль менее 4 м/с, соломистые частицы 5,6 м/с)

Скорость движения воздушного потока в пневмосепараторном канале находится в пределах 4-6 м/с, регулируется заслонкой.

Эффективность очистки зерна на воздушно- ситовых сепараторах составляет:

От крупных примесей до 100%; от мелких примесей 70- 72%; от легких 75- 76%

Технологический процесс: очистка зерна в сепараторах осуществляется следующим образом, зерновая масса поступает в приемный патрубок и равномерным потоком распределяется на верхнем сите (сортировочное) крупные примеси имеющие размер больше чем размеры отверстия сита идут сходом и выводятся через лоток для крупных примесей. Зерно с мелкими примесями проходит через верхнее сито и поступает на нижнее, подсевное. Размеры данного сита меньше размера зерна основной культуры. Мелкие примеси проходят через это сито, выводятся из зерновой массы через лоток для мелких примесей.

Зерно основной культуры поступает в пневмосепарирующий канал, где под действием воздушного потока происходит удаление легких примесей. Очищенное зерно выводится из машины через выпускной патрубок.

Для удаления длинных и коротких примесей от зерновой массы применяют триера. Триера выпускают двух модификаций: дисковые, цилиндрические. В зависимости от вида выделяемой примеси триера подразделяются на овсяг отборники, которые отделяют овсяг, куколе-отборники. Для выделения коротких примесей применяются машины А9-УТК.

В технологических схемах триера устанавливают после камнеотделительных машин. Основным рабочим органом дисковых триеров являются диски с ячейками на повторности. Основным рабочим органом цилиндровых является цилиндр с расположенными на его внутренней поверхности ячейками. Формы ячеек подобраны таким образом, чтобы короткие компоненты захватывались, поднимались вверх и при определенном угле поворота, который зависит от частоты вращения диска или цилиндра выпадали из ячеек.

Длинные компоненты смеси так же захватываются ячейками, но так как они, занимают неустойчивое положение, выпадают из ячеек при меньшем угле поворота. При движении зерновой массы вдоль машины концентрация примесей будет снижаться. В куколе-отборнике ячейки поднимают и отбирают куколе- отборное, дробленное зерно, в овсюг- отборниках короткими компонентами является зерно основной культуры. Эффективность очистки в куколе-отборнике не менее 80%, овсюг не менее 70%

Триер А9-УТК-6. Корпус корытообразный, в верхней части корпуса располагается приемный патрубок, верхняя часть разделена на зоны. В 1-ой части на волу установлено 15 дисков, в контрольном отделении 7, между рабочем отделением установлено ковшовое колесо, которое позволяет перемещать зерно из контрольных отделов в рабочее. В рабочем отделе установлены лотки для отвода зерна и коротких примесей. В нижней части корпуса установлен шнек, с помощью которого примеси перемещаются из рабочего отдела в контрольный.

Технологический процесс:

В приемный патрубок поступает зерно с примесями, где равномерно распределяется равными потока между дисками рабочего отделения. Зерно и примеси захватываются кармашками и поднимаются дисками, короткие примеси выпадают из ячеек в лотки, оставшиеся примеси попадают в контрольное отделение. У овсюг- отборника под приемным патрубком располагается шнек, который позволяет равномерно распределять поступающее зерно. Размеры ячеек на дисках составляют, для мягкой пшеницы 8-10мм, для твердой пшеницы 11-13мм.

В зерновой массе очень часто содержатся минеральные примеси, которые отличаются от зерна более высокой плотностью.

Процесс выделения минеральных примесей осуществляется на рабочем органе- наклонной деке в условиях восходящего потока воздуха. При этом происходит.

1. Разрыхление в слое зерна что снижает коэффициент трения и зерновая масса переходит в псевдо-состояние. В таком состоянии создаются условия для самосортирования Тяжелые частицы достигая сортировочной поверхности начинают вибрационно перемещаться в направлении движения зерна противоположно Тяжелые частицы поднимаются вверх, зерно движется вниз. Псевдо-ное состояние Если зерно разместить на перфорированной поверхности и продувать воздухом, то постепенно зерно придет в движение, а затем будет представлять собой состояние кипящей жидкости

Основной машиной для выделения минеральных примесей являются камнеотделительные машины Эффективность выделения не менее 95% Конструктивные особенности камнеотделительной машины РЗ-БКТ-100

Эта машина состоит из:

Вибростола, привода, приемного патрубка, выступных патрубков, аспирационных устройств.

Вибростол - это подвижная часть машины, которая совершает возвратно поступательное движение Установлен под углом 5-10 градусов

Он состоит из несущей сварной рамы ,в которой смонтирована дека. Она состоит из трех частей. Сортировочная поверхность из металлической сетки, алюминиевые рамы, разделенные на квадраты.

В настоящее время предъявляют строгие требования по содержанию метало- магнитных примесей. Магнитную защиту в технологических линиях устанавливают на приеме зерна из элеватора, перед машинами с вращающимися рабочими органами, а так же на контроле готовой продукцией.

Магнитный сепаратор У1-БМП предназначен для выделения примесей из зерна. Состоит из корпуса, магнитодержателя и блока магнитов. В передней части расположен люк. Основным рабочим органом является магнитная колонка установленная на шариковых опорах. На внутреннем корпусе магнитного сепаратора расположены козырьки. Магнитный сепаратор имеет дверь.

Допускается содержание металломагнитных примесей в очищенном продукте не более 3 мг/кг.

**Вопрос 2:** При производстве некоторых продуктов питания устанавливают ряд машин. Очистка повторности может осуществляться двумя способами сухим и влажным.

Для очистки поверхности сухим способом применяют обоечные и щеточные машины. Эти машины позволяют удалить с поверхности зерна пыль, надорванные оболочки.

В подготовительном отделении обоечные машины устанавливают дважды: после триерного блока, после отволаживания.

Перед обоечными машинами обязательно устанавливается магнитная защита. Основным рабочим органом является бичевой ротор установленный в неподвижном ситовом цилиндре. Между бичами ротора и цилиндра установлен определенный зазор.

Зерно под действием центробежных сил отбрасывается к поверхности цилиндра и при многократном механическом воздействии при трении зерна о поверхность цилиндра и друг о друга происходит отделения песка, пыли, плодовых оболочек, которые имеют размеры значительно менее размеров отверстий сита, легко проходят и выводятся из машины.

Технологическая эффективность работы обоечной машины оценивается:

- Снижением зольности
- Процентом дробленых зерен

Эффективной работа считается, если зольность снизилась не менее чем на 0,02%

Количество дробленых зерен не более чем на 1%

Основными факторами оказывающие влияние на эффективность машины:

Скорость вращения бичевого ротора

Расстояние между бичами и ситовым цилиндром Окружная скорость в зависимости от культуры следующая:

Рожь 15-18 м/с

Пшеница мягкая 10-11 м/с

Обоечные машины выпускают двух модификаций горизонтальные и вертикальные.

Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6

Состоит из приемного патрубка, корпуса, цилиндра сетчатого, бичевого ротора, выпускных устройств. Основным рабочим органом является бичевой ротор который смонтирован на вертикальном валу, при помощи 4-х крестовин. На крестовины вертикально крепится 8 стальных бичей, которые установлены под углом. Расстояние между кромкой бичей и ситовым цилиндром составляет 22-28 см.

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-3

Основным рабочим органом является бичевой ротор к которому крепится 8 бичей, представляющие собой стальные пластины, к которым приварены гонки. Установлен на 4-х бичах, угол их наклона составляет 80 градусов, на других 60 градусов

Кроме обоечных машин в подготовительном отделении установлены щеточные машины для очистки поверхности зерна сухим способом. Эффективность работы оценивается по зольности. Зольность зерна должна снижаться не менее чем на 0,02%. Основным рабочим органом щеточной машины является щеточный барабан, кроме него в машине установлена щеточная дека. Зазор регулируется прижимным устройством, он позволяет устанавливать зазор на расстоянии 4-8мм. Для улавливания метало магнитных примесей в корпусе, машины установлен магнитный аппарат.

**Вопрос 3:** На мукомольных заводах, оснащенных комплектным оборудованием, применяют два варианта водной обработки зерна. Первый вариант предусматривает этапы первичного увлажнения примерно на 1,5...2% с

одновременным шелушением поверхности зерна в машинах мокрого шелушения А1-БМШ. При этом снимается около 0,1 % оболочек. Дополнительному дозированному увлажнению зерно при необходимости подвергают в увлажнительном аппарате А1-БУЗ капельно-жидкой распыленной влагой. Здесь зерно увлажняют примерно на 1,5 % и направляют в отлежные закрома, где влага в течение определенного времени распределяется между анатомическими частями зерна. Проникая в капилляры и микротрешины эндосперма, влага ослабляет связи между его частицами: эндосперм становится хрупким, а оболочки — пластичными.

Схема обработки зерна на этом этапе построена таким образом, что позволяет широко варьировать степенью увлажнения и временем отволаживания в зависимости от качества исходного зерна. Предусмотрена возможность вторичного увлажнения зерна в аппарате А1-БУЗ с последующим отволаживанием.

Сточные воды и отходы после машины А1-БМШ обрабатываются в сепараторе А1-БСТ, где происходит первичное отделение жидкости. Прессуют мокрые отходы в шнековом прессе ББ-БПО, а сушат их в паровой сушилке У2-БСО.

Машина мокрого шелушения предназначена для мойки зерна, отжима и шелушения его поверхности.

Машина А1-БМШ состоит из следующих основных узлов: корпуса, станины, ротора, ситового цилиндра и привода.

Корпус 22 выполнен из чугунного литья. С помощью трех пустотелых стоек 20 он соединен с чугунной траверсой 8. Корпус, траверса и стойки образуют станину машины, к которой крепятся все ее функциональные узлы. Сверху траверсы болтами прикреплена стальная крышка 6, которая с траверсой образует кольцевой канал для разгрузки зерна. На крышке размещены верхний подшипниковый узел 4 и кронштейн для крепления электродвигателя. Снаружи пространство между корпусом и траверсой закрыто кожухом 23.

Основной рабочий орган — бичевой ротор. Он состоит из сплошного стального вала 24, на котором закреплены пять чугунных розеток 25. К розеткам болтами крепятся десять вертикальных стальных пластин — бичей 11. Внизу бichi соединены стальным кольцом. На каждом биче имеется 15 гонков 13, 14, согнутых в виде уголка. Гонки установлены под углом 40° к горизонту и служат для транспортирования зерна снизу вверх, а также для отбрасывания его к ситовому цилиндру. Гонки четырех нижних рядов выполнены из нержавеющей стали, остальные — из стали Ст. 45. Вверху на пяти бичах прикреплены чугунные лопатки 5, которые направляют зерно в выпускной патрубок. На нижних гонках 14 установлены регулируемые пластины. На двух нижних розетках внутри бичевого ротора имеется по пять гонков, с помощью которых зерно, находящееся в центре машины, возвращается в рабочую зону.

Нижняя часть ротора на высоте 300 мм вращается в кольцевом канале между стенками внутреннего 18 и внешнего 19 цилиндров. Это — моечная зона. Уровень воды в ней изменяют установкой съемных крышек: сплошной или перфорированной. Избыток воды сливается через верхний край внутреннего цилиндра 18 и через отверстия в съемной крышке.

Вал ротора вращается в верхнем 4 и нижнем 17 подшипниковых узлах. Сферический роликовый подшипник верхнего подшипникового узла воспринимает радиальные и осевые нагрузки ротора. В нижнем подшипниковом узле установлен сферический шариковый подшипник, воспринимающий только радиальные нагрузки. После сборки ротор обязательно подвергают динамической балансировке.

Ситовой цилиндр 10 состоит из двух полуцилиндров, которые соединены болтами с помощью двух регулировочных планок. На поверхности цилиндра выштампованы чешуйчатые отверстия размером 1,1x10 мм. Ситовый цилиндр установлен открытой частью чешуйчатых отверстий по ходу вращения ротора. Между кожухом 23 и ситовым цилиндром 10 образован кольцеобразный канал, через который удаляются отработавшая вода и отходы. Для удаления оболочек предназначено смывающее устройство, состоящее из аппарата управления 7 и разъемного пластмассового трубчатого кольца 9 с двумя рядами отверстий. Аппарат управления состоит из мембранныго вентиля с электромагнитным приводом, фильтра и запорного вентиля. Управляется смывающая система с помощью реле.

Привод ротора осуществляется от асинхронного электродвигателя 1 через клиновременную передачу 2. Электродвигатель установлен на поворотной плите, которая шарнирно связана с кронштейном крышки машины. Натяжение ремней производится поворотом плиты.

Технологический процесс мокрого шелушения зерна осуществляется следующим образом. Зерно и вода одновременно подаются в приемный патрубок. Зерно подхватывается гонками и поднимается вверх, последовательно проходя зоны мойки, отжима и шелушения. После обработки лопатки верхней части ротора выводят очищенное зерно в патрубок.

В процессе обработки зерно многократно отбрасывается гонками и ударяется о внутреннюю поверхность ситового цилиндра. В результате ударного воздействия и интенсивного взаимного трения зерен происходит очистка их поверхности от минерального загрязнения, надорванных оболочек, частиц зародыша и бородки. С поверхности зерна удаляется избыточная влага. Отходы проходят через чешуйчатые отверстия ситового цилиндра и падают вниз, а частицы, осевшие на внешней поверхности сита и корпуса, периодически смываются водой и выводятся вместе с основной массой отходов через кольцевой канал между конусами 15 и 16. Отработавшая вода из моечной зоны выпускается через внутренний конус 15.

Увлажнительные аппараты А1-БУЗ и А1-БАЗ имеют одинаковый принцип действия и идентичное устройство. Они дозировано подают воду в шnek, который перемешивает и транспортирует зерно.

Основным рабочим органом аппаратов является форсунка, подающая воду в зерновую массу.

Система подачи воды оборудована устройством контроля расхода, фильтром для очистки воды, вентилями и клапанами для управления потоком воды. Предусмотрено также автоматическое устройство, отключающее воду в случае прекращения подачи зерна в увлажнительный шnek. Элементы системы, обеспечивающие подачу воды, смонтированы на панели, которая закрепляется на стене в непосредственной близости от аппарата. В увлажнительном аппарате А1-БУЗ вода форсункой распыливается под давлением в водопроводной системе, а в аппарате А1-БАЗ — с помощью дополнительного мембранных компрессора, подающего сжатый воздух.

Машину А1-БШУ-2 применяют на этапе основного увлажнения, а на этапе доувлажнения перед подачей зерна в размольное отделение - А1-БШУ-1.

Зерно после обработки в триерах двумя потоками поступает на первое увлажнение в машины А1-БШУ-2, где приращение влаги может достигать 5 %, что существенно выше, чем в моечных машинах, в увлажнительных аппаратах и в машинах мокрого шелушения. Для зерна с начальной влажностью ниже 12% применяется повторное увлажнение в аппарате А1-БУЗ с последующим отволаживанием.

Машина интенсивного увлажнения А1-БШУ-1 устанавливается после воздушного сепаратора РЗ-БАБ перед бункером для кратковременного отволаживания. Здесь осуществляется доувлажнение зерна до 1 %. Применение машин интенсивного увлажнения исключило в технологии обработки зерна процессы мойки и мокрого шелушения, а также операции с моечными отходами. Машины А1-БШУ-1, А1-БШУ-2 не имеют существенных различий в принципе действия и конструкции основных узлов.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема: Технологическое оборудование размольного отделения мельницы**

#### **1. Вопросы лекции:**

1. Оборудование для измельчения зерна и промежуточных продуктов
2. Оборудование для сортирования на фракции по величине продуктов размола зерна
3. Оборудование для сортирования (обогащения) промежуточных продуктов размола зерна

**Вопрос 1:** При производстве муки процесс измельчения зерна и промежуточных продуктов является одним из главных. Измельчение зерна — одна из наиболее энергоемких операций. Измельчением называют процесс разделения твердых тел на части под действием ударных или ударно-истирающих внешних сил. Различаются 2 вида измельчения : простое измельчение ,при котором все составляющие твердое тело части разрушаются равномерно для получения однородной смеси; избирательное измельчение, при котором твердые тела неоднородные по составу, разрушаются для извлечения определенных частиц входящих в состав данных тел.

Теоретические основы процесса измельчения. При воздействии внешних усилий, когда напряжение в материале превышает силы сцепления частиц ,он распадается на более мелкие части. Главная проблема теории измельчения заключается в определении затрачиваемой при этом энергии. Под степенью измельчения понимают количественно выражение различий в крупности материала до и после измельчения. Существует несколько гипотез зависимости расхода энергии от результатов измельчения.

В то же время теоретические основы процесса измельчения позволяют определить основные направления сокращения расхода энергии на его осуществление.

Для снижения энергоемкости в процессе измельчения зерновых продуктов необходимо:

- Повысить износостойкость рабочего органа измельчителя, что снижает затраты, связанные с работой оборудования.

- Снизить прочность материала.

Прежде всего существенное влияние на энергоемкость процесса измельчения оказывают структурно механические свойства зерна и его анатомических частей, среди которых необходимо особо выделить: деформативные, прочностные и упруго кинетические свойства.

Учитывая избирательность процесса измельчения при сортовых помолах зерна пшеницы и ржи, заключающуюся в стремлении получить максимальный выход наиболее ценной части зерновки. Коэффициент извлечения можно определить как по общему, так и по частному извлечению.

Основной измельчающей машиной в процессе производства муки, определяющий режим работы, производительность и эффективность последующего технологического и транспортного оборудования,

служит вальцовый станок Установлено, что с повышением влажности зерна возрастает его сопротивляемость разрушению и повышается удельный расход электроэнергии на извлечение.

При определенных условиях увеличения отношения скоростей может привести к снижению степени измельчения продуктов. Изменение величины межвальцового зазора вызывает изменение силового нагружения частиц в зоне измельчения. Применяют нарезные и микрошероховатые вальцы. Рифли наносятся на поверхности рабочей части вальцов по некоторым углом к образующей цилиндром.

На заключительном этапе последовательного измельчения зерна и извлечения из него большей части эндосперма остаются продукты измельчения.

Рассматриваемые технологические операции измельчения обеспечивают интенсивное комплексное воздействие на продукты измельчения зерна и в разной степени сочетают ударный, истрахающий и сортирующий эффекты.

Вымольная машина А1-БВГ сочетают ударные стирающие воздействие бичей различной интенсивности с процессом просеивания. Основными механико-технологическими параметрами бичевых просеивающих машин служат окружная скорость бичевого ротора и размер отверстий сит.

Основными рабочими органами вымольной машины служат вращающийся бичевой ротор и ситовой полуцилиндр.

**Вопрос 2:** В процессе поэтапного последовательного измельчения зерна образуются частицы, отличающиеся по размерам, форме, плотности, фракционным и аэродинамическим свойствам. Сортирование промежуточных продуктов размола зерна по размерам происходит на ситах рассевов. Формально на ситах действительно происходит разделения частиц по размерам, но фактически она происходит и по качеству, так как разные фракции крупности отличаются не только размерами но и соотношениями содержания эндосперма и оболочек.

Сита, применяемые для разделения продуктов на фракции, представляют собой плоскую рабочую поверхность с отверстиями определенных форм и размеров.

Сита характеризуются следующими параметрами:

- Расстояние между осями двух соседних нитей называемые шагом
- Ширина отверстие в свету
- Диаметром нити
- Коеффициентом живого сечения который представляет собой отношение площади всех отверстий сита в свету.

Металлотканые сита изготавливают из стальной низкоуглеродистой и нержавеющей стальной проволоки.

Капроновые сита изготавливают из монокапроновых нитей.

Взамен капроновых сит рекомендованы сита из полiamинных нитей, которые по точности размером отверстий и прочности в 1,5 раза выше аналогичных показателей капроновых нитей. Сита из новых полiamинных нитей меньше провисают, срок их службы значительно выше.

Полученные при размоле зерна характеризуются различной крупностью в результате просеивания их можно на большое количество классов, причем классы разной крупности отличаются не только размерами, но и соотношением содержания эндосперма и оболочек. Именно на этом основаны технологии получения сортовой муки.

Основные требования, предъявляемые к процессу сортирования измельченных зерновых продуктов, сводятся к четкости разделения фракции по крупности. Введем следующие понятия:

Исходная смесь- смесь измельченных зерновых продуктов, поступающая в рассев для разделения на фракции

Проходовой продукт- масса частиц содержащихся в исходной смеси или выделенный из нее, которые по своим размерам меньше размеров отверстий данной сита

Сходовый продукт- масса частиц, содержащихся в исходной смеси или выделенных из нее, которые по своим размерам больше размеров отверстий данного сита.

В процессе просеивания всходовые частицы не могут попасть в проход при исправных ситах. По наличию недосева обычно судят об эффективности работы просеивающих машин.

**Вопрос 3:** Повышение содержание эндосперма в продукте, или сортирование по добротности, называют процессом обогащения. Он основан на методе вибропневматического сепарирования с просеиванием. Для этого применяют ситовечные машины, в которых разделение происходит на ситах, совершающих возвратно-поступательных движений с одновременным воздействием восходящих потоков воздуха.

По структуре процесса обогащения разделяется на системы, сортирующие раздельно крупные, средние, мелкие крупки и жесткий дунет первого качества, а так же мелкие крупки второго качества.

Принцип действия ситовечных машин - просеивание на плоских ситах в условиях восходящего воздушного потока.

При совместном воздействии потока воздуха и колебаний сит происходит расслоение разнородных компонентов смеси. Теоретически при воздействии воздушного потока через отверстия сит должны просеяться все частицы, так как отверстие сита ситовечной машины принимают большим по сравнению с размерами отверстий сит рассевов, в которых получены сортируемые продукты. Однако восходящий поток воздуха препятствует просеиванию частиц. Тяжелые объемные частицы преодолевают сопротивления воздуха и просеиваются через отверстие сит. Более легкие и плоские частицы не могут преодолевать сопротивления воздуха и просеяться и идут сходом сита. Естественно, что этот процесс происходит более эффективно вследствие самосортирования смеси, когда частицы, которые должны просеяться, располагаются вблизи сита, а более легкие находятся в отдалении от поверхности сита. Самые легкие частицы оболочек уносятся потоком воздуха.

Равномерность распределения сортируемого продукта по длине и ширине сит оказывает существенное влияние на эффективность процесса, поскольку слой продукта обеспечивает равномерное сопротивление воздушному потоку по всей площади сит и способствует лучшему расслоению продукта на ситах.

На мукомольных заводах применяют ситовечные машины 2-х типов: двухъярусные ЗМС и трехъярусные А1-БСО. Принцип действия этих машин одинаков, имеются отличия в конструкции отдельных элементов и в технологической схеме.

#### **1.4. Лекция 4 (2 часа)**

#### **Тема: Технологическое оборудование крупозаводов**

##### **1 Вопросы лекции:**

1. Оборудование для подготовки зерна к шелушению
2. Оборудование для шелушения зерна
3. Оборудование для шлифования и полирования крупы
4. Оборудование для получения дробленной крупы

##### **Вопрос 1: Разделение на фракции то есть калибрование, зерна имеет несколько целей:**

Для близких по размерам зерен можно более точно подобрать рабочий зазор в шелушильных машинах, что повысит эффективность шелушения

В отдельных случаях обеспечивается разделение смеси шелущенных и не шелущенных зерен после шелушения

Из калиброванного зерна можно более тщательно выделить примеси.

Для калибрования зерна используют круп сортировки и рассевы. Достоинство круп сортировок - высокая точность калибрования, а недостаток малая производительность. Рассевы А1-БРУ имеют 4 технологические схемы:

Для калибрования зерна применяют чаще всего рассевы с первой и второй технологическими схемами, достоинство рассевов заключается в их высокой производительности. Возможности регулирования кинематических параметров, что повышает эффективность сортирования.

При переработки овса в крупу можно калибровать зерна по длине в триерах для последующего разделения смеси шелущенных и не шелущенных зерен.

**Вопрос 2: Шелушение зерна- процесс отделения наружных пленок с поверхности ядра. Выбор способов шелушения зависит от строения зерна, прочность и связи пленок и ядра, прочности ядра, а также ассортимента**

вырабатываемой продукции. Если основным продуктом при переработки зерна является крупа из целого ядра, при шелушении стремятся избежать чрезмерного его дробления, в меньшей степени возможно сохранение его целостности при выработке дробленной крупы.

В настоящее время основными способами воздействия рабочих органов машин на зерно считают три: сжатие и сдвиг, многократный или однократный удары, интенсивное истирание оболочек об острошероховатую поверхность рабочих органов шелушильной машины.

Первый способ заключается в сжатии зерна между двумя поверхностями, расстояние между которыми несколько меньше размеров зерна, что вызывает сжатие и раскалывания оболочек, а

вследствие относительного движения поверхностей их сдвиг и отделения от ядра. Естественно такое воздействие на зерно целесообразно в тех случаях, когда оболочки зерна не срослись с ядром, как у зерна риса, гречихи, просо и овса.

Шелущение зерна в шелушильном поставе. Эта машина используется в основном для шелущения овса и риса. Рабочим органом машины являются два диска с вертикальной осью. Верхний диск неподвижен, нижний вращается на вертикальном валу. Зерно через центральное отверстие в верхнем диске поступают на нижний диск, под действием центробежной силы перемещается в рабочей зоне между дисками к периферии. Так как расстояние между дисками меньше размеров зерна, происходит его сжатие, оболочки раскалываются, а вследствие вращения нижнего диска происходит сдвиг оболочек и освобождение от них ядра.

Недостатком постава можно считать необходимость хорошей подготовки зерна, заключающейся в существенном снижении его влажности до 8... 10% (для овса)

Шелущение зерна в вальцедековых стаканах. Вальцовый станок применяется для шелущения зерна гречихи и просо.

Станок для шелущения гречихи имеет валик и деку, рабочая поверхность которых выполнена из абразивного материала - корунда, электрокорунда, наждака и др.

Рабочими органами стакана для шелущения просо является валик с абразивной покрытием и дека с рабочей поверхностью из специальных резино- тканевых пластин или полимерных материалов. Рабочий зазор между вальцов и декой имеет клиновидную форму.

Шелущение зерна в двухвалковых шелушителях. Рабочими органами являются вальцы длиной 400 и диаметром 200мм, покрытые специальной резиной или полиуретаном. Вальцы вращаются навстречу друг другу с отношением скоростей 1,45:1. Скорость быстровращающегося вальца 9,5 м/с. В рабочей зоне зерно снижается, пленки раскалываются, а вследствие разных рабочих рабочих поверхностей оболочки сдвигаются и освобождают ядро.

Шелущение зерна многократным ударом. Основными машинами, в которых зерно шелушится многократным ударом, являются бичевые машины. Эти машины либо такие же, как на мукомольных предприятиях, обычно машины с абразивной поверхностью или со стальной поверхностью, причем в последних машинах гладкая стальная поверхность заменяется на ребристую, которая образуется при укладке вдоль цилиндра профильных уголков или круглых стержней.

Шелущение зерна однократным ударом. Шелущение зерна производится в центробежных шелушителях. Принцип работ основан на ударе зерен, разгоняемых центробежной силой в роторе с радиальными или наклоненными с некоторым углом к радиусу ротора каналами, об отражательную поверхность, выполненную в виде кольца с радиусом несколько большим, чем радиус ротора.

Шелущение зерна длительным истиранием оболочек.

Основной машиной является А1-ЗШН-3 или первый аналог А1-ЗШН(1,5).

Исходное зерно поступает в рабочую зону шелушителя между вращающимися дисками и ситовой обечайкой, где в результате истирания вращающимися абразивными дисками, трения о обечайку.

При тернии выделяется большое количество тепла, а при шелущении указанным способом значительная часть отделенных наружных слоев представляет собой мелкий продукт в виде мучки, мелкой дробленки и измельченных пленок. По этому зона продувается воздушным потоком, который выходит из отверстий между дисками пустотелого вала и выходит через отверстия ситовой обечайки.

Интенсивность обработки продукта в машине зависит от длительности его пребывания в рабочей зоне. При полном заполнении рабочей зоны длительность обработки прямо пропорционально объему рабочей зоны и обратно пропорционально производительности машины.

**Вопрос 3:** Как правило, шелущенное зерно, за исключением гречневого, не является готовой крупой. Ядро становится крупой после его шлифование и полирование, т.е. удаления оставшихся плодовых, семенных оболочек, частично алайронового слоя и зародыша.

Шлифование. Улучшает внешний вид крупы, например, темный рис после шлифования становится белым.

Процесс шлифования заключается в постепенном истирании наружных частей ядра в результате интенсивного трения его об абразивную или другую острошероховатую поверхность, а так же взаимных трений ядер. В процессе шлифования ядра испытывают большие нагрузки, что приводит к неизбежному дроблению некоторых из них. Так, при шлифовании рисового ядра образуется основное количество дробленки. По этому от технического состояния машин, их правильного регулирования использования оптимальных режимов работы зависит эффективность процесса. Для шлифования крупы применяют шелушительно-шлифовальные машины.

Полирование крупы. Кроме шлифования, крупу так же и полируют. Полирование улучшает в основном внешний вид крупы. При полировании с поверхности ядра удаляется мучка, оставшаяся после шлифования, заглаживаются царапины, крупа становится более светлой и яркой. Для полирования применяют те же шлифовальные машины, в которых используют более мелкие абразивные материалы.

**Вопрос 4:** При производстве некоторых видов крупы требуется дробление или резанье крупы или ядра на части. Такое дробление применяют при производстве перловой и пшеничной крупы, если необходимо получить большее количество мелкой крупы, а так же при производстве дробленной овсяной крупы и хлопьев из такой крупы. В результате дробления или резанья крупы должны быть получены частицы определенного размера, при этом нужно, чтобы количество мучки было минимальной.

Для дробления ядра применяют вальцовые станки, вальцы которых имеют взаимно перпендикулярную нарезку. На медленновращающимся вальце нарезку делает продольной, на быстро вращающемся кольцевой. Шаг рифлей ей обычно равен около 2,5 мм.

Для резки овсяной крупы такой способ малопригоден: крупа пластична, не хрупка, легко сминается, плохо раскалывается. По этому используют специальные крупорезки. Принцип их действия достаточно прост .Крупа поступает внутрь вращающегося барабана с радиальными каналами. За тем крупа попадает в отверстие, в результате действия центробежной силы продвигается к наружной поверхности барабана и на выходе из отверстий срезается ножами ножевой рамой.

Такие крупорезки разрезают еду на несколько частей, при чем можно регулировать крупность частиц, при этом количество образующейся мучки не превышает одного %.

Для дробления зерна кукурузы на крупные части с одновременным отделением зародышей используют дежерминаторы. Рабочий орган дежерменатора конический барабан на поверхности которого имеются крупные рифли, нанесенные в виде винтовой линии с большим шагом, а за тем в виде пирамид с разными основаниями. Окружающая барабан коническая обечайка имеет так же выступ, а в нижней части сито из толстой стали поступающие в узкую часть конического зазора зерно разрушается рифлями и пирамидами.

## **1. 5 Лекция № 5 (2 часа)**

### **Тема: Технологическое оборудование хлебозаводов**

#### **Вопросы лекции:**

1. Тестомесильные машины
2. Оборудование для разделки теста
3. Расстойные шкафы и хлебопекарные печи

**Вопрос 1:** Особенностью работы тестомесильных машин периодического действия с подкатными дежами является то, что перед замесом в дежу загружается определенная порция компонентов, дежу подкатывают и фиксируют на фундаментной площадке тестомесильной машины. После замеса дежу с тестом откатывают в камеру брожения, где происходит его созревание в течение нескольких часов. К месильной машине в это время подкатывается следующая дежа, и цикл повторяется. На одну месильную машину приходится от 5 до 12 дежей в зависимости от производительности линии. Поскольку масса дежи с тестом достигает 300-500 кг, полы тестомесильных отделений выкладывают чугунными плитками. Перемещение дежей требует применения физического труда. Поэтому в отдельных конструкциях тесто приготовительных агрегатов используются специальные конвейеры (кольцевые, цепные) для механизации перемещения дежей.

В тестомесильных машинах со стационарными дежами замешенное тесто сразу же перегружается в специальные емкости для брожения.

Для замеса опары и теста влажностью не менее 39% в подкатных дежах при выработке различных сортов сдобных булочных изделий на хлебопекарных предприятиях малой мощности и в кондитерских цехах применяется машина периодического действия с подкатной дежей, в которой дежа в процессе замеса вращается на специальной площадке.

Машина состоит из станины рычага с месильным органом и направляющей лопаткой, ограждения месильного органа и привода. Месильный рычаг опирается на шарнирную вилку. Хвостовик рычага вставлен в подшипник, укрепленный в кривошипе, который смонтирован на

стуице звездочки. Замес теста производится в подкатной деже вместимостью 140 л. Дежа состоит из трехколесной каретки, на которой установлена сварная емкость. К днищу емкости приварен фланец со шлицевой втулкой, укрепленной в ступице каретки. В этой ступице укреплен шлицевой валик с квадратным хвостовиком. Дежа накатывается на площадку, при этом квадратный хвостовик шлицевого валика дежи входит в квадратное гнездо диска, дежа автоматически фиксируется и в нее подаются мука и все жидкие компоненты.

Машина приводится в движение от электродвигателя через главный редуктор. П. Вал червячного колеса имеет два выходных конца На одном конце укреплена звездочка цепной передачи, вращающая звездочку, которая приводит в движение месильный рычаг. Другой конец вала через муфту и соединительный валик передает движение червячному редуктору. На валу червячного колеса редуктора расположен диск, на котором вращается дежа. Для проворачивания месильного рычага вручную на противоположном конце вала электродвигателя укреплен маховик

Тестомесильные машины непрерывного действия. Тестомесильные машины непрерывного действия используются в составе тестоприготовительных агрегатов. В этих машинах рабочая камера выполняется, как правило, в виде корытообразной емкости, в которой располагаются один или два горизонтально вращающихся вала с месильными лопастями.

В бункерном тестоприготовительном агрегате используется тихоходная тестомесильная машина, которая состоит из станины, месильной емкости, питателя с ворошителем и сигнализаторами уровня муки, барабанного дозатора муки. Месильная емкость сверху закрыта двумя крышками из органического стекла. Крышка укреплена на съемной крышке, выполненной из нержавеющей стали. В крышке имеются отверстия для подвода и подачи жидких компонентов и опары. Выгрузка замешенной опары или теста производится через отверстие. Электродвигатель и все приводные механизмы машины закрыты ограждениями, в которых имеются открывающиеся двери.

Месильная емкость имеет корытообразную форму и выполнена из нержавеющей стали. Внутри емкости в выносных подшипниках качения расположены два параллельных вала, на которых укреплены съемные месильные лопасти.

Каждая лопасть расположена под углом к оси вала. С целью регулирования интенсивности замеса, а также производительности машины угол между осью месильного вала и касательной к поверхности лопасти можно изменять. Это производится путем отвинчивания гаек. После установки вручную необходимого угла лопасть фиксируется с помощью втулки. 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 и кольца. Это кольцо поджимается к поверхности скребка прижимной гайкой через резиновое демптирующее кольцо. Прижимная гайка фиксируется от самоотвинчивания винтом.

Регулирование количества подаваемой муки осуществляется изменением угла поворота дозировочного барабана.

Для контрольного отбора дозы 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.

**Вопрос 2:** Тестоделительные машины предназначены для отделения кусков одинаковой массы от всего количества теста или для разделения заранее взвешенного куска теста на несколько одинаковых кусков. Все тестоделительные машины делят тесто по объемному принципу. Поэтому для получения кусков одинаковой массы тесто должно иметь постоянную равномерно распределенную плотность. 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.

После деления теста на куски оно подвергается целому ряду технологических операций, сопровождающихся изменением массы. Поэтому, по массе готовых изделий, трудно установить на каком этапе технологического цикла произошло сверхнормативное изменение массы. 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 3,0%.

Относительная погрешность массы тестовой заготовки, характеризующая точность работы делителя, не должна превышать 2% для массовых сортов хлеба и 3% — для мелкоштучных изделий.

Сложность процесса деления теста обусловливается, прежде всего, неоднородностью самого продукта обработки. При делении теста одного какого-либо сорта в приемную воронку тестodelительной машины может поступать тесто различной консистенции и различной объемной массы вследствие отклонений при дозировании компонентов, а также из-за возможных нарушений режима технологического процесса. Кроме того, объемная масса теста зависит от свойств перерабатываемой муки и изменяется при делении теста в зависимости от степени обработки его в тестodelительной машине.

Для получения кусков теста равной массы имеют большое значение 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; при этом обеспечивается надежное заполнение рабочей камеры.

Постоянная величина давления на тесто в конце нагнетания в мерные карманы в течение всего периода работы машины обеспечивает постоянную степень уплотнения теста; куски из такого теста, равные по объему, получаются равной массы.

Конструкция тестodelительных машин должна обеспечивать:

- 1) возможность регулирования массы отмериваемого куска теста в заданных пределах в зависимости от сорта, состава и консистенции теста;
- 2) полное заполнение тестом заданного объема мерного кармана или постоянную скорость выпрессования жгута;
- 3) постоянную плотность теста отмериваемых кусков для обеспечения точности массы кусков.

В зависимости от способов нагнетания полуфабриката тестodelители можно классифицировать на машины с поршневым, шнековым, валковым, лопастным, комбинированным нагнетанием.

Тестodelители с поршневым нагнетанием являются наиболее распространенными. Они обеспечивают большую точность деления, так как в этих машинах возможно достичь значительного давления на тесто в конце нагнетательного процесса (при большем давлении имеет место меньший разброс плотности теста). Однако чрезмерно высокое давление приводит к таким нагрузкам, при которых ускоряется изнашивание деталей тестodelителя, увеличиваются вероятность поломки и энергетические затраты. Для обеспечения постоянного давления и для защиты машины от перегрузок в механизме нагнетания устанавливают стабилизаторы давления, а в камере нагнетания предусматривают возможность возврата избытка теста в приемную воронку.

Для обеспечения деления с погрешностью не более  $\pm 2\%$  объем камеры нагнетания должен быть таким, чтобы после окончания рабочего хода нагнетательного поршня от торца поршня до делительной головки оставался так называемый буферный объем, в несколько раз превосходящий объем одновременно заполняемых мерных карманов делительной головки. Ход поршня должен быть таким, чтобы вытесняемый им объем был несколько больше объема мерных карманов, при этом нагнетательный поршень часть своей траектории во время рабочего хода должен совершать при открытой заслонке, чтобы избыток теста выталкивался из камеры нагнетания обратно в приемную воронку.

Деление теста в машинах с поршневым нагнетанием состоит из следующих этапов: приема теста и передачи его в камеру нагнетания; уплотнения теста в камере нагнетания, передачи теста в карман делительной головки (в мерный карман) с обеспечением постоянной и равномерно распределенной плотности теста; возвращения избытка теста в приемную воронку; отделения отмеренного объема теста от теста, находящегося в камере нагнетания; выталкивания куска теста

из кармана делительной головки; отсекания этого куска от делительной головки; удаления куска из машины.

**Вопрос 3:** Технологическое назначение расстойки заключается в восстановлении пористой структуры теста, утраченной при делении и формировании заготовок. При разделке теста из сортовой пшеничной муки после округления в течение 5—7 мин производится предварительная расстойка. Эта операция не требует определенных параметров воздушной среды и, в ряде случаев, осуществляется при транспортировании заготовок к закаточным машинам. Окончательная расстойка проводится в течение 30-60 мин при относительной влажности воздуха 80-85% и температуре 35-40 °С.

В результате брожения 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.

Для окончательной расстойки используются люлечные конвейерные шкафы, имеющие Г-образную, П-образную и Т-образную форму. По расположению цепного конвейера расстойные шкафы можно подразделить на горизонтальные, вертикальные и комбинированные; по вырабатываемому ассортименту - на универсальные и специализированные. Универсальные шкафы используются в поточных линиях по выработке хлебобулочных изделий широкого ассортимента. Специализированные шкафы предназначены для комплексно-механизированных и автоматизированных линий при выработке изделий только определенных формы и массы.

В конвейерных шкафах применяются как однополочные, так и многополочные люльки. Многополочные люльки позволяют уменьшить габаритные размеры расстойного шкафа. Однако у этих люлек центр тяжести находится выше, чем у однополочных. Это приводит к тому, что в режиме кратковременных пусков конвейера, шарнирно подвешенные на втулочно-ROLиковых цепях, люльки начинают раскачиваться. При механизированных посадке и выгрузке тестовых заготовок необходимо, чтобы люльки останавливались точно у соответствующих зон шкафа. С этой целью электродвигатели привода оснащают встроенными тормозами, что усугубляет раскачивание люлек. При расстойке тестовых заготовок на стальных или фанерных листах даже небольшой наклон люльки может вызвать падение листа с тестовыми заготовками. Для ликвидации этого люльки оснащаются специальными упорами (по два с каждой стороны на лист). Однако упоры затрудняют посадку и выгрузку листов и нередко приводят к сцеплению люлек при раскачивании их в конвейерном шкафу. Конвейерные шкафы могут загружаться и разгружаться вручную или специальными укладчиками и посадчиками. Специализированные шкафы для окончательной расстойки представляют собой агрегаты с автоматической укладкой заготовок в расстойную люльку и перегрузкой на под люлечной или ленточной печи.

В поточной линии выработки хлеба печь занимает ведущее место. Это объясняется тем, что в печных агрегатах завершается весь комплекс процессов, связанных, с производством хлеба. Именно от процесса выпечки, который протекает в рабочих камерах хлебопекарных печей, в значительной степени зависит качество вырабатываемой продукции. Таким образом, от режима работы хлебопекарной печи зависят не только ее технико-экономические показатели (удельный расход топлива, пара, электроэнергии), но и внешний вид, пропеченность и объемный выход выпекаемого хлеба.

Хлебопекарные печи могут быть классифицированы по нескольким признакам:

1) по технологическому назначению: печи универсальные — для выпечки широкого ассортимента и специализированные — для выпечки специальных сортов;

2) по производительности: печи сверхмалой производительности (для пекарен), малой производительности (площадью пода до 8 м<sup>2</sup>), средней производительности (до 25 м<sup>2</sup>) и большой производительности (с площадью свыше 25 м<sup>2</sup>);

3) по конструктивным особенностям: печи тупиковые и туннельные;

4) по способу обогрева пекарной камеры: печи жаровые, печи с канальным обогревом, с рециркуляцией продуктов сгорания, печи с пароводяным обогревом, печи с электрообогревом; печи с комбинированным обогревом (каналы и пароводяные трубы).

Оценка работы печей производится по таким технико-экономическим показателям, как удельный расход топлива, пара, электроэнергии, удельный съем продукции с 1 и 1 занимаемой площади, металлоемкость.

Как показал опыт эксплуатации, тупиковые печи с канальным обогревом имеют в 1,5—2 раза больше удельный съем продукции с 1 м<sup>2</sup>, чем туннельные печи. Более экономичны печи с рециркулярным обогревом, которые вытесняют обычные канальные печи.

Туннельные печи имеют ряд существенных преимуществ перед тупиковыми конвейерными печами. Их применение обеспечивает организацию поточности 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 и т.д.

Наряду с этим, туннельные печи имеют и ряд недостатков. Рабочей площадью пода у этих печей является только верхняя ветвь конвейера, печи занимают большую производственную площадь (до 3 м на 1 т суточной производительности) по сравнению с тупиковыми

речами (0,5—1,5 м). Это повышает стоимость строительства хлебопекарных предприятий и эксплуатационные расходы.

Печи с электрообогревом перспективны в районах, где стоимость электроэнергии достаточно низкая.

## **1. 6 Лекция №6 (2 часа)**

### **Тема: Технологическое оборудование комбикормовых заводов**

#### **1. Вопросы лекции:**

1. Оборудование участка подготовки сырья к производству
2. Машины для измельчения сырья
3. Оборудование участка смешивания и дозирования сырья
4. Оборудование для гранулирования комбикормов

**Вопрос 1:** Зерновое сырье очищают обычно в воздушно-ситовых и магнитных сепараторах, мучнистое сырье — в ситовых и магнитных сепараторах. На ряде комбикормовых заводов сырье некоторых видов очищают в машинах большой производительности в процессе приемки сырья. На большинстве же заводов сырье очищают при обработке его на подготовительных линиях, о чем будет рассказано ниже. При очистке зернового сырья в воздушно-ситовых сепараторах выделяют крупные примеси, песок, легкие примеси. В отдельных случаях для выделения минеральных примесей из зерна применяют камнеотделительные машины. При очистке мучнистого сырья выделяют только крупные примеси, случайно оказавшиеся в нем при изготовлении, перевозках, растаривании и т. д. Жидкие виды сырья для улавливания случайных примесей очищают в сетчатых фильтрах-ловушках.

На комбикормовых заводах большое внимание уделяют выделению металломагнитных примесей, так как в поступающем сырье допускается их довольно высокая концентрация. Для более эффективного выделения примесей на комбикормовых заводах широко применяют электромагнитные сепараторы различных конструкций.

В последние годы все шире применяют гидротермическую или термическую обработку зерна и некоторых других видов сырья. Для обработки продуктов можно использовать СВЧ-поля и ИК-излучатели. Мощный поток энергии, подводимой к продукту, обеспечивает быстрый прогрев его. Обработка продукта ИК-излучением получила название микронизация.

Одним из наиболее распространенных методов обработки продуктов является его экструдирование. Экструдирование представляет собой процесс продавливания продукта через фильтры под большим давлением и при высокой температуре продукта. Подлежащий экструзии продукт в специальных аппаратах — экструдерах подвергается сжатию в процессе нагнетания шнеками, прогревается в результате внешнего подвода тепла и тепла, выделенного при механической обработке, продавливается через фильтры, на выходе из фильтр за счет резкого снижения давления происходит мгновенное испарение перегретой жидкости, расширение воздуха, заключенных в продукте. Экструдер представляет собой одно- или двухшnekовый пресс. Процесс экструзии может быть разделен на несколько зон. Первая — зона загрузки, откуда продукт подается в основную рабочую часть пресса. Вторая — зона сжатия, уплотнения продукта, где происходят механическое деформирование продукта, его нагрев, те физико-химические изменения, о которых говорилось выше, и т. д. Все это приводит к так называемой гомогенизации продукта, при которой он переходит в вязкотекучее состояние.

Нагрев продукта происходит в результате его сжатия, а также применения греющих шайб. В местах установки шайб часть продукта возвращается через горизонтальные поры назад в шнек, повторно перемещающий продукт вперед. В этих местах резко повышается температура. Последней зоной

можно считать зону собственно экструзии, где в результате резкого падения давления (в зоне уплотнения давление достигает 3...3,5 МПа) происходят структурные изменения, разрыв клеточных стенок продукта, резкое увеличение объема и пористости экструдата.

Такая жесткая обработка вызывает почти полное уничтожение микроорганизмов в готовом продукте. Повысить эффективность процесса экструдирования, снизить удельный расход электроэнергии можно, используя предварительное пропаривание продукта при давлении пара 0,1...0,3 МПа до влажности 17... 18%. Процесс экструдирования достаточно компактен, однако имеет ряд недостатков: довольно большой расход электроэнергии, быстрый износ рабочих органов, невысокую производительность. Однако достоинства получаемых продуктов, их высокая питательность, стерильность приводят к необходимости дальнейшего совершенствования экструдеров и процесса экструзии. В то же время жесткие режимы обработки приводят к частичным потерям ряда биологически активных веществ.

Разновидностью процесса экструзии является так называемое экспандирование продуктов. В специальных аппаратах-экспандерах различные продукты и готовые комбикорма подвергают более мягкой влаготепловой обработке.

Как и одношnekовый экструдер, экспандер имеет корпус, разделенный на секции. Шnekовый вал имеет также месильные рабочие органы. В корпусе установлены паровые форсунки, через которые в рабочую камеру подается пар достаточно высокого давления. В отличие от экструдера на выходе из экспандера установлена не матрица с фильтрами, а конус, образующий с обрезом корпуса регулируемую кольцевую цель (рис. XV-4). Положение конуса, создаваемое гидравлическим блоком, обеспечивает заданное давление внутри экспандера, а в сочетании с подачей пара и необходимую температуру продукта. В экспандере может быть достигнуто давление до 4 МПа и температура 130°C. Особенностью экспандирования является очень короткое время, порядка 5 с, обработки продукта. Рациональной рабочей температурой при обработке сырья комбикормов для свиней и птицы является 105..Л 10°C.

При выходе из экспандера в материале мгновенно снижаются влажность и температура до величин, определяющих структуру продукта. Размер частиц продукта можно менять с помощью специального обрезного устройства, расположенного за кольцевой щелью. Измельчение достаточно крупных частиц экспандера производят либо в вальцовом станке, либо в специальном измельчителе.

**Вопрос 2:** Технологический процесс производства комбикормов предусматривает грубое (крупное) измельчение кускового сырья, кукурузы в початках, минерального сырья. Для крупного измельчения устанавливают жмыхоломачи и камнедробилки, а для тонкого — вальцовые станки, молотковые дробилки и дезинтеграторы. Наиболее широко используют молотковые дробилки.

Принцип действия молотковых дробилок заключается в разрушении измельчаемых продуктов ударом быстровращающихся рабочих органов — молотков, ударом отбрасываемого молотками продукта о стальную деку и ситовую обечайку, истиранием продукта о сито. Процесс измельчения продукта в молотковой дробилке можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе продукт, поступивший в зону вращения молотков, разрушается посредством их удара. На этом этапе основное значение имеют скорость молотков, структурно-механические свойства продукта, угол встречи рабочей поверхности молотка с продуктом и др. Окружная скорость молотков может быть различной в зависимости от характера продукта и составляет 50... 100м/с. Так, по данным Л. А. Глебова, разрушение пшеницы начинается при скорости 43 м/с, а ячменя — 70 м/с. Гарантированное (полное) разрушение продуктов происходит при значительно более высоких скоростях 100... 130 м/с. Однако практически скорость молотков в дробилках существенно меньше, поскольку зерно подвергается не одному, многим ударам, причем после первых ударов происходит так называемое предразрушение продукта, в нем появляются микротрешины, снижающие прочность. Повторные удары наносятся молотками, декой (на втором этапе), затем в результате вращения молотков и воздушного потока, созданного ротором, частицы продукта вовлекаются во вращательное движение, что приводит к их истиранию на сите (третий этап).

Степень измельчения продукта зависит от многих факторов: окружной скорости молотков, их числа, расположения на роторе, формы, диаметра отверстий сита, вида сита и т. д.

Молотковые дробилки имеют молотки разной формы и размеров. Наиболее простые молотки имеют вид прямоугольной пластины толщиной 1,5-12мм с двумя отверстиями по краям пластины. Так как молотки быстро изнашиваются, такая форма молотков позволяет их использовать 4 раза, поворачивая на 180° в двух плоскостях. Применяют более массивные П-

образные молотки для тонкого измельчения. Для грубого измельчения устанавливают молотки треугольной формы с шестью рабочими гранями. В дробилках используют сита толщиной 1,5...3 мм. Более тонкие сита изнашиваются очень быстро. Основные типы сит — с круглыми или чешуйчатыми отверстиями.

Степень измельчения продукта зависит от размеров отверстий сита. Чем больше размер отверстий, тем крупнее измельченный продукт.

Так как ротор молотковой дробилки имеет большую массу и высокую скорость вращения, необходима его статическая и динамическая балансировка. Молотки заменяют, при этом их подбирают, взвешивая. Разность массы молотков в сборе с осью и гайками для крепления молотков, устанавливаемых на диаметрально противоположных сторонах ротора, не должна превышать 5 г. Ротор дробилки должен проворачиваться от руки свободно.

Достоинство молотковых дробилок заключается в их универсальности — с их помощью можно измельчать практически все виды сырья, поступающего в переработку. Молотковые дробилки имеют относительно небольшие габариты, высокую производительность. Недостаток молотковой дробилки состоит в неравномерной дисперсности измельченного продукта. Наряду с недостаточно измельченными частицами появляются и переизмельченные, т. е. очень тонкие. Получение тонких частиц сопровождается значительным расходом электроэнергии.

Для тонкого измельчения применяют также дезинтеграторы, в которых измельчение происходит между двумя дисками с пальцами. Повышение износостойкости и прочности молотков и сит достигается не только выбором соответствующей стали, но и использованием рядовой конструкционной стали с упрочненной поверхностью. Применение реверсивного ротора без какой-либо перестройки вдвое повысит ресурс дробилки. При износе сита, а также при изменении степени измельчения приходится заменять сито. Конструкция дробилок должна предусматривать возможность быстрой смены сит, в том числе без остановки ротора. В последнее время разработаны конструкции бес ситовых дробилок.

**Вопрос 3:** Дозирование — это операция, которая обеспечивает подачу в смесь установленного по рецепту или регламенту количества компонентов. Дозирование особенно широко применяют при производстве комбикормов и других продуктов комбикормового производства, составлении помольных партий и сортов муки на мукомольных заводах, кормовых смесей на крупяных заводах и т. п. Неудовлетворительное дозирование может снизить питательную ценность комбикорма, привести к перерасходу дорогостоящих компонентов и т. д.

Дозируют сыпучие продукты — зерно, муку, отруби и др., а также и некоторые жидкие компоненты — мелассу, жир и др.

Дозирование может быть непрерывным и периодическим. При непрерывном дозировании все компоненты подают одновременно непрерывными потоками в соотношениях, предусмотренных рецептами, в смеситель, где их также непрерывно перемешивают. При периодическом дозировании отмеряют порцию каждого компонента, затем составляют из этих порций смесь определенной массы, которую затем перемешивают.

Компоненты дозируют по объему или массе продукта с помощью объемных или весовых дозаторов.

Объемные дозаторы чаще всего являются дозаторами непрерывного действия, весовые — периодического действия. Однако в ряде случаев применяют объемные дозаторы периодического действия, например, в некоторых аппаратах для фасовки муки и крупы в мелкую тару. На комбикормовых заводах начинают использовать весовые дозаторы непрерывного действия. Для жидких компонентов применяют в основном объемные дозаторы непрерывного и периодического действия.

Для каждого дозатора характерна определенная точность дозирования. Наименьшую точность дозирования имеют объемные дозаторы для сыпучих продуктов. Это объясняется непостоянством физико-химических свойств продуктов из-за изменения их влажности, крупности и т. д., сказывающихся на сыпучести и объемной массе. Поэтому в одном и том же объеме дозатора может содержаться разное по массе количество продукта. Точность объемного дозирования зависит от количества дозируемого продукта. Требуемая точность дозирования установлена специальными коэффициентами. Так, при количестве дозируемого продукта менее 1 % коэффициент равен 0,3, от 1 до 10% — соответственно 0,2 и более 10% — 0,1. Допустимое отклонение в количестве дозируемого продукта определяют, умножая это количество на соответствующий коэффициент. Например, количество дозируемого компонента составляет 20%. Тогда точность дозирования составит  $20 \times 0,1 = \pm 2\%$ . Следовательно, фактическая подача компонента может быть 18...22%. При дозировании микродобавок точность дозирования должна

быть выше, коэффициент установлен в размере 0,03, т. е.  $\pm 0,3\%$  от количества дозируемых микродобавок.

Весовые дозаторы имеют более высокую точность дозирования, но абсолютное отклонение массы дозируемого продукта от номинала зависит от количества этого продукта.

К объемным дозаторам для сыпучих материалов относят в основном четыре типа: барабанные, шнековые, тарельчатые, вибрационные (вибролотковые).

**Весовое дозирование.** Для периодического дозирования устанавливают механические или электронные весовые дозаторы. Наиболее распространены одно- или многокомпонентные дозаторы типа ДК. В многокомпонентных дозаторах использован принцип уравновешивания массы компонентов квадрантом циферблатного указателя, автоматического преобразования значения массы в кодированную форму, сравниваемую с заданной массой в программе компьютера.

Точность дозирования составляет  $\pm 0,5\%$  от максимальной грузоподъемности весового дозатора. Различают абсолютную и относительную погрешность дозирования. Абсолютную погрешность определяют, умножая точность дозирования на максимальную грузоподъемность весового дозатора. Поэтому для каждого дозатора абсолютная погрешность постоянна. Относительную погрешность дозирования рассчитывают делением абсолютной погрешности на массу дозируемого продукта. Например, абсолютная погрешность дозатора 10ДК-2500 составляет  $0,5 \cdot 2500/100 = 12,5$  кг.

Поэтому обычно для дозирования компонентов применяют систему из двух-трех дозаторов разной производительности. С помощью комплексов автоматического дозирования КДК-1, КДК-2, КДК-3 управляют соответственно одним, двумя и тремя дозаторами. Для повышения точности применяют систему дозирования с автоматическим отслеживанием фактической дозируемой массы и ее коррекцией в последующих дозах продукта. Такая система позволяет повысить точность дозирования до 0,1%. Снижение погрешности дозирования компонентов возможно и при использовании так называемых двухдиапазонных дозаторов. Эти дозаторы АД-2000-2К и АД-500-2К имеют два диапазона взвешивания — соответственно 20...200 и 200...2000; 5...50 и 50...500 кг. Переключение диапазона производится автоматически.

На комбикормовых заводах применяют также горизонтальные электронные (тензометрические) дозаторы АД-3000-ГК для составления предварительных смесей зернового и гранулированного сырья.

Для более эффективной работы дозаторов не следует их загружать на полную грузоподъемность; нужно в каждом цикле дозирования дозировать сначала компоненты, входящие в состав рецепта в наибольшем количестве. Дозаторы необходимо эксплуатировать в автоматическом режиме с использованием пультов программного управления. В ручном режиме следует работать только во время наладки дозатора.

Повышение точности обеспечивается также применением двухскоростных электроприводов питателей, которые дозируют до 95% компонента на высокой скорости, а досыпку — на малой, а также максимальным сокращением протяженности самотечных труб от питателей до весового бункера. Кроме остановки питателей, нужно предусматривать отсечку продукта в самотечной трубе перед входом его в весовой бункер.

Кроме многокомпонентных весовых дозаторов, на некоторых операциях используют однокомпонентные весовые дозаторы грузоподъемностью 2, 10, 20, 40, 70 и 100 кг. Недостаток их состоит в необходимости переналадки при изменении количества дозируемого продукта.

**Непрерывное весовое дозирование.** Для дозирования зерен и компонентов комбикормов применяют весовые дозаторы непрерывного действия. Рабочий орган дозатора — наклонная пластина, уравновешиваемая гирей на шкале. Зерно из воронки падает на наклонную пластинку и отклоняет ее. Полное уравновешивание рычагов происходит при заданном потоке зерна. При изменении потока зерна пластина отклоняется, и с помощью пневмоцилиндра изменяется положение заслонки, увеличиваются или уменьшаются поперечное сечение выходного отверстия для зерна и, следовательно, поток зерна. Дозатор обеспечивает точность дозирования  $\pm 10\%$ .

Для дозирования компонентов комбикормов применяют ленточные весовые дозаторы. Достоинство таких дозаторов заключается в высокой производительности, одновременном дозировании всех компонентов, что, в свою очередь, также повышает производительность линии дозирования.

Смешивание — механический процесс, обеспечивающий равномерное распределение всех компонентов по всему объему смеси. В результате смешивания получают однородную смесь компонентов. В зерноперерабатывающей промышленности перемешивают порошкообразные

компоненты, например: различные по качеству, но близкие по размерам частиц потоки муки, зерно, сыпучие и жидкие продукты.

На эффективность смещивания влияют физико-механические свойства компонентов. Чем ближе по этим признакам свойства частиц, тем быстрее происходит их смещивание. Частицы компонентов, имеющих разные размеры, разную плотность и т. д., смещиваются дольше при прочих равных условиях. Дольше происходит смещивание, если какие-либо компоненты находятся в смеси в малых количествах.

На эффективность смещивания влияет огромное количество трудно учитываемых факторов, поэтому смещивание следует рассматривать как стохастический (вероятностный) процесс. При этом вероятность распределения каждого компонента рассматривается примерно как равная. Поэтому, оценив распределение какого-то одного компонента в смеси, можно условно считать, что и остальные компоненты распределены с наименьшей вероятностью. Такое предположение обосновано в случае, когда оцениваемый компонент вводится в небольших количествах, а его физико-механические свойства отличаются от свойств большинства основных компонентов. Смесь можно рассматривать как состоящую всего из двух компонентов: определяемого, называемого ключевым, и всех остальных.

**Периодическое смещивание.** В связи с широким распространением дискретного весового дозирования создано много конструкций смесителей периодического действия. Смесители могут быть механическими, гравитационными, пневматическими, вибрационными.

В механических смесителях перемещение частиц осуществляется механическими рабочими органами — лопастями, спиральными лентами и т. п.; в гравитационных перемещение частиц в значительной мере происходит в результате силы тяжести; в пневматических — струями движущегося воздуха; вибрационных — в результате вибрации аппарата. Цикл смещивания обычно составляет 4...6 мин. При вводе жидких компонентов, особенно высоковязких, длительность цикла может быть увеличена до 10 мин. Циклографма работы смесителя (рис. XV-11) с вводом сыпучих и жидких компонентов показывает последовательность операций: заполнение компонентами, смещивание, выгрузка смеси, а также последовательность работы заслонок при выгрузке смеси.

В отдельных случаях применяют вертикальные шнековые смесители, в которых вал со шнеком установлен вертикально или под углом, параллельно образующей конического корпуса. При вращении вала, а также его планетарном перемещении вдоль стенок корпуса продукт поднимается шнеком вверх и под действием силы тяжести ссыпается вниз. При таком кругообороте и происходит перемешивание продуктов. Этот смеситель требует меньше электроэнергии, но не эффективен для трудносыпучих, сыпучих и жидких компонентов. Вертикальные шнековые смесители имеют смешанный принцип действия — механический и гравитационный.

**Непрерывное смещивание.** Непрерывное смещивание компонентов используют при их непрерывном дозировании.

**Вопрос 4:** Как отмечалось выше, гранулы представляют собой, как правило, небольшие частицы в форме цилиндра 0,2,4...20 мм, длина их не превышает 1,5...2 диаметров. Размеры гранул зависят от применения. Мелкие гранулы предназначены в основном для кормления молодняка птицы (цыплят, утят, индюшат и др.), гранулы диаметром около 5 мм — для взрослой птицы, для рыб, более крупные гранулы — для свиней, крупного рогатого скота и т. д.

Если гранулы не предназначены для непосредственного скармливания, например гранулированные отруби, то их размеры выбирают, исходя из прочностных свойств, условий хранения и т. п. Процесс производства крупных гранул менее энергоемок, но гранулы менее прочны, поэтому при гранулировании отрубей производят гранулы диаметром около 10 мм.

Гранулированные комбикорма имеют ряд достоинств по сравнению с рассыпными. Каждая гранула представляет собой полный набор всех питательных веществ, заключенных в комбикорме. Гранулы, предназначенные для рыб, долгое время находятся в воде, сохраняя питательные вещества. Гранулированные комбикорма удобны для механизации кормления животных, птицы, их удобно раздавать по кормушкам.

**Сухое гранулирование.** Наиболее распространенный способ — сухое гранулирование. Для этой цели используют специальные прессы-грануляторы. В подавляющем большинстве грануляторов в качестве рабочих органов применяют вращающиеся кольцевые матрицы и прессующие валки (рис. XV-13). Валки могут быть одинакового или разного диаметра, число валков равно двум или трем.

Матрица представляет собой толстостенное кольцо, в котором по радиусу или с уклоном до  $20^\circ$  проделаны отверстия, представляющие собой каналы, или фильтры, круглого сечения. Между внутренней поверхностью матрицы и прессующими валками образуются клиновидные зазоры. В эти зазоры поступает продукт, в результате вращения матрицы и трения продукта начинают вращаться прессующие валки. Чтобы повысить коэффициент трения между продуктом и валком, на поверхности валка делают продольную нарезку.

Продукт продавливается через отверстия матрицы, предварительно уплотняясь в клиновидном зазоре. По мере движения продукта в зазоре повышается давление, а когда напряжения сжатия превысят сопротивление продукта; ранее запрессованного в каналах (фильтрах) матрицы, очередная порция продукта начинает продавливаться в каналы. Проходя через каналы, продукт приобретает размеры и форму, соответствующие размерам и форме каналов. Выходящие из каналов гранулы срезаются специальными ножами.

Изготавливают прессы и с так называемой плавающей матрицей. В этих прессах в одну сторону вращаются от привода три прессующих ролика, матрица уравновешена распорным усилием этих роликов; в результате трения продукта она начинает вращаться в ту же сторону, что и валки. Применяют также прессы с плоской матрицей, устанавливаемой горизонтально и неподвижно. Ролики катятся по верху матрицы, запрессовывая в отверстия продукт.

В последнее время такие прессы получают все большее распространение, так как плоская матрица дешевле и после износа рабочей поверхности может быть перевернута и использована вторично. Кроме того, в прессе лучшие условия загрузки рабочих органов, более спокойная их работа.

При прессовании необходимо получать достаточно прочные гранулы, которые будут мало крошиться при транспортировании, загрузке бункеров, выгрузке и т. д. В то же время получение чрезмерно прочных гранул не вызывается необходимостью, так как такие гранулы хуже поедаются животными, а на их изготовление расходуется излишняя электроэнергия.

Так как на процесс гранулирования влияют физико-механические (реологические) свойства продуктов, то производится перед прессованием их направленное изменение, что способствует улучшению условий прессования. Изменяют свойства продуктов, регулируя их влажность, температуру, дисперсность, добавляя компоненты, облегчающие прессование.

Пресс-гранулятор, кроме прессующего узла, имеет узел дозирования — смешивания продукта. В смесителе из форсунок непосредственно в продукт подается пар под давлением 0,2...0,4 МПа (при гранулировании рассыпного комбикорма давление пара 0,34...0,4 МПа). Некоторые особенности имеет процесс гранулирования БВД из-за большого содержания в них белка (протеина). БВД, в составе которых большое количество белков животного происхождения, обрабатывают паром при давлении 0,4...0,5 МПа, с большим количеством белков растительного происхождения — 0,2...0,3, а с содержанием до 10% карбамида — 0,2 МПа. В результате пропаривания влажность комбикорма повышается с 11...13 до 15...17%, а температура — до 75...85°C. Улучшить свойства прессуемого продукта, приводящие к снижению энергоемкости и повышению прочности гранул, можно, добавляя связующие вещества. Среди связующих веществ особое место занимают меласса, жир, которые являются также питательными компонентами.

Как правило, количество связующих веществ невелико — до 3% от массы продукта. Продукты с добавлением связующих веществ можно не пропаривать, хотя при пропаривании результаты прессования получаются лучше. В МТИПП (Соколов А. Я., Полищук В. Ю.) проведены значительные работы по оптимизации параметров фильтров. Основные виды фильтров представлены на рисунке XV-15. Для лучшего входа продукта в фильтры их входные отверстия изготавливают с большим диаметром, чем диаметр цилиндрической части фильтров. Входная полость фильтров имеет чаще всего коническую форму; форма может быть и торOIDальной. Длина цилиндрической части фильтров определяет прочность гранул: чем длина больше, тем гранула прочнее, так как в результате большего сопротивления перемещению продукта в фильтре увеличиваются давление прессования и длительность воздействия. Однако излишняя длина фильтров приводит к снижению производительности пресса и повышению расхода электроэнергии.

Матрица с короткими фильтрами может иметь малую толщину и недостаточную прочность и жесткость. Поэтому при большой толщине матриц фильтры укорачивают за счет расширения выходной полости. Более высокую эффективность имеют фильтры с гладкой внутренней поверхностью.

Получению прочных гранул способствует равномерный дисперсный состав продукта. При прессовании выравненного по крупности продукта расход электроэнергии снижается на 20...25%.

Гранулы, выходящие из пресса, имеют высокую температуру и влажность, поэтому они непрочны и легко разрушаются. Их необходимо сразу после выработки охлаждать в специальных охладительных устройствах. В охлажденных гранулах содержание крошки (проход сита с отверстиями 0 2 мм) не должно превышать 5%. После охлаждения гранулы обычно просеивают на ситах с отверстиями 0,2...2,5 мм или на проволочном сите с размером отверстий 1,6...2 мм для отделения крошки и мучнистых частиц, которые направляют на повторное прессование.

## **1. 7 Лекция № 7 (2 часа) Тема: Технологическое оборудование маслозаводов**

### **1. Вопросы лекции:**

1. Оборудование для подготовки семян.
2. Оборудование участка отжима масла.
3. Оборудование для очистки масла.

**Вопрос 1:** Семенная масса, поступающая на хранение и переработку, представляет собой неоднородную смесь из семян и органических (стебли растений, листья, оболочки семян), минеральных (земля, камни, песок), масличных (частично повреждённые или проросшие семена основной масличной культуры) примесей.

Очистку семян от примесей производят на очистительных машинах – сепараторах, аспираторах, камнеотборниках, используя следующие методы:

- разделение семенной массы по размерам путём просеивания через сита с отверстиями разных размеров и формы.
- разделение семенной массы по аэродинамическим свойствам путём продувки слоя семян воздухом;
- разделение металлопримесей и семян по ферромагнитным свойствам.

Подготовка семян к извлечению масла предусматривает очистку семян от примесей, калибрование семян по размерам, кондиционирование семян по влажности, аналогичные соответствующим операциям перед закладкой семян на хранение; обрушивание семян; разделение рушанки на фракции; измельчение ядра.

Обрушивание семян и отделение ядра от оболочки. Масличные семена по характеру оболочек делят на две группы – кожурные (подсолнечник, хлопчатник) и бескожурные (лён, рапс, сурепка, кунжут). Кожурные семена перерабатывают после отделения оболочки, бескожурные – без её отделения.

Обрушивание (шелушение) – разрушение оболочек масличных семян производят разными способами:

- раскалыванием оболочки ударом (подсолнечник);
- сжатием оболочки (клещевина);
- разрезанием оболочки (хлопчатник);
- обдиранием оболочки о шероховатые поверхности (конопля).

Поэтому рабочие органы машин для шелушения разные:

- для удара семян о металлические поверхности (бичевые и центробежные семенорушки), например семенорушка бичевого типа МРН, обрушающими элементами которой являются колосники с волнистой поверхностью – деки;
- с режущими стальными рабочими органами (дисковые типа АС-900, ножевые и вальцовые шелушилки);
- с гладкими или рифлёными металлическими поверхностями для раздавливания.

Недостатком этих методов является частичное разрушение ядра, появление сечки и масличной пыли.

Более современная модель – центробежная обрушающая машина РЗ-МОС, преимуществом которой является ориентирование семян длинной осью в момент удара о деку. При таком ударе всю нагрузку воспринимает лузга, и ядро почти не дробится, в то время как при ударе плашмя сильно дробится и ядро, потери масла с отходящей лузгой увеличиваются.

Из современных направлений обрушивания семян наибольший интерес представляют следующие методы :

1) аэродинамический, суть которого заключается в том, что семена, поступающие в аппарат, подхватываются сжатым воздухом, который подаётся через сопло, затем семена выбрасываются через трубу в разгрузитель; обрушивание происходит под действием нескольких факторов: истирающего действия самой струи, сил инерции, избыточного давления в самих семенах;

2) создание избыточного давления внутри семени; метод используется в нескольких вариантах:

- в электромагнитном поле сверхзвуковой частоты, под действием которого влага из ядра испаряется практически мгновенно, пары концентрируются в пространстве между ядром и оболочкой, давление внутри семени повышается, оболочка разрушается;

- многократным изменением давления (в герметичной камере семена подвергаются пульсирующему действию высокого давления, в результате чего появляются усталостные явления в семенах, что вызывает разрушение оболочки);

- однократным сбросом давления (семена помещаются в аппарат с повышенным давлением и после быстрой разгерметизации попадают в приёмник с атмосферным давлением; за счёт мгновенного перепада давления внутри и снаружи семени происходит разрушение оболочки).

Общее достоинство этих методов: не происходит значительного разрушения ядра, мало сечки и масличной пыли.

Недостатки: дорогое техническое воплощение и большие затраты электроэнергии.

В результате обрушивания семян получают рушанку, представляющую собой смесь нескольких фракций: целых семян – целяка, частично необрушенных семян – недоруша, целого ядра, половинок ядра, разрушенного ядра – сечки, масличной пыли и лузги (оболочки подсолнечника, у хлопчатника – шелуха). Установлены нормы содержания целяка, недоруша, сечки и масличной пыли.

Разделение рушанки на фракции. Для разделения рушанки используют различия в свойствах её отдельных компонентов: в линейных размерах; по массе; в аэродинамических свойствах; по электрофизическим свойствам; по сопротивлению трению.

Используются аспирационные семеновейки Р1-МСТ, электросепараторы СМР-11, для разделения рушанки хлопчатника – пурифайеры, для разделения дробленки сои – сепараторы Граностар воздушно- ситового типа.

Рушанку разделяют на ядро и лузгу (шелуху).

Отделение оболочек от ядр имеет большое значение. При этом повышается качество масла, так как в него не переходят липиды оболочек, содержащие большое количество сопутствующих веществ; повышается производительность оборудования; уменьшаются потери масла с лузгой за счёт замасливания.

Измельчение ядра. Целью этой операции является разрушение клеточной структуры ядра для максимального извлечения масла при дальнейших технологических операциях. Для измельчения ядра и семян используют однопарные, двупарные и пятивалковые станки с рифлёными и гладкими поверхностями. В результате получают сыпучую массу мяту.

При лепестковом помоле на двупарной плющильной вальцовке и двупарном плющильно-вальцовом станке ФВ-600 получают лепесток – пластинки сплющенного жмыха толщиной менее 1 мм.

**Вопрос 2:** Извлечение масла производят двумя способами: прессованием и экстракцией. На основе этих двух способов разработаны следующие технологические схемы производства растительных масел: однократное прессование; двукратное прессование – извлечение масла путём предварительного отжима (форпрессования) с последующим окончательным отжимом (экспеллированием); холодное прессование – извлечение масла из сырья без предварительной влаготепловой обработки; форпрессование – экстракция – предварительное обезжиривание масла путём форпрессования с последующим его извлечением путем экстракции бензином; прямая экстракция – экстракция растворителем без предварительного обезжиривания.

Для эффективного извлечения масла из мяты проводят влаготепловую обработку при непрерывном и тщательном перемешивании. В производственных условиях процесс влаготепловой обработки состоит из двух этапов:

- первый этап – увлажнение мяты и подогрев в аппаратах для предварительной влаготепловой обработки мяты – инактиваторах или про-парочно-увлажнительных шнеках. Мяту нагревают до температуры 80 – 85 °С с одновременным увлажнением водой или острый паром. При этом происходят избирательное смачивание и уменьшение энергии связи масла с

нелипидной частью семян на поверхности мякти. Влажность семян подсолнечника после увлажнения составляет 8–9%;

– второй этап – высушивание и нагрев увлажнённой мякти в жаровнях различных конструкций. При этом изменяются физические свойства масла – уменьшаются вязкость, плотность и поверхностное натяжение.

Материал, получаемый в результате жарения, называется мезгой.

Предварительный отжим масла – форпрессование. Прессованием называется отжим масла из сыпучей пористой массы – мезги. В результате извлекается 60 – 85% масла, т.е. осуществляется предварительное извлечение масла – форпрессование. Для прессования применяют прессы различных конструкций. В зависимости от давления на прессуемый материал и масличности выходящего жмыха шнековые прессы делят на прессы предварительного съёма масла – форпрессы и прессы окончательного съёма масла – экспеллеры.

Шнековый пресс представляет собой ступенчатый цилиндр, внутри которого находится шнековый вал. Стенки цилиндра состоят из стальных пластин, между которыми имеются узкие щели для выхода отжатого материала. В результате форпрессования мезги получают форпрессовое масло (называемое часто прессовым) и форпрессовый жмых. Содержание масла в жмыхах составляет 14 – 20%. Его направляют на дополнительное извлечение масла. Мезгу направляют на окончательное прессование или для получения лепестка. В промышленности используют форпрессы МП-68, ЕТП-20, ФР, Г- 24.

Окончательный отжим масла – экспеллирование осуществляется в более жёстких условиях, в результате чего содержание масла в жмыхах снижается до 4 – 7%.

Маслопрессы типа УПМ-1 и УММП-1М-50 предназначены для получения масла из сырых семян масличных культур.

Принцип работы установки состоит в постепенном многоступенчатом разрушении и сжатии семян двумя наборными шнеками с изменяющимся шагом и специальными измельчителями. Семена перед загрузкой в бункер проходят предварительную очистку от металлических включений, камней, песка, земли и доводят до необходимой влажности (7 – 9%).

УПМ-1 имеет три рабочих зоны. Первая зона – загрузочная, куда самотёком через бункер поступают семена.

Вторая зона – нагрева, в этой зоне, окольцованной снаружи нагревательными элементами (ТЭНами), проходит измельчение и нагревание семян. Интенсивное кратковременное нагревание до 95 – 115 °C приводит к ослаблению поверхностных сил, удерживающих масло в мякти, и масло переходит в относительно свободное состояние. В третьей зоне, образованной зеерной камерой, происходит непосредственный отжим и выход масла через зазоры между зеерными планками.

Секционный корпус является основным элементом установки. Он включает в себя блок нагрева, две зеерные секции, две опорные стойки, а также два шнековых вала со шнеками, насадками и истирающими кулачками. В ступице, закреплённой на задней опорной стойке, установлено на каждом валу по одному радиальному и упорному подшипнику.

Загрузочный бункер представляет собой сварной корпус прямоугольного сечения. В зависимости от условий эксплуатации экструдера загрузочный бункер может быть различных типоразмеров, с магнитной ловушкой.

Раздвоитель служит для передачи крутящего момента от стандартного цилиндрического редуктора на два шнековых вала секционного корпуса, вращающихся в одну сторону. Раздвоитель представляет механизм, состоящий из косозубой передачи наружного зацепления. В раздвоителе предусмотрен узел опорных подшипников для восприятия осевых усилий от шнековых валов, возникающих в процессе обработки и прессования.

Привод состоит из стандартного цилиндрического редуктора и электродвигателя, установленных на общей раме совместно с секционным корпусом и раздвоителем. Редуктор соединён с раздвоителем цепной муфтой, крутящий момент от электродвигателя к редуктору передаётся клиноремённой передачей.

В экструдере присутствуют две основные электрические схемы: привода двигателя и подогрева секционного корпуса.

Извлечение масла методом экстракции органическими растворителями эффективнее прессового метода, так как содержание масла в проэкстрагированном материале (шроте) менее 1%.

В нашей стране в качестве растворителей для извлечения масла из растительного сырья применяют экстракционный бензин марки А и нефрас с температурой кипения 63 – 75 °С.

Экстракция — это диффузионный процесс, движущей силой которого является разность концентраций мисцеллы — растворов масла в растворителе внутри и снаружи частиц экстрагируемого материала. Растворитель, проникая через мембранны клеток экстрагируемой частицы, диффундирует в масло, а масло из клеток — в растворитель. Под влиянием разности концентраций масло перемещается из частицы во внешнюю среду до момента выравнивания концентраций масла в частице и в растворителе. В этот момент экстракция прекращается.

Экстракцию масла из масличного сырья проводят двумя способами: погружением и ступенчатым орошением .

Экстракция погружением происходит в процессе непрерывного прохождения сырья через непрерывный поток растворителя в условиях противотока, когда растворитель и сырьё продвигаются в противоположном направлении относительно друг друга. По способу погружения работают экстракторы НД-1000, НД-1250, «Олье-200». Такой экстрактор состоит из загрузочной колонны, горизонтального цилиндра и экстракционной колонны, внутри которых установлены шнеки.

Сырьё в виде лепестка или крупки поступает в загрузочную колонну, подхватывается витками шнека, перемещается вниз загрузочной колонны, проходит горизонтальный цилиндр и попадает в экстракционную колонну, где с помощью шнека поднимается в верхнюю её часть. Одновременно с сырьём в экстрактор подаётся бензин температурой 55 – 60 °С. Бензин перемещается навстречу сырью и проходит последовательно экстрактор, горизонтальный цилиндр и загрузочную колонну. Концентрация мисцеллы на выходе из экстрактора 15 – 17%.

Обезжиренный остаток сырья — шрот выходит из экстрактора с высоким содержанием растворителя и влаги (25 – 40%), поэтому его направляют в шнековые или чанные (тостеры) испарители, где из него удаляют бензин.

Преимущества экстракции погружением: высокая скорость экстракции, простота конструкции аппаратов, безопасность их эксплуатации. Недостатки способа: низкие концентрации конечных мисцелл, высокое содержание примесей.

Экстракция способом ступенчатого орошения. При этом способе непрерывно перемещается только растворитель, а сырьё остаётся в покое в одной и той же перемещающейся ёмкости или движущейся ленте. Этот способ обеспечивает получение мисцеллы повышенной концентрации (25 – 30%), с меньшим количеством примесей. Недостатки этого способа – большая продолжительность экстракции, повышенная взрывоопасность производства.

Наша промышленность использует горизонтальные ленточные экстракторы МЭЗ-350, Т1-МЭМ-400, ДС-70, ДС-130, «Луги-100», «Лурги-200», ковшовые экстракторы «Джанация», корзиночный экстрактор «Окрим». Более современным является карусельный экстрактор «Экстехник» (Германия), работающий по принципу многоступенчатого орошения в режиме затопленного слоя.

При экстракции на ленточном экстракторе МЭЗ сырьё из бункера подаётся на движущуюся сетчатую ленту транспортёра, проходит под форсунками и оросителями, орошается последовательно мисцеллой и бензином. Экстрактор имеет восемь ступеней с рециркуляцией мисцеллы и восемь мисцеллосборников.

После экстракции мисцелла содержит до 1% примесей, и её направляют на ротационные дисковые или патронные фильтры для очистки . Дистилляция — это отгонка растворителя из мисцеллы. Наиболее распространены трёхступенчатые схемы дистилляции.

На первых двух ступенях мисцелла обрабатывается в трубчатых плёночных дистилляторах. На первой происходит упаривание мисцеллы. На второй — мисцелла обрабатывается острым паром при температуре 180 – 220 °С и давлении 0,3 мПа, что вызывает кипение мисцеллы и образование паров растворителя. Пары растворителя направляются в конденсатор. На третьей ступени высококонцентрированная мисцелла поступает в распылительный вакуумный дистиллятор, где в результате барботажа острым паром под давлением 0,3 мПа происходит окончательное удаление следов растворителя.

После дистилляции масло направляют на рафинацию.

**Вопрос 3:** Рафинация -это процесс очистки масел от сопутствующих примесей. К примесям относятся следующие группы веществ:

сопутствующие триглицеридам вещества, переходящие из доброкачественного сырья в масло в процессе извлечения;

вещества, образующиеся в результате химических реакций при извлечении и хранении жира; собственно примеси – минеральные примеси, частицы мозги или шрота, остатки растворителя или мыла.

Помимо нежелательных примесей из жиров при рафинации удаляются и полезные для организма вещества: жирорастворимые витамины, фосфатиды, незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты.

Рафинированные жиры легче окисляются, так как из них удаляются естественные антиокислители – фосфатиды и токоферолы. Поэтому рафинацию стремятся проводить таким образом, чтобы при максимальном извлечении нежелательных примесей сохранить полезные вещества.

Все методы рафинации делятся на: физические – отстаивание, центрифугирование, фильтрация, которые используются для удаления механических частиц и коллоидно-растворенных веществ; химические – сернокислая и щелочная рафинация, гидратация, удаление гессипола, которые применяются для удаления примесей, образующих в маслах истинные или коллоидные растворы с участием удаляемых веществ в химических реакциях; физико-химические – отбеливание, дезодорация, вымораживание, которые используются для удаления примесей, образующих в маслах истинные растворы без химического изменения самих веществ .

Физические методы. Механические примеси (частицы мозги и жмыха) не только ухудшают товарный вид жира, но и обусловливают ферментативные, гидролитические, окислительные процессы. Белковые вещества способствуют протеканию реакции Майара (меланоидинообразования) и образованию липопротеидных комплексов. Механические примеси удаляют сразу же после получения масла.

Отстаивание – это процесс естественного осаждения частиц, находящихся во взвешенном состоянии в жидкой среде, под действием силы тяжести. При длительном отстаивании масла происходит выделение из него части коллоидно- растворенных веществ – фосфолипидов, слизей, белков за счёт их коагуляции. Масло после отделения осадка становится прозрачным. На промышленных предприятиях для отстаивания применяются механизированные двойные гущеловушки с электромеханическими вибраторами.

Центрифугирование – процесс разделения неоднородных систем под действием центробежных сил. В промышленности применяют корзиночные, тарельчатые, трубчатые центрифуги, например горизонтальную осадительную центрифугу непрерывного действия НОГШ-325, сепаратор А1-МСП. Для разделения тонких систем используют скоростные центрифуги: разделительные – для разделения двух несмешивающихся фаз (вода – жир) и осветляющие – для выделения из жидкостей тонкодисперсных механических примесей.

Для разделения суспензий применяют гидроциклоны, действие которых основано на использовании центробежных сил и сил тяжести.

Фильтрование – процесс разделения неоднородных систем с помощью пористой перегородки, которая задерживает твёрдые частицы, а пропускает жидкость и газ. Форпрессовое и экспеллерное масла подвергают фильтрованию дважды.

Сначала проводят горячее фильтрование при температуре 50 – 55 °C для удаления механических примесей и отчасти фосфатидов. Затем – холодное фильтрование при температуре 20 – 25 °C для коагуляции мелких частиц фосфатидов.

В промышленности используют фильтр-прессы, состоящие из 15 – 50 вертикально расположенных фильтрующих ячеек, находящихся на одной общей горизонтальной станине. В ячейке находится фильтровальная ткань, которая постепенно забивается осадком (фузом). Фуз используют для получения масла экстракционным способом, а остаток – в мыловарении.

Химические методы. Гидратация – процесс обработки масла водой для осаждения гидрофильных примесей (фосфатидов, фосфопротеидов).

В результате гидратации фосфатиды набухают, теряют растворимость в масле и выпадают в осадок, который отфильтровывают. Для полного удаления фосфопротеидов применяют слабые растворы электролитов, в частности хлорид натрия .

В целом гидратация сводится к тому, что масло нагревается до определённой температуры (подсолнечное и арахисовое – до 45 – 50 °C), смешивается с водой или барботируется острым паром, выдерживается для образования хлопьев с последующим отделением масла от осадка.

В промышленности используют паровой, электромагнитный и гидротермический методы гидратации. Применяют оборудование периодического действия, непрерывного действия с

тарельчатыми отстойниками и сепараторами «Лурги» и «Вестфалия» (Германия), «Альфа-Лаваль» (Швеция).

В результате гидратации получают пищевое масло, пищевой и кормовой фосфатидные концентраты, масло для дальнейшей рафинации.

Щелочная рафинация – обработка масла щёлочью с целью выведения избыточного количества свободных жирных кислот. Процесс щелочной нейтрализации состоит из следующих операций: обработка фосфорной кислотой для разрушения негидратируемых фосфатидов; нейтрализация щёлочью; первая промывка водой температурой 90 – 95 °C для удаления мыла; вторая промывка водой; обработка лимонной кислотой для удаления следов мыла; сушка в аппаратах под вакуумом.

Нейтрализацию проводят непрерывным и периодическими методами.

Периодический способ разделения фаз в гравитационном поле с водно-солевой подкладкой основан на растворении мыла в воде или в водном растворе хлорида натрия. При периодическом методе нейтрализацию осуществляют в нейтрализаторе. Это аппарат цилиндрической формы с коническим дном, паровой рубашкой и грабельной мешалкой для перемешивания жира и щёлочи. Щёлочь подают сверху через распылители или снизу через змеевики. Через распылители подают раствор соли и воды.

Непрерывные методы:

- с применением сепараторов для отделения масла от соапстока под действием центробежных сил;
- с разделением фаз в мыльно-щелочной среде, при котором тонкодиспергированный жир пропускают через раствор щёлочи, образующееся мыло растворяется в щёлочи, нейтрализованный жир всплывает и отводится из аппарата;
- рафинация в мисцелле – рафинация масла, выходящего в виде мисцеллы из экстрактора, без операции дистилляции, устраняется воздействием высоких температур на масло.

В результате щелочной рафинации уменьшается содержание свободных жирных кислот, жиры осветляются, удаляются механические примеси. В маслах, рафинированных щёлочью, наличие осадка не допускается.

Физико-химические методы. Отбеливание – процесс извлечения из жиров красящих веществ путём их обработки сорбентами. Для отбеливания жиров и масел широко используют отбелевые глины – отбелевые земли (гумбрин, асканит, бентонит). Они представляют собой нейтральные вещества кристаллического или аморфного строения, содержащие кремниевую кислоту или алюмосиликаты. Для усиления эффекта отбеливания в отбелевые глины добавляют активированный уголь. Кроме того, при добавлении к смеси отбеленной глины и угля карбонатов никеля и меди выводится сера из рапсового масла. Процесс отбеливания заключается в перемешивании жира с отбеленной глиной в течение 20 – 30 минут в вакуум-отбеленных аппаратах. После отбеливания адсорбент отделяют с помощью рамных фильтр-прессов с ручной выгрузкой осадка. Используют также непрерывно действующие линии для отбеливания жиров, оснащённые герметичными саморазгружающимися фильтрами фирм «Де Смет», «Альфа-Лаваль».

Дезодорация – процесс отгонки из жира летучих веществ, сообщающих ему вкус и запах: углеводородов, альдегидов, спиртов, низкомолекулярных жирных кислот, эфиров и др. Дезодорацию проводят для получения обезличенного масла, необходимого в маргариновом, майонезном, консервном производстве. Процесс дезодорации основан на разнице температуры испарения ароматических веществ и самих масел.

В промышленности используют способы периодического и непрерывного действия дезодорации жира.

Периодический способ. Основным методом дезодорации является отгонка вкусоароматических веществ в токе водяного пара – дистилляция. Профильтрованные жиры помещают в аппараты-дезодораторы, добавляют лимонную кислоту для повышения стойкости к окислению. Жир нагревают до 170 °C и под вакуумом с острый паром температурой 250 – 350 °C отгоняют вкусоароматические вещества. Производительность дезодораторов периодического действия в среднем 25 т/сут.

Непрерывные способы дезодорации жира осуществляются как на отечественных, так и на импортных установках.

Дезодорация жира на установке фирмы «Де Смет» (Бельгия), включающей дезодоратор плёночно-барботажного типа, осуществляется в два этапа. На первом этапе летучие вещества отгоняются путём контактирования острого пара с тонкой плёнкой масла, образующейся за счёт

стекания пара по вертикальному пакету пластинок. Окончательная дезодорация производится в кубовой части аппарата путём барботирования масла острый паром под давлением 66,5 – 266 мПа.

Производительность этой установки 80 т/сут. Аналогична этой установке отечественная установка А1-МНД.

Дезодорацию жира на установках «Спомаш» (Польша) и «Альфа-Лаваль», включающих дезодораторы барботажного типа (вертикальная тарельчатая колонна с высотой слоя масла на тарелке 30 – 50 см), проводят при температуре 200 – 230 °C. Дезодораторы имеют узлы улавливания погонов, что позволяет совмещать дезодорацию с отгонкой свободных жирных кислот. Производительность установок соответственно 100 и 150 т/сут.

Вымораживание – процесс удаления воскообразных веществ, которые переходят в масла из семенных и плодовых оболочек масличных растений. Вымораживание проводят в начале или после рафинации. Сущность процесса вымораживания заключается в охлаждении масла до температуры 10 – 12 °C и последующей выдержке при этой температуре при медленном перемешивании для образования кристаллов воска. Затем масло подогревают до 18 – 20 °C для снижения вязкости и фильтруют. Профильтрованное масло прозрачное, не мутнеет при охлаждении даже до 5 °C.

## **1.8 Лекция № 8 (2 часа)**

**Тема: Современное оборудование для убоя КРС, свиней и разделки туш**

### **1. Вопросы лекции:**

- 1 Оборудование для убоя животных
- 2 Оборудование для снятия шкур, оперения
- 3 Оборудование для подготовки туш к дальнейшей переработке

**Вопрос 1:** Убой скота и разделку туш осуществляют на поточно-механизированных линиях или с помощью комплекта специального оборудования. В состав линии по убою и переработке КРС и свиней входят следующее оборудование:

- устройство для оглушения животных
- подъемники -подвесные пути -установка для сбора крови
- механизмы для пересадки туш
- установка для съемки шкур
- приспособления для растяжки туш
- столы для приемки и разборки внутренних органов
- пилы для продольной распиловки туш -устройства для зачистки туш
- весы

Оглушение выполняют с целью обездвиживания животного, лишения его чувствительных восприятий в период посадки на подвесной путь и проведения обескровливания. Оглушают только КРС и свиней.

Существуют следующие способы оглушения животных:

1. поражение нервной системы электрическим током
2. поражение головного мозга механическим воздействием
3. анестезирование диоксидом углерода или иными химическими веществами.

Простейшим механическим способом оглушения животного является удар в лобную часть молотом(деревянным или пневматическим), а также с помощью различных аппаратов, стреляющих пулями или различными стержнями.

Оглушение животных электрическим током получило наибольшее распространение. Для оглушения КРС существуют три схемы, зависящие от способа подведения электродов к телу животного.

1 способ - Животному на затылочную часть головы накладывают вилкообразный стек с двумя контактами, между которыми пропускают ток.

2 способ - Вторая схема характеризуется тем, что одним контактом является вмонтированный в стек острый металлический стержень, а в качестве второго служит металлическая плита, на которой находятся передние ноги животного.

3 способ - По третьему способу роль электроконтактов выполняют, смонтированные на полу бокса. Они изолированы между собой, и к каждой подведена фаза, разноименная по отношению к соседней. После замещения животного в боксе к контактам подводят электрический ток.

Свиней оглушают током промышленной или повышенной частоты.

Аппараты для оглушения скота установлены в боксах, которые в зависимости от конструктивных особенностей и вида обрабатываемых животных делят на:

- полуавтоматические и автоматические
- одинарные и двойные
- периодического и непрерывного действия
- специализированные (для одного вида животных) и универсальные

**Вопрос 2:** Установки для механической съемки шкур бывают периодического и непрерывного действия. В установках периодического действия туши при съемке шкуры находится в неподвижном состоянии; в установках непрерывного действия шкуру снимают в процессе движения туши на конвейер.

Установка для снятия шкур с туш КРС периодического действия А1-ФУУ состоит из механизма снятия шкуры, фиксатора и станции гидропривода фиксатора.

Механизм снятия шкуры включает следующие основные узлы: металлическую ферму с направляющими специального профиля для тяговой цепи, тяговую цепь с крюками, приводную, натяжную и поворотную звездочки и привод тяговой цепи.

Привод тяговой цепи установлен в верхней части механизма и состоит из четырехскоростного электродвигателя, муфты, червячного редуктора и цепной передачи, которое передает вращательное движение выходного вала редуктора приводной звездочке тяговой цепи механизма снятия шкуры. Привод обеспечивает скорость движения тяговой цепи 0,071; 0,105; 0,136 и 0,210 м\с.

Фиксатор состоит из стальной рамы, гидроцилиндра, установленного на кронштейнах рамы, двух направляющих для перемещения каретки для фиксации туш. Станция гидропривода фиксатора включает масляный насос, реверсивный золотник с ручным управлением и систему трубопроводов.

Туша по подвесному пути подается к месту снятия шкуры и с помощью фиксатора растягивается. Для этого передние конечности туши захватывают цепями, а другие концы цепи надеваются на крюки каретки при ее нахождении в крайнем верхнем положении. Перемещаясь по направляющим вниз, каретка растягивает тушу. Работой фиксатора управляют с помощью реверсивного золотника.

Фиксатор с гидроприводом обеспечивает равномерное натяжение туши с усилием до 15 кН на протяжении всей съемки шкуры, компенсируя удлинение туши ее постоянным подтягиванием.

Оборудования для снятия оперения с птиц.

Бильная машина служит для снятия оперения с тушек птицы. Она состоит из двух сварных корпусов и регулируемых опор. В каждом корпусе вращается рабочий барабан с полувальными резиновыми билами. На входе барабана установлено 96 больших бил, в центре - 88 средних и на выходе - 85 малых.

Барабаны вращаются на встречу друг другу с частотой 372 мин. При прохождении между ними тушек птицы происходит съем оперения. Привод барабанов осуществляется от электродвигателей через клиноременную передачу. Машина имеет регулировки, позволяющие изменять положение барабанов по ширине и высоте. Снятое оперение попадает в желоб, расположенный в полу под бильной машиной, и транспортируется водой в цех утилизации отходов.

Аппарат для подшпарки тушки служит для тепловой обработки оперения, оставшегося на концах крыльев, шее и голове.

Аппарат имеет сварной корпус, установленный на каркасе из труб и перемещающийся по высоте с помощью винтового механизма. Сверху к корпусу аппарата прикреплены две пары направляющих (верхняя для крыльев, нижняя для головы), положение которых можно регулировать по высоте и ширине.

Лоток для ручной дооцинки состоит из поддона, помещенного на регулируемых по высоте опорах. Дооцинка проводится с двух сторон лотка. Снятое перо сбрасывается в поддон, из которого периодически удаляется водой через патрубок.

**Вопрос 3:** В зависимости от потребительских качеств различают мясокостные, слизистые, шерстные и мякотные субпродукты. Их обрабатывают на различных технологических линиях с помощью агрегатов и отдельных машин.

Линия для обработки говяжьих валов В2-ФГЛ предназначена для обвалки и разрубки говяжьих голов, отрыва нижней челюсти, извлечения мозга и гипофиза, а также промывки обваленного мяса. В состав линии входят приемный стол, стол обвалки нижней челюсти, стол приема черепной коробки, технологический стол, конвейеры подачи голов и промытого мяса, машины для отделения челюстей В2-ФЧБ, машины для разрубки голов Г6-ФРА, барабан для промывки субпродуктов К7-ФМЗ-А, три технологических площадки и электрошкаф.

Агрегат Я2-ФУГ для обработки свиных голов включает станину, шпарильный чан, скребмашину, опалочную камеру, полировочную машину, конвейер, механизм съема голов и электрооборудование.

Работа агрегата заключается в следующем. Цепь конвейера перемещает каретки со штырями, на которые насаживают свиные головы. При огибании натяжной звездочки каретки погружают головы в горячую воду. Длительность шпарки определяется временем нахождения головы в воде. После приводной звездочки каретка с головой проходит последовательно скребмашину, опалочную печь, полировочную машину и подходит к зоне съема головы. Длительность нахождения обрабатываемых голов в этих машинах составляет соответственно 45, 30 и 45 с.

Линии для обработки шерстяных субпродуктов Я2-ФД2-ШI предназначена для обработки субпродуктов КРС (путевых составов, ушей, губ) и свиней (ног, ушей, межсосковой части). В состав линии входят около двадцати единиц оборудования, основными из которых являются ленточный и скребковый конвейеры, центрифуги ошпарки и мойки, опалочная печь, машина для снятия копыт и барабан для промывки субпродуктов.

На мясоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности для обработки субпродуктов вместо линий применяют их базовые машины совместно с необходимым вспомогательным оборудованием. К таким машинам относят центробежные машины Г6-ФЦШ, установку Ф6-ФСА.ПС, промывочный барабан К7-ФЗМ-А, моечный барабан БСН-2М, а также опалочную печь Я2-ФДШ-4/6.

## **1.9 Лекция №9 (2 часа) Тема: Технологическое оборудование для переработки мяса**

### **1.Вопросы лекции:**

1. Технологическое оборудование для измельчения мяса
2. Оборудование для перемешивания мясного сырья
3. Оборудование для наполнения оболочек фаршем в колбасном производстве.
4. Оборудование для тепловой обработки мясных продуктов

**Вопрос 1:** Измельчение - это технологическая операция, которой подвергают все виды мясного сырья, используемого в колбасном и мясоконсервном производствах.

В зависимости от размера получаемых частиц измельчение условно можно разделить на крупное, среднее и тонкое.

Крупное измельчение применяют при производстве натуральных консервов, а также сырокопченых колбас. В первом случае мясо нарезают на куски 30...100г, а для изготовления сырокопченых колбас сырье перед посолом нарезают на куски массой 300... 500 г.

Среднее измельчение мясного сырья необходимо при выработке сыровяленых и копченых колбас, а также некоторых видов консервов.

Тонкому измельчению подвергают сырье при производстве сосисок, сарделек, вареных и ливерных колбас, а также консервов для детского и диетического питания.

Для крупного измельчения промышленность выпускает мясорезательные машины, измельчители мясных блоков и специально настроенные на выполнение такой операции шпигорезки.

Среднее измельчение осуществляется с помощью волчков и шпигорезок с соответствующей настройкой рабочих органов.

Куттеры, коллоидные мельницы, эмульситаторы, дезинтеграторы и гомогенизаторы предназначены для получения фарша с частицами, соответствующим требованиям тонкого измельчения.

Мясорезательные машины и шпигорезки.

Принципиально все мясорезательные машины схожи в одном - резание мяса осуществляется в двух плоскостях относительно его движения - в продольной и поперечной. Однако реализация этого принципа в разных машинах неодинакова.

В дукаскадных резательных машинах необходимая степень измельчения мяса зависит от расстояния между дисковыми ножами первого и второго каскадов. Вторая группа мясорезательных машин работает по принципу шпигорезок: два размера получаемых кусков мяса регулируют с помощью плоских ножей, расположенных в двух рамках, а третий (длина) зависит от величины подачи измельчаемого мяса или частоты вращения вала с серповидным дисковым ножом.

В дукаскадной мясорезательной машине мясо измельчается вращающимися дисковыми ножами первого каскада и подается на поворотный барабан, после чего попадает на дисковые ножи второго класса, расположенные перпендикулярно первому. В результате прохождения ножей первого каскада

мясо нарезается полосками, после второго оно представляет собой отдельные кусочки. Производительность этой машины около 3 т/ч, мощность привода 3,6 кВт.

Устройство и принцип работы машины Я2-ФИА существенно отличается от описанного выше.

Машина Я2-ФИА предназначена для измельчения мяса на куски и охлажденного шпика на кусочек при производстве ветчины в оболочке или некоторых сортов сыроокопченых колбас. Она состоит из сварной станины с закрепленными на ней сборочными единицами и деталями: планетарным ножом, блоком плоских ножей, бункером, валами (главный правый и левый эксцентриковые), механической блокировкой, горловиной и электрооборудованием.

Планетарный нож крепят с помощью шлицевого соединения на главном валу. Он служит для поперечной резки сырья, предварительно разрезанного в продольном направлении плоскими ножами.

Блок плоских ножей выполнен в виде корпуса и двух перпендикулярно расположенных рамок с набором ножей. Совершая колебательные движения, ножи разрезают мясо или шпик в направлении его подачи.

Бункер служит для приема загружаемого сырья, главный вал - для синхронной работы дискового планетарного ножа и подающего шнека, правый и левый эксцентриковые валы - для приведения в колебательное движение рамок с наборами плоских ножей, блокировка - для предохранения рабочих узлов машины, от возможных перегрузок. В качестве привода использован электродвигатель мощностью 10 кВт. Производительность машины зависит от величины измельчаемого сырья и колеблется по мясу от 3,4 до 2,1 т/ч, по шпиру - от 0,8 до 1,2 т/ч.

Машину поставляют заказчику в разобранном виде, и по дополнительному заказу она может быть укомплектована подъемником Я2-ОГБ-1.

Волчки. Наиболее обширную группу машин для среднего измельчения мясного сырья составляют волчки. На этих машинах сырье обычно измельчают перед посолом и тонким измельчением.

Волчки представляют собой машину непрерывного действия и в принципе имеют одинаковое устройство: состоят из механизмов подачи, измельчения и привода.

Механизм измельчения в волчке может быть коническим, цилиндрическим или плоским. Последний представляет собой набор в виде неподвижных ножевых решеток (приемной, промежуточных и выходной) с отверстиями круглой или иной формы (диаметром 25, 16, 12, 5, 3 и 2 мм) и вращающихся многозубых ножей с прямолинейным или криволинейным лезвиями.

Одним из основных факторов, влияющих на качество работы волчка, является величина усилия, с которыми режущие кромки ножей прижимаются к плоскостям ножевых решеток. Чрезмерное усилие ведет к увеличению силы трения в режущей паре и, как следствие, к ее нагреву, интенсивному износу, резкому увеличению затрат энергии, нагреванию.

**Вопрос 2:** В колбасном и мясоконсервном производстве после измельчения сырья его перемешивают с индигриентами рецептур для получения однородных систем. Потребность в этой операции может возникать при смешивании различных компонентов; для вымешивания сырья до нужной консистенции; в процессе приготовления эмульсий и растворов; для получения однородного состояния продукции в течение определенного времени; в случае, когда необходимо интенсифицировать тепло- и массообменные процессы.

Выбор способа и смешивания оборудования для выполнения этой операции определяется целью перемешиванием и агрегатным состоянием обрабатываемых сред. Существуют следующие виды перемешивания: механическое - с помощью различной конструкции; пневматическое - сжатым воздухом, паром или инертным газом; циркуляционное - с помощью насосов и сопел; поточное - непрерывное перемешивание за счет интенсивного взаимодействия в потоке двух или более разнородных жидкостей и др.

В мясной промышленности наибольшее распространение получило механическое перемешивание, применяемое в качестве основной (про производстве колбасных изделий, фаршевых консервов и полуфабрикатов) или сопутствующей (при производстве соленых и копченых мясных продуктов, пищевых и технических жиров, клея, желатина, органопрепаратов, переработке крови) операции.

Для перемешивания используют механические мешалки, фаршемешалки, фаршесмесители и др. Две первые группы машин относят к оборудованию периодического действия. Смесители могут быть как непрерывного, так и периодического действия.

Механические мешалки состоят из трех основных узлов: дежи - емкости, в которой происходит перемешивание, рабочего органа - перемешивающего устройства, а также привода,

обеспечивающего вращение дежи и рабочего органа. Емкости могут быть выполнены в виде барабана, корыта и чаши.

Барабан установлен в мешалках для жидких и слабовязких продуктов. Вращаясь вокруг своей оси или диагональной оси, цилиндр одновременно выполняет роль перемешивающего устройства. Чаша могут иметь коническое или плоское дно. Корыта бывают с призматическим или желобчатым днищем. Последние в зависимости от количества вращающихся валов мешалки выполняют одно-, двух- или трехжелобчатыми.

Смешивающие устройства являются рабочими органами мешалок. Их конструктивные особенности зависят от вида смешиваемого сырья и выхода готовой продукции.

Фаршемешалки. В зависимости от способа выгрузки фаршемешалки делят на машины с поворотной, опрокидывающейся и неподвижно закрепленной емкостью. Загружают их ручным или механизированным способом. В последнем случае фаршемешалки оснащают специальными подъемниками-опрокидывателями транспортных тележек.

Фаршемешалки могут быть с открытой и герметичной емкостями. Последние оснащаются вакуумными насосами. В таких фаршемешалках качество получаемой продукции выше - обрабатываемое в них сырье имеет требуемые цвет и консистенцию, также низкий уровень микробиологической обсемененности.

Наиболее простое устройство и принцип работы, характерный для данной группы технологического оборудования, имеет фаршемешалка Л 5-ФМ2-У-335. По своей технической характеристике она относится к группе оборудования средней мощности, что предполагает использование ее как на небольших перерабатывающих предприятиях, так и на городских мясокомбинатах.

Фаршесмесители. Фаршесмеситель с отъемной чашей имеет две части: стационарную и передвижную. Стационарная часть фаршесмесителя состоит из плиты, пустотелой стойки и кулачковой мешалки. В верхней части стойки расположен червячный вал, вращающийся в двух подшипниках. Червячный вал вращает червячное колесо, которое жестко связано с валом кулачковой мешалки. Вместе с червячным колесом мешалка может вращаться вокруг центра червячного вала, что необходимо при смене чаши. В нижней части расположен электродвигатель, который через цепную передачу приводит во вращение червячное колесо и кулачковую мешалку. Кроме того, электродвигатель через цепную передачу вращает червячный вал.

Фаршесмеситель работает следующим образом: чашу загружают, и она на тележке подается к стационарной части фаршесмесителя. Для правильного и точного сцепления червячного вала с червячным колесом на плате имеются специальные канавки для колес чаши и фиксатор для платформы тележки.

После зацепления червячного вала с колесом мешалка осуществляется в чашу, опускаются также предохранительный щит и рычаг, включается электродвигатель и начинается перемешивание продукта. В процессе работы чаша непрерывно вращается вокруг оси червячного колеса, чем обеспечивает равномерное перемешивание продукта. После окончания перемешивания выключают электродвигатель, поднимают рычаг вместе с предохранительным щитом и чашку на тележке откатывают со стационарной чашкой фаршесмесителя.

Фаршесмесители непрерывного действия - составная часть комплексов или агрегатов оборудования, предназначенных для выполнения нескольких технологических операций в непрерывном потоке. Кроме того, их можно эксплуатировать самостоятельно.

**Вопрос 3:** Механическое воздействие на мясоное сырье для придания ему необходимой формы и размеров называют формированием. Эта технологическая операция является одной из основных при производстве колбасных и кулинарных изделий (котлеты, пельмени, мясные хлеба и т.п), и от ее выполнения зависит не только выход, но и качественные показатели готовой продукции.

Оборудование для формования могут быть периодического и непрерывного действия, открытого (продукт контактирует с окружающей средой) и закрытого(вакуумного) исполнения.

Для наполнения колбасной оболочки фаршем служат шприцы. Конструктивно их делят на гидравлические и пневматические периодического действия и механические непрерывного действия. Колбасные оболочки наполняют фаршем с помощью специальных металлических трубок-цевок. Кроме гидравлических и механических используют вакуумные шприцы. Как правило, они имеют непрерывный принцип работы.

Кулинарные изделия формуют с помощью оборудования непрерывного действия - котлетных, пельменных и пирожковых автоматов, а также машины для формования мясных хлебов. Это оборудование можно применять как самостоятельно, так и в составе комплексов и поточных линий.

Простейший шприц выполняет роль насоса, а более совершенная его конструкция - дозирующего устройства.

На предприятиях малой мощности целесообразно применять ручные шприцы. Они состоят из цилиндра с поршнем, ручного привода последнего и сменных цевок, которые прикреплены с помощью гайки к патрубку, находящемуся в нижней части цилиндра.

Механизм привода -рейка, соединенная с поршнем, и шестерня, насаженная на рукоятку и входящая в зацепление с рейкой.

Гидравлические шприцы по принципу работы аналогичны ручным, разница лишь в том, что движение поршня происходит с помощью гидравлического привода. Более сложное устройство имеет гидравлический шприц-дозировщик.

Сырье (фарш) для производства большинства кулинарных изделий относят к пластично-вязким продуктам. Поэтому принцип работы формовочных автоматов основан на вытеснении соответствующего объема фарша и придания ему определенной формы при заданной массе. Формование осуществляется на котлетных автоматах, основной частью которых является формующее устройство. Принцип работы формующих устройств весьма разнообразен.

Устройство, работающее по принципу однорядного формования, реализовано в котлетном аппарате АК2М-40. Оно состоит из вращающегося горизонтального стола, имеющего пять гнезд, в каждом из которых перемещается поршень со штоком. Рабочий процесс поршня осуществляется за счет взаимодействия штока и неподвижного копира при вращении стола.

При совмещении гнезда стола с отверстием в бункере поршень находится в нижнем положении и гнездо заполняется фаршем. При дальнейшем перемещении стола поршень со штоком под действием копира поднимается и, подходя к диску, выталкивает котлету на поверхность стола. Диск снимает котлету со стола и передает ее на дальнейшую обработку.

Многорядный барабанный формователь является основой котлетного автомата К6-ФАК-50/75 и состоит из барабана, вращающегося вокруг горизонтальной оси. На двух диаметрально расположенных образующих барабана имеется по пять гнезд. В каждом из гнезд радиально перемещается поршень, управляемый через шток с роликом неподвижным кулачком. В верхнем положении цилиндров с поршнями гнезда с помощью питателя заполняются фаршем. При повороте барабана на 180 градусов ролики штоков, перемещаясь по кулачкам, выталкивают с помощью поршней пять котлет на

лоток, а противоположно расположенные гнезда в это время заполняются фаршем.

К многорядным формователям относится устройство, исполнительным органом которого является циклически перемещающаяся плита с гнездами. В процессе работы плита может занимать два крайних положения. В крайнем правом положении гнезда в плите заполняются из бункера фаршем. В крайнем левом положении из гнезд с помощью поршней котлеты выталкиваются на лоток. Производительность данного формователя зависит от вместимости и количества гнезд, а также от числа двойных ходов плиты. Для увеличения производительности формователя вдвое плиту выполняют двусторонней, а справа размещают вторую группу поршней. В этом случае при любом крайнем положении плиты происходит как заполнение, так и опорожнение ее гнезд.

**Вопрос 4:** Термовая обработка является одной из основных технологических операций как в колбасном производстве, так и при выработке мясных консервов. При производстве колбасных изделий термовая обработка включает следующие операции: осадку, обжарку, варку, копчение, охлаждение и сушку.

В процессе производства мясных консервов для обеспечения стабильности и при хранении их подвергают пастеризации и стерилизации.

Кратковременная (1... 6ч) осадка колбасных изделий обычно не требует специального оборудования и осуществляется в процессе их перемещения из шприцового отделения в обжарочное. Длительная осадка сыровяленых и сырокопченых колбас продолжается 6... 10 суток в специальных камерах, оборудованных подвесными путями, пристенными батареями и воздухохладителями. Оборудование камер позволяет поддерживать в камерах температуру воздуха 2...4 градуса при относительной влажности 85... 95%.

Обжарка, варка и копчение мясных продуктов могут осуществляться как с помощью универсальных термореагентов, так и отдельных аппаратов (обжарочные камеры, варочные котлы, коптильные камеры и т.д.).

Оборудование для комбинированной термообработки. В агрегированных термоагрегатах операции термообработки проводят последовательно по мере перемещения продукта в зонах подсушки, обжарки, варки, а иногда и охлаждения.

В зависимости от способа перемещения продукта внутри туннеля термоагрегаты делят на рамные и цепные. Первый тип получил более широкое распространение; колбасные изделия в них

нашивают на рамы размерами 1\*0.9\*1.25 или 1\*1.2\*1.6 м. Агрегат представляет собой теплоизолированный туннель, условно разделенный на три зоны (подсушки, обжарки и варки).

Термическая обработка колбасных изделий осуществляется при их непрерывном перемещении в потоках пародымовоздушной среды. В целях создания направленного движения воздушного потока задняя стенка рамы выполнена сплошной. Рамы перемещаются по полосовому пути с помощью цепного конвейера, расположенного внизу термоагрегата.

На каждой из трех зон расположены вентиляторы для подачи воздуха в термоагрегата и калориферы для его нагревания. Температура среды в зонах контролируется термометрами в верхней части термоагрегата.

Универсальные термокамеры представляют собой теплоизолированный шкаф, закрывающийся с одной стороны двустворчатыми дверями. В верхней части камеры находятся вентилятор, калорифер и система воздухораспределения, состоящая из воздухоотводов и двух рядов сопел. В целях равномерного распределения воздушного потока сопла оборудованы специальными распределительными клапанами. При их вращении сопла периодически открываются и закрываются.

Процесс термообработки в универсальной камере происходит за несколько последовательно выполняемых операций.

Подсушка продукта осуществляется горячим воздухом (100... ПО градусов), подаваемым вентилятором. Воздух нагревается, проходя через рабочую поверхность калорифера.

Для варки используют острый пар, поступающий в камеру через перфорированную трубу под давлением около 200 кПа. Конденсат пара собирается в нижней части камеры и отводится через сточный люк.

Копчение осуществляется в том случае, если в дымоходекрыта дроссельная заслонка и дым из дымогенератора с помощью вентилятора поступает в камеру.

Оборудование для копчения. Универсальные и коптильные камеры укомплектовывают дымогенераторами, вырабатывающими дым из опилок или мелкой щепы в результате их тления. Дымогенераторы бывают встроенными, монтируемыми внутри двери или сбоку от нее, а также отдельно стоящими - сбоку камеры.

Термокамера КОН -5 состоит из корпуса и облицовки, между которыми расположен термоизолирующий материал. Камера выполнена из нержавеющей стали. Дым, используемый в термокамерах и коптильных агрегатах, получают в результате сухой перегонки древесины твердых пород - в нем не должно быть продуктов полного сгорания топлива и веществ, ухудшающих качество и товарный вид продукции.

Дымоприготовление может быть локальное и централизованное. В первом случае оно осуществляется в дымогенераторах, расположенных непосредственно под обжарочными или коптильными камерами или рядом с ними. Такие дымогенераторы занимают значительные производственные площади, а удельные расходы на получение дыма в них весьма высоки. Централизованное дымоприготовление по сравнению с локальным экономически более целесообразно, особенно при больших расходах дыма.

Сухая перегонка осуществляется путем внешнего подвода теплоты при отсутствии или крайне ограниченном подводе воздуха в зону дымообразования. Источником теплоты при этом могут быть древесное, жидкое или газообразное топливо, электронагрев, горячий воздух или перегретый пар.

Дымогенераторы, работающие от сгорания опилок или древесины, получили наибольшее распространение. Они универсальны и просты в обслуживании, но малоэкономичны и трудно поддаются автоматизации.

Дымогенераторы выполняют в виде камер, в которое топливо подают вручную или механически на пол. колосниковую решетку, плиту, в тележке или коробке.

## **1.10 Лекция № 10 (2 часа)**

**Тема: Технологическое оборудование для переработки молока**

### **1.Вопросы лекции:**

1. Оборудование для очистки и гомогенизации молока
2. Оборудование для тепловой обработки молока и молочных продуктов
3. Оборудование для получения творога и сыра
4. Оборудование для производства сливочного масла

**Вопрос 1:** Различные механические и естественные примеси из молока и молочных продуктов удаляют с помощью фильтра, способного пропускать жидкость, но задерживать взвешенные в ней твердые частицы. Основной частью любого фильтра является фильтровальный элемент, в качестве которого используют ткани из волокон растительного и животных происхождений, а также из синтетических, стеклянных, керамических и металлических материалов.

Фильтры бывают периодического и непрерывного действия. Большинство из них работает в закрытом потоке под вакуумом или при избыточном давлении в системе. В зависимости от конструкции фильтрующего элемента фильтры делят на цилиндрические и дисковые.

Цилиндрические фильтры периодического действия бывают с одноразовыми и многоразовыми фильтрующими элементами. Первые устанавливают в доильных установках с молокопроводом. Они могут быть использованы в любой технологической линии по переработке молока.

**Оборудование для гомогенизации.** Гомогенизация - это раздробление (диспергирование) жировых шариков путем воздействия на молоко или сливки значительных внешних усилий. В процессе обработки уменьшаются размеры жировых шариков и скорость всплыивания. Происходит перераспределение оболочечного вещества жирового шарика, стабилизируется жировая эмульсия, и гомогенизированное молоко не отстаивается.

Гомогенизаторы клапанного типа служат для обработки молока и сливок с целью предотвращения их расслаивания при хранении.

Гомогенизаторы - пластификаторы роторного типа применяют для изменения консистенции таких молочных продуктов, как плавленые сыры и сливочное масло. В обработанном с их помощью сливочном масле водная фаза диспергируется, в результате чего продукт лучше хранится.

В цилиндре гомогенизатора на молоко оказывается механическое воздействие при давлении 15... 20 МПа. При подъеме клапана, приоткрывающем узкую щель, молоко выходит из цилиндра. Это возможно при достижении в цилиндре рабочего давления. При проходе через узкую круговую щель между седлом и клапаном скорость молока возрастает от нулевой до величины, превышающей 100 м/с. Давление в потоке резко падает, и капля жира, попавшая в такой поток, вытягивается, а затем в результате сил поверхностного натяжения дробится на мелкие капельки частицы.

**Вопрос 2:** Термовую обработку молока проводят при разной температуре на различном оборудовании.

При охлаждении молочного сырья замедляется деятельность м/о, вызывающих порчу, и увеличивается срок хранения молока в свежем виде. Нагревание молока интенсифицирует многие технологические операции.

Пастеризация молока и молочных продуктов служит для подавления деятельности м/о, находящихся в вегетативной форме. Стерилизация обеспечивает уничтожение не только вегетативных, но и споровых форм м/о, что позволяет значительно увеличить срок хранения готовых изделий.

Вакуум-термическую обработку применяют для удаления из жидких молочных продуктов посторонних запахов и вкусов.

Оборудование классифицируют по характеру соприкосновения продукта и окружающего воздуха - открытые и закрытые; по форме рабочих органов - плоские и круглые; по профилю поверхности рабочих органов - трубчатые и пластинчатые; по конструкции - однорядные и многорядные (пакетные); по числу секций - односекционные и многосекционные; на направлению движения охлаждающей жидкости по отношению к охлаждаемому продукту - прямоточные и противоточные.

Среди аппаратов на охлаждение молока наибольшее распространение получили охладители открытого (оросительные и емкостные) и закрытого (трубчатые и пластинчатые) типов.

Для нагрева молока применяют подогреватели емкостного, трубчатого и пластинчатого типов. В качестве емкостных подогревателей обычно используют емкости специального назначения и ванны длительной пастеризации.

Оборудование для пастеризации и стерилизации молока в зависимости от характера выполнения операции делят на аппараты непрерывного и периодического действия. По виду источника энергии различают паровые, электрические и комбинированные аппараты.

Наибольшее распространение среди оборудования этой группы получили пластинчатые и трубчатые установки непрерывного действия, а также ванны длительной пастеризации молока, относящиеся к оборудованию периодического действия.

Термовая обработка консервированных молочных продуктов осуществляется в автоклавах и стерилизаторах различного типа.

Аппараты для охлаждения и нагрева молока. При охлаждении молока и продуктов ее переработки применяют открытые и закрытые охладители.

Охладители открытого типа применяют преимущественно для охлаждения небольшого количества молока и делят на оросительные и емкостные.

Охлаждаемое молоко стекает на поверхность из распределительного желоба и собирается в сборнике. Для уменьшения габаритных размеров охладительных установок их изготавливают в виде параллельных секций. В этом случае желоб распределяет молоко на каждую секцию.

В некоторых оросительных охладителях в качестве хладоносителя применяют аммиак или фреон. При таком охлаждении в секцию вводят жидкий хладагент, например аммиак. В газообразном виде он отсасывается компрессором. Охладительные секции в этом случае изготавливают из нержавеющей стали.

В поточных линиях доения коров и первичной обработки молока применяют круглые оросительные охладители, работающие в закрытом потоке под вакуумом. Однако при одинаковой производительности с плоскими охладителями круглые имеют значительно большие габаритные размеры, что ограничивает их применение.

Емкостные охладители являются универсальным оборудование и служат для сбора, охлаждения и хранения молока. Широкое применение они получили на фермах, а также на молокоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности.

Оборудование для пастеризации молока и молочных продуктов. Молоко и молочные продукты пастеризуют в специальных емкостях, трубчатых пастеризационных установках, а также в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках.

К первым относят ванны длительной пастеризации и универсальные ванны.

Трубчатая пастеризационная установка состоит из двух центробежных насосов, трубчатого аппарата, возвратного клапана, конденсатоотводчиков и пульта управления с приборами контроля и регулирования технологического процесса.

Основной элемент установки - двухцилиндровый обменный аппарат, состоящий из верхнего и нижнего цилиндров, соединенных между собой трубопроводами. В торцы цилиндров вварены трубные решетки, в которых развалцована 24 трубы диаметром 30 мм. Торцовые цилиндры закрываются крышками с резиновыми уплотнениями для обеспечения герметичности аппарата и изолирования коротких каналов друг от друга.

Пар подается в межтрубное пространство каждого цилиндра. Отработавший пар в виде конденсата выводится с помощью термодинамических конденсатоотводчиков.

Нагреваемое молоко движется во внутриутробном пространстве, проходя последовательно нижний и верхний цилиндры. На входе пара установлен регулирующий клапан подачи пара, а на выходе молоко из аппарата - возвратный клапан, с помощью которого недопастеризованное молоко автоматически направляется на повторную пастеризацию. Возвратный клапан связан через регулятор температуры с термодатчиком, расположенным также на выходе молока из аппарата. Установка снабжена манометрами для контроля за давлением пара и молока.

**Вопрос 3:** Оборудование для производства творога и творожных изделий можно разделить на оборудование для получения и обработки сгустка и оборудование для охлаждения, перетирания и перемешивание творожной массы.

При производстве творога традиционным способом нормализованное молоко скашивается в аппаратах непрерывного или периодического действия. К аппаратам непрерывного действия относят многосекционный творогоизготовитель и коагуляторы, периодического – творогоизготовители и творожные ванны. После скашивания молока отделение сыворотки от образовавшегося сгустка осуществляется либо в самих творогоизготовителях, либо в ваннах самопрессования, пресс-тележках или барабанных обезвожителях.

При производстве творога раздельным способом скашивание обезжиренного молока и образование сгустка осуществляется в емкостях, а для отделения сыворотки от творожного сгустка применяют сепараторы для обезвоживания творожного сгустка.

Творог охлаждается в охладителях открытого и закрытого типов, а также комбинированных аппаратах, позволяющих совмещать эту операцию с обезвоживанием творожного сгустка. Для перетирания и перемешивания творожной массы используют вальцовки, смесители и куттеры. Традиционный способ производства творога позволяет получить требуемую жирность продукта непосредственно в процессе переработки молока соответствующей жирности. При раздельном способе необходимая жирность продукта обеспечивается смешиванием обезжиренного творога с соответствующим количеством охлажденных пастеризованных сливок. Охлажденные сливки резко снижают температуру творога, что препятствует повышению кислотности готового продукта и улучшает его вкусовые качества.

В процессе переработки молока на творог часть жира теряется. При этом чем больше исходная жирность сырья, тем больше относительные потери жира.

Таким образом, несмотря на необходимость проведения дополнительных операций (сепарирование молока и смешивание обезжиренного творога со сливками), раздельный способ производства творога имеет определенные преимущества по сравнению с традиционными.

Наиболее простым оборудованием для производства творога является комплект творожных ванн, состоящая из ванны для скашивания ВК-2,5 вместимостью 1,5 м и ванны для самопрессования ВС-2,5 вместимостью 0,7 м.

Ванна для скашивания ВК-2,5 состоит из рабочего корпуса полуцилиндрической формы с теплообменной рубашкой, патрубков холодной и горячей воды, шиберного крана для слива продукта и четырех ножек для стационарной установки в цехе.

Ванна для самопрессования ВС-2,5 состоит из тележки с колесами и решетки. После заквашивания молока в рубашку подают горячую воду и поддерживать необходимую температуру сквашивания продукта. Затем горячую воду сливают и для охлаждения сгустка в рубашку подают холодную воду. Через шиберный кран готовым сгустком наполняют мешки и укладывают их на решетку в ванну для самопрессования. Сыворотка удаляется под действием собственной массы продукта, находящегося в мешках.

В настоящее время промышленность выпускает ванны небольшой вместимости. Они комплектуются пресс-тележками, конструкция которых практически не отличается от конструкции ванны самопрессования ВС-2,5. Некоторые пресс-тележки имеют нажимную раму, которая перемещается с помощью винта с рукояткой и отжимает излишек сыворотки.

Более совершенным оборудованием для производства творога является творогоизготовители с прессующими ваннами или перфорированными вставками.

Творогоизготовитель с прессующими ваннами состоит из двух полуцилиндрических ванн для сквашивания вместимостью 2м каждая, с торцевых сторон которых смонтированы стойки. На них горизонтально закреплена траверса с гидравлическим цилиндром. К штоку цилиндра крепится перфорированная полуцилиндрическая прессующая ванна. Для предотвращения попадания масла в продукт гидравлический цилиндр закрыт гильзой. В верхнем положении прессующая ванна удерживается поворотными упорами.

В процессе работы творогоизготовителя в нижней ванне образуется сгусток, который разрезается на кубики струнными ножами. Выделившаяся сыворотка отводится из ванны с помощью отборника. После этого верхняя прессующая ванна с надетой на нее фильтровальной тканью опускается в ванну с творожным сгустком.

Скорость опускания ванны и усилие прессования регулируется гидравлическим приводом. Сыворотка проходит через фильтровальную ткань внутрь перфорированной ванны и оттуда откачивается насосом. После окончания прессования верхняя прессующая ванна поднимается в исходное положение, а творог выгружается через люк в нижней части ванны в тележку и направляется в охладитель.

Отборник представляет собой перфорированный металлический цилиндр с глухим дном и патрубком, расположенным в нижней части. Перед установкой в ванну на перфорированный цилиндр надевают фильтровальную ткань. Отборник помещают в ванну вертикально, а патрубок вставляют в отверстие крана для слива сыворотки.

Оборудование для производства сыра делят на оборудование для выработки сырного зерна, формования и прессования сырной массы и оборудование сырохранилищ.

Оборудование для производства плавленого сыра включает оборудование для подготовки сырной массы к плавлению и для ее плавления.

В аппаратах для выработки сырного зерна осуществляется коагулация белков молока, разрезание сырной массы, постановка сырного зерна и отбор нужного количества сыворотки.

Аппараты для выработки сырного зерна могут быть непрерывного и периодического действия. Аппараты непрерывного действия, как правило, применяют на крупных сырородельных предприятиях. Аппараты периодического действия обычно состоят из одной или двух специальных емкостей.

При получении сырного зерна в одной емкости в ней осуществляется коагулация белка, разрезка сгустка и обработка сырного зерна. Если в качестве такого аппарата применяют сырородельную ванну, то сырое зерно можно формовать.

При использовании двух емкостей в первой получают и обрабатывают сырое зерно, во второй его подпрессовывают и разрезают на блоки.

Сыроизготовитель Я5 - ОСЖ - 1 состоит из ванны, траверсы привода, режуще-вымешивающего инструмента, трубопроводов, пульта управления.

Сыроизготовительные ванны, так же как и сыроизготовители, относят к аппаратам периодического действия. Технологический процесс получения сырного зерна и общее устройство сырородельных ванн

почти не отличаются от таковых у сыроизготовителей. Исключением являются конструкция режуще-вымешивающих инструментов в сырodelьных ваннах большой вместимости и наличие различных (гидравлических или пневматических) устройств для наклона ванны при перекачке продукта или ее мойке.

При формировании сыров насыпью перед наполнением форм сырным зерном его отделяют от сыворотки на специальных аппаратах барабанного типа.

Отделитель сыворотки Я7-00-23 представляет собой барабан в виде усеченного конуса, боковая сторона которого выполнена в основном из перфорированной стали. Привод включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу и червячный редуктор. Он обеспечивает вращение барабана отделителя с частотой 30 мин. Каркас охватывает зону перфорации барабана и служит для крепления привода и сбора сыворотки. Труба для подачи сырной смеси крепится к фланцу откидного кронштейна.

В отделитель сырное зерно с сывороткой подаются по трубе на внутреннюю стенку барабана. Сыворотка проходит через отверстия в барабане и сливается через патрубок каркаса. Сырное зерно благодаря наклонному положению и вращению барабана ссыпается по лотку в форму. Опорой стойки можно регулировать угол наклона отделителя, что позволяет изменять содержание сыворотки в сырном зерне. Производительность отделителя сыворотки 25 м/ч.

**Вопрос 4:** Оборудование для производства сливочного масла делится на оборудование для подготовительных операций и оборудование для выработки сливочного масла.

Подготовительные операции по производству масла осуществляются с помощью заквасчиков и емкостей созревания сливок. Для выработки масла служат маслоизготовители и маслообразователи. Маслоизготовители периодического и непрерывного действия различаются между собой механизмом получения масла, способом воздействия на сливки и конструкцией рабочих органов. Выработка сливочного масла в маслоизготовителях периодического действия происходит в два этапа: образование из жировых шариков масляного зерна и формирование из него пласта сливочного масла. В маслоизготовителях непрерывного действия образование масляного зерна и пласта осуществляется в потоке.

В маслоизготовителях периодического действия (безвальцовых) сливки сбиваются в результате их перемещения под действием силы тяжести. При вращении заполненной на 30...50 % рабочей емкости маслоизготовителя сливки сначала поднимаются на определенную высоту, а затем сбрасываются под действием силы тяжести, подвергаясь сильному механическому воздействию. Высота подъема сливок, возникающее давление, характер движения жидкости определяются размерами рабочей емкости и частотой ее вращения. Скорость перемещения сливок в этом случае составляет 5...7 м/с.

В маслоизготовителях непрерывного действия скорость движения сливок значительно выше (18...22 м/с). Интенсивное воздействие лопастей сбивателя приводит к турбулентному движению потока сливок в аппарате, интенсифицирует процессы агрегации (слипания) жировых шариков и образования масляного зерна.

Маслоизготовители периодического действия условно можно разделить на три типа.

К первому относят маслоизготовители с емкостью в качестве рабочего органа. Ее форма может быть цилиндрической, конической, грушевидной, кубической и т. д. Внутри емкость не имеет каких-либо перемешивающих приспособлений.

К второму типу относят маслоизготовители с вращающейся емкостью и неподвижно закрепленными в ней спиралями, лопастями, струнами и т. д. Эти маслоизготовители применяют наиболее часто.

К третьему можно отнести маслоизготовители с неподвижной емкостью и вращающимися в ней какими-либо рабочими органами. Последний тип чаще применяют в виде маслобоеек небольшой производительности.

Устройство и принцип работы выпускаемых промышленностью безвальцовых маслоизготовителей периодического действия практически одинаковы и отличаются лишь некоторыми деталями.

*Маслоизготовитель РЗ-ОБЭ* состоит из следующих основных узлов: емкости, станины с коробкой передач и органами управления, опорной стойки, ограждения, орошающего устройства, тележки и шкафа управления. *Маслоизготовитель периодического действия ММ-1000* отличается от описанного выше формой и вместимостью емкости ( $1,1 \text{ м}^3$ ), а также наличием в ней кроме лопастей осевой струны. Последняя служит для разделения падающего масла на две части, вследствие чего уменьшается интенсивность удара масла о стенки емкости. Частота вращения емкости  $0,48 \text{ с}^{-1}$ . Маслоизготовители непрерывного действия эффективны при использовании в составе поточных технологических линий.

*Маслоизготовитель А1-ОЛО/1* входит в линию для производства масла методом непрерывного сбивания А1-ОЛО или в установку для производства масла А1-ОМИ. Он состоит из собственно маслоизготовителя, в котором происходят непрерывное сбивание сливок, отделение и обработка масляного зерна и удаление пахты; уравнительного бака с поплавковым регулятором уровня, соединенного с винтовым насосом-дозатором для подачи сливок в маслоизготовитель; бака с насосом для сбора и транспортирования пахты; аппарата для дозирования воды (пахты) в масло при его нормализации по содержанию влаги; вакуум-насоса для удаления воздуха из масла, центробежного насоса для подачи ледяной воды; ленточного конвейера или V-образной трубопроводной насадки для масла; тележки, щита управления и трубопроводов. Собственно маслоизготовитель состоит из станины, привода сбивателя, сбивателя, привода текстуратора, шnekового текстура-тора и пульта управления. Станина сварной конструкции выполнена из швеллеров и снаружи обшита листами из нержавеющей стали. Внутри размещены приводы сбивателя и текстуратора.

*Маслообразователь барабанного типа* состоит из трех цилиндров одинаковой конструкции, установленных на станине один над другим и соединенных планками. В состав цилиндра входят две обечайки, вытеснительный барабан, передняя и задняя крышки с редуктором и электродвигателем. Обечайки цилиндра образуют теплообменную рубашку, в которой проложена направляющая спираль. По спирали под давлением движется рассол или ледяная вода, охлаждая внутренний цилиндр и находящиеся в нем сливки. Вытеснительный барабан сварен из листовой нержавеющей стали. Во внутреннюю полость его вварены ребра жесткости. На его внешней стороне закреплены два ножа с пластинками из пласти массы (полиамид 68). Ножи свободно поворачиваются в отверстиях стенок, выступающих над плоскостями, и вытеснительного барабана. При вращении последнего ножи отбрасываются и прижимаются лезвием к внутренней поверхности цилиндра, снимают охлажденный слой сливок и перемешивают его с остальной массой продукта. Полученная смесь уходит в щель между ножом и плоскостью вытеснительного барабана.

В основе дальнейшей модернизации маслообразователей заложена идея разделить процесс маслообразования на две стадии: охлаждение высокожирных сливок и механическая обработка промежуточного продукта, осуществляемые в двух различных аппаратах — маслоохладителе и обработнике.

*В маслообразователе Т1-ОМ-2Т усовершенствованной конструкции* изменено устройство вытеснительного барабана, вследствие чего охлаждение происходит в тонком слое — продуктовый зазор между охлаждающей поверхностью и барабаном уменьшен с 30 до 5...7 мм. Для лучшего прилегания к образующей цилиндра и полного снятия с его стенок охлажденного продукта ножи состоят из трех частей вместо одной. Обработник в модернизированном маслообразователе выполнен в виде цилиндра, в котором размещена мешалка лопастного типа. Мешалка представляет собой рамку, с внутренней стороны которой в шахматном порядке приварены лопасти под углом 60°. В пластинчатых маслообразователях тенденция дифференцирования процесса маслообразования на операции охлаждения и механической обработки получила дальнейшее развитие. Примером этому является маслообразователь РЗ-ОУА1, входящий в комплект автоматизированной линии производства сливочного масла П8-ОЛФ.

Основные узлы *пластинчатого маслообразователя РЗ-ОУА1* — станина, охладитель, маслообработник и электропривод. В вакуум-маслообразователях преобразование высокожирных сливок в масло осуществляется по такому же принципу, что и в других маслообразователях. Однако в отличие от вышеописанного оборудования охлаждение сливок в этих установках происходит другим способом.

*Вакуум-маслообразователь* состоит из вакуум-камеры, шнеко-вого текстуратора, пароструйного вакуумного насоса, ловушки, площадки для обслуживания и щита управления. Работает вакуум-маслообразователь следующим образом. Подогретые до 75...85°C высокожирные сливки с помощью многосплового распыляющего устройства подаются в вакуум-камеру. Превращаясь в мельчайшие капли, в условиях достаточно сильного разрежения они мгновенно охлаждаются до 6...8°C. При этом испаряется до 6...8 % влаги, молочный жир кристаллизуется и дестабилизируется, а дальнейшая его механическая обработка на шнековом текстураторе приводит к образованию готового пласта масла. Пароструйный вакуумный насос служит для конденсации вторичных паров, образующихся в вакуум-камере, и удаления из системы воздуха. Насос поддерживает в вакуум-камере остаточное давление 0,8... 1,5 кПа. Ловушка предназначена для улавливания частиц продукта, уносимых из вакуум-камеры вместе со вторичным паром.

Основным преимуществом вакуум-маслообразователя перед другими аппаратами для получения масла является возможность устранения в нем некоторых пороков сливок в процессе получения готового продукта.

При получении масла с помощью других маслоизготовителей или маслообразователей удаление посторонних привкусов и запахов сливок осуществляется обработкой их в вакуум-дезодорационных установках.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### **2.1 Лабораторная работа №1 ( 2 часа)**

**Тема: : «Оборудование для подготовки сырья к производственным операциям»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить устройство и принцип действия моечных машин

**2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить устройство и принцип действия машин для мойки туш животных.
2. Рассчитать производительность и энергозатраты моечной машины..

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

Производительность машин для мойки туш животных  $P$  (кг/ч)

$$P = 3600 \cdot m \cdot V / \ell, \quad (1)$$

где:  $m$  — масса одной туши, кг;

$V$  — скорость движения цепного транспортера, м/с;

$\ell$  — шаг расположения туш на цепном конвейере, м.

Мощность электродвигателя привода главного конвейера машины для мойки туш  $N$  (кВт)

$$N = 10^{-3} (m_{Tp} + m \cdot r) g \cdot V / h, \quad (2)$$

где:  $m_{Tp}$  — масса главного конвейера, кг;

$V$  — скорость движения конвейера, м/с;

$m$  — масса туши, кг;

$r$  — количество туши; одновременно находящихся на конвейере , шт;

$g$  — ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\eta$  — КПД привода.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие виды моечных машин применяют для мойки сельскохозяйственного сырья?
2. За счет чего можно интенсифицировать процесс мойки?
3. Назовите моечные машины с мягким режимом мойки.
4. Перечислите факторы, оказывающие влияние на эффективность работы моечных машин?
5. Какие машины применяют для мойки зерна?
6. Какие моечные устройства применяют для мойки туш свиней перед убоем?

### **2.2 Лабораторная работа №2 ( 2 часа)**

**Тема: «Оборудование для механической переработки продуктов, сырья и полуфабрикатов разделением»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить виды резания и формы режущей поверхности

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. определить форму ножей,
2. определить форму лезвий и виды резания

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1.волчок,
2. куттер,
3. овошерезки

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Внимательно осмотреть ножи, определить их вид и форму, а также вид резанья и движение режущего инструмента в нижеследующем оборудовании:

- волчок,
- куттер,
- овошерезки.

По результатам работы заполнить таблицу 1.

2. Сделать выводы о влияние формы ножа на степень измельчения; влияние формы лезвий на эффективность измельчения

Таблица 1 – Формы и виды ножей, используемых в технологическом оборудовании

Наименование оборудования	Форма ножей	Вид ножей	Вид резанья	Толщина ножа, мм	Движение режущего инструмента

#### **Контрольные вопросы:**

1. Охарактеризуйте разделение как один из основных технологических процессов пищевых производств.
2. По каким признакам можно классифицировать машины для резки.
3. Для резки, каких материалов используют ленточные ножи?
4. Какие ножи используют для поперечной резки жгутообразных материалов и мелкого дробления?
5. Какую роль оказывает форма лезвий на эффективность резки?

### **2.3 Лабораторная работа №3-4 ( 4 часа)**

**Тема: «Определение размера сит, используемых для просеивания зерна и продуктов размола»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. изучить конструкции, классификацию и характеристики сит, их обозначения, стандарты, материалы, параметры, освоить методику определения основных характеристик и параметров сит, получить навыки работы с ситами
2. - изучить классификацию и характеристики тканых сит, их обозначения, параметры, освоить методику определения основных характеристик и параметров, получить навыки работы с ситами.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Снять отиски образцов сит. Определить их характеристики и параметры.
2. Показать размер отверстия и перемычек. Определить номер сита и дать условное обозначение.
3. Определить коэффициент живого сечения штампованных сит.
4. Определить характеристики и параметры тканых сит.
5. Определить номер тканого сита и дать условное обозначение.
6. Определить коэффициент живого сечения тканых сит.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. штампованные сита различных типов,
2. линейка,
3. штангенциркуль
4. текстильные лупы,
5. тканые сита. Из различных материалов

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### Ход работы

1. Получив образцы, необходимо разделить сита по типам, приступить к снятию их оттиска по следующей методике. Образец подкладывают под лист бумаги рабочей тетради, соответствующей теме данной работы. Прижав лист бумаги к образцу сита так, чтобы не было их относительного смещения, снимают оттиск карандашом. При этом необходимо следить за тем, чтобы края оттиска были ровными, в зону оттиска были охвачены не менее 2-х -3х рядов отверстий для штампованных сит, не менее 0,015 - 0,02 м площади квадратной формы - для тканых и металлических сеток.

В рабочей тетради выполнять записи, характеризующие данный образец. Причем перед каждой группой оттисков сит должен быть записан заголовок, называющий группу сит, к которой принадлежат образцы.

2. Определить рабочие размеры, указать номера сит и дать им условные обозначения, сделав по оттискам размеры отверстий сит, перемычек и проверив измерением отверстий образцов с натуры с помощью калибромера, записать данные в рабочую тетрадь.

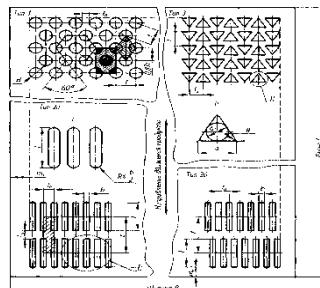


Рис.13 Схема расположения отверстий на стандартных ситовых полотнах

**Коэффициент живого сечения ( $K_1$ )** определяется как процентное отношение площади отверстий  $S_0$  к общей площади сита  $S$ .

Для сит с круглыми отверстиями диаметром  $d$  коэффициент живого сечения  $K_1$  можно рассчитать взяв элементарную площадку (рис 13 - тип 1) в виде ромба или прямоугольника В первом случае  $K_1$  определяется как:

$$K_1 = \frac{S_0}{S} \cdot 100 = \frac{\pi d^2 \cdot 100}{4(d + t_0)^2 \sin 60^\circ} = 25 \frac{\pi d^2}{0,87 t^2} \quad (3)$$

где  $S_0$  - площадь отверстия,  $\text{мм}^2$   $S$  - площадь сита, приходящаяся на одно отверстие  $\text{мм}^2$   $d + t_0 = t$  - шаг ячеек,  $\text{мм}$

На рис 13 тип 1 показана заштрихованная площадь сита в виде ромба, равная половине произведения диагоналей ромба

$$S = \frac{1}{2}(d + t_0) \cdot 2(d + t_0) \sin 60^\circ \quad (4)$$

При выборе элементарной площадки в виде прямоугольника (в элементарной площадке две ячейки сита рис13 – тип 1).

$$K_1 = \frac{S_0}{S} \cdot 100 = \frac{2\pi d^2 \cdot 100}{4t \cdot 2 \cdot 0,87t} = 25 \frac{\pi d^2}{0,87t^2} \quad (5)$$

Круглые отверстия обычно пробивают в металлических листах в шахматном порядке, каждое из них находится в центре правильного шестиугольника, вершины которого составляют центры смежных отверстий.

Если круглые отверстия совмещены с вершинами квадрата при неизменной длине перемычки, то коэффициент живого сечения будет

$$K_1' = \frac{S_0}{S} \cdot 100 \frac{\pi d^2 \cdot 100}{4(d + t_0)^2} \quad (6)$$

Сита с прямоугольными отверстиями выполняют с прямыми рядами отверстий (рис.13 - тип 2а) и с поперечно-смещенными рядами (рис.13 - тип 2б). Для сита с прямоугольными отверстиями, у которого величина выделенного участка представляет площадь прямоугольника (на рис.13 - тип 2а заштрихована), коэффициент живого сечения  $K_2$  (%) будет:

$$K_2 = \frac{bl}{t_0(l + t_1)} \cdot 100 \quad (7)$$

а с учетом радиуса закругления ячеек

$$K_2 = \frac{bl - 0,215\epsilon^2}{t_0(l + t_1)} \cdot 100 \quad (8)$$

Сита располагают в машине так, чтобы продольная ось отверстий совпадала с направлением движения продукта.

Таблица 5 – Определение коэффициента живого сечения

№ измерения	Стороны прямоугольника, мм		Перемычки, мм		Диаметр отверстия сита, мм	Коэффициент живого сечения сита, K, %
	b	l	$t_0$	$t_1$		

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое проходовая (проход) и сходовая (сход) фракции?
2. Какие факторы влияют на эффективность работы сита?
3. Назначение и область применения просеивающих полотен.
4. Металлические сита. Характеристика;
5. Расшифруйте следующую запись: 3-80; 2а-39x20; 1-55

#### **Ход работы**

1. С помощью текстильной лупы, определить рабочие размеры, указать номера сит и дать им условные обозначения, определить коэффициент живого сечения ткани, записать данные в рабочую тетрадь.

Количество отверстий на 1см ткани  $n_0$  вычисляют по формуле:

$$n_0 = \frac{10 \cdot k_0}{L_0} \quad \text{или} \quad n_0 = \frac{10 \cdot k_y}{L_y} \quad (9)$$

где  $n_0, n_y$  – количество отверстий на 1см по основе или утку;

$k_0, k_y$  – количество отверстий основы или утка на измеряемом участке;

$L_0$ ,  $L_y$  – длина измеряемого участка, мм, на котором расположены  $k_0$  и  $k_y$  рядом лежащих отверстий с нитями между ними.

За окончательный результат измерения принимают среднеарифметическое всех измерений по основе или утку.

Вычисления проводят с точностью до 0,1 и округляют до целого числа.

Коэффициент живого сечения ткани определяют по формуле:

$$F_C = \frac{S_{om6} \cdot n}{S \cdot 10^8} \cdot 100 = \frac{S_{om6} \cdot n}{10^6} \quad (10)$$

где  $n$  – количество отверстий на 1 см ткани, определяемое как произведение количества отверстий по основе на количество отверстий по утку.

$$n = n_0 \cdot n_v \quad (11)$$

$S_{om6}$  – площадь одного отверстия, мкм<sup>2</sup>, вычисленная по формулам:

$$S_{om6} = l_0 \cdot l_y \quad (12)$$

Для ситовых тканей из шелковых нитей:

$$S_{om6} = 0,5l_y \cdot (l_0 + l_1) \quad (13)$$

$S$  – площадь ткани, равная 1 см<sup>2</sup>.

$l_1$  – расстояние между нитями основы у основания отверстия, мкм.

Вычисления проводят в процентах с точностью: до 0,01 – для тканей из синтетических нитей; 0,1 – для тканей из натурального шелка.

Округления проводят до: 0,1 – для тканей из синтетических нитей; 1,0 – для тканей из натурального шелка.

#### Контрольные вопросы:

1. Конструкции и классификация просеивающих полотен;
2. Шелковые и капроновые сите. Характеристики;
3. Методика определения типа и номера сит;
4. Методика определения коэффициента живого сечения;
5. Приборы и инструменты для измерения параметров сита.

## **2.5 Лабораторная работа №5 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройство воздушно-ситовых сепараторов и определение эффективности их работы»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. изучить устройство воздушно-ситовых сепараторов типа А1-БИС;
2. изучить основные конструктивные элементы воздушно-ситовых сепараторов;
3. научиться определять эффективность очистки.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить принцип работы воздушно-ситовых сепараторах
2. определить эффективность очистки партии зерна от мелких, крупных и легких примесей.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. сепаратор А1-БИС-100,
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Ход работы**

1. Изучить устройство воздушно-ситового сепаратора А1-БИС-100 и в рабочей тетради нарисовать схему сепаратора с указанием его основных конструктивных элементов.

2. Отобрать образцы продукта, поступающего в сепаратор и после сепаратора и установить оптимальный режим работы сепаратора. Полученные данные занести в рабочую тетрадь. Сделать выводы о достоинствах, недостатках и эффективности работы сепаратора.

##### **ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА**

Для установления оптимального режима работы воздушно-решетной машины необходимо:

- определить компонентный состав зерновой массы, содержание и характер отделимой примеси;

- подобрать на основе лабораторного решетного анализа необходимую форму и размеры отверстий решет.

Из среднего образца отбирается следующая величина навесок:

кукуруза, горох, фасоль.....100г

пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, рис.....50г

Навеску зерна просеивают на гладкой поверхности через набор сит в течение 3-х мин., 110-120 колебаний в минуту и размах колебаний 10 см (колебания проводить в направлении отверстий сита).

После просеивания внимательно осматривают сход и проход каждого сита и вручную разбирают по фракциям крупной, мелкой примесей и чистого зерна. Каждую фракцию в отдельности взвешивают и высчитывают процент.

Результаты анализа занести в таблицу 13.

Из средней пробы этой же партии неочищенного зерна взвесить навеску массой 500г. Путем подбора сит найти оптимальный вариант, позволяющий максимально очистить партию зерна от примесей. Снять минутный баланс и провести анализ остатков на каждом решете.

Результаты записать в таблицу 14.

Таблица 13 - Фракционный состав

Наименование фракций	Содержание в	
	г	%
а) крупная примесь сход с сита Ø 6-8 мм или 4,0x20;		
б) крупное зерно (проход сита Ø 6-8 мм или 4,0x20 и сход сита 2,0x20 или 2,2x20);		
в) мелкое зерно (проход сита 2,0x20 или 2,2x20 и сход с сита 1,7x20 или 1,8x20);		
г) мелкая примесь (проход сита 1,7x20 или 1,8x20)		
Всего крупных примесей:		
Всего мелких примесей:		
Всего основного зерна:		

3. По результатам снятия минутного баланса и анализа качества полученных фракций определить технологический эффект очистки зерна по формуле:

$$E = \frac{A - B}{A} \cdot 100, \text{ где} \quad (14)$$

А- содержание отделимых примесей в исходной смеси, кг

В- содержание отделимых примесей в зерне после очистки, кг

Определить потери зерна по формуле:

$$A = \frac{M_1(B_1 - B_2)}{M_2} \cdot 100 \quad (15)$$

М1- масса зерна в 1кг отходов, г  
 М2-масса примесей в 1 кг отходов, г  
 В1- содержание примесей в исходной зерновой массе, %  
 В2- содержание примесей в очищенном зерне, %

Сделайте выводы о достоинствах, недостатках и эффективности работы сепаратора.

Таблица 14 - Баланс фракций решетной зерноочистительной машины

№ фрак- ции	Наименование фракции	Выход фракции			
		Всего кг/мин	В том числе		
			отдельных примесей	зерна	кг/мин
		кг/мин	%	кг/мин	%
1	Зерно основной культуры после очистки				
2	Мелкие и щуплые зерна основной культуры				
3	Крупные и мелкие примеси				
4	Мелкий отход				
Всего	Исходная зерновая масса				

#### Контрольные вопросы

- Какие факторы влияют на производительность и эффективность работы сепаратора?
- Объясните технологическую схему работы сепаратора А1-БИС.
- Назовите основные рабочие органы сепаратора А1-БИС-100.
- Дайте определение скорости витания и укажите скорость воздушного потока в пневмосепарирующем канале.
- Перечислите примеси, которые позволяет удалить из зерновой массы воздушно-ситовой сепаратор.

## 2.6 Лабораторная работа №6 ( 2 часа)

### Тема: «Устройство и принцип работы машин для калибровки»

**2.1.1 Цель работы:** - изучить основные конструктивные элементы и принцип действия калибровочных машин;

#### **2.1.2 Задачи работы:**

- определить производительность и эффективность работы машины для калибровки зерна

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- лабораторная установка ММС-3
- весы,
- разборные доски,
- лабораторный рассев РЛ-1,

## 5. набор сит

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### Ход работы

1. Изучить устройство машины для механической сортировки.
2. Определить тип и размер сит, установленных в машине.
3. Определить производительность машины.
4. Определить эффективность разделения на фракции следующим образом:
  - а) Снять баланс всех продуктов, получаемых в процессе разделения. Для этого отобрать продукты из-под бурата в течение 1 мин.

В случае большого количества того или иного продукта следует сократить время отбора до 30 сек с последующим пересчетом на 1 мин.

В случае малого количества продукта, надо увеличить время отбора с таким расчетом, чтобы количество отобранного продукта было более 100 г.

Выход продукта записать в тетрадь в пересчете на 1 мин (можно пересчитать выход фракции за сутки, что позволит судить о результатах сортирования в привычном для производственников масштабе времени (сутки)).

б) Для подсчета коэффициентов извлечения и недосевов необходимо знать соотношение различных по крупности фракций, входящих в исходный продукт, т. е. гранулометрический состав исходной смеси.

Определить недосев, при помощи рассева-анализатора. Для этого отбирают из каждой фракции пробу и выделяют навеску в 100г. Навеску просеивают в течение 5 мин на наборе сит в рассеве-анализаторе. Остатки продуктов на ситах и проход последнего сита взвешивают; результаты заносят в тетрадь.

Технологическую эффективность работы определяют по данным баланса через показатель коэффициента извлечения.

Коэффициент извлечения — это основной показатель, характеризующий технологическую эффективность работы просеивающих машин. По нему судят, какая часть данной фракции выделяется из исходного продукта.

$$K_H = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \quad (16)$$

где  $P$  — масса данной фракции, извлеченной проходом на одноименной группе сит;

$P_0$  — масса данной фракции в исходном продукте.

Коэффициент недосева указывает, какое количество проходового продукта оказалось в сходовой фракции.

Недосев подсчитывают в процентах к навеске продукта, получаемого с контролируемого сита при просеивании в лабораторном рассеве сходового продукта с набором сит, которые должны быть на один номер больше соответствующих сит, установленных в бурате.

$$K_H = \frac{P_1}{P_0} \cdot 100 \quad (17)$$

где  $P$  — масса проходовой фракции, в сходовом продукте;

$P_0$  — масса данной фракции в исходном продукте.

## 5. Сделать вывод об эффективности работы бурата.

Результаты исследований занести в таблицу 15.

Таблица 15 – Экспериментальные данные работы машины

№п/п	Тип сита	Размер сита	Производительность машины, кг/ч	Недосев, %
1				
2				
3				

#### Контрольные вопросы:

1. Что называется процессом калибрования?
2. Какие основные принципы заложены в основу калибрования плодов и овощей?

3. Какова классификация калибровочных машин?
4. Что следует учитывать при выборе типа калибровочной машины для конкретного вида сырья?
5. Какие факторы влияют на производительность калибровочных машин?
6. Каковы основные направления повышения эффективности работы калибровочных машин?

## **2.7 Лабораторная работа №7 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройство и принцип действия вальцового станка »**

**2.1.1 Цель работы:** - изучить конструкцию и принцип действия вальцового станка А1-БЗН;

**2.1.2 Задачи работы:**

1. определить эффективность работы вальцов драных и размольных систем

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. вальцовый станок А1-БЗН
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

**Ход работы**

1. Изучить кинематическую схему вальцового станка, представленную на рис. 33.

2. Определить эффективность работы вальцовых станков. Для контроля работы вальцовых станков необходимо отобрать образцы продуктов до и после измельчения, проводя совком по всей длине вальцовой линии. Отобранные образцы тщательно перемешивают, после чего из них выделяют навески по 100г, которые помещают в лабораторный рассев с заранее подготовленными ситами для контролируемой системы и просеивают в течение 3 мин.

Количество прохода определяют по образцу, отобранному из продукта после станка просеянного через сито соответствующего номера.

Количество недосева определяют по образцу, отобранному из продукта, поступившего на станок и просеянного через сито соответствующего номера.

Извлечение определяют по формуле:

$$I = \frac{P - H}{100 - H} \cdot 100 \quad (18)$$

где  $H$  — содержание прохода сита в продукте до станка (недосев);

$P$  — содержание прохода сита в продукте после станка.

Результаты ситового анализа занести в рабочую тетрадь и сделать вывод о технологической эффективности работы вальцового станка драных и размольных систем.

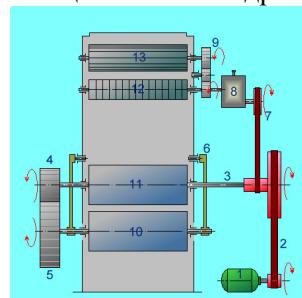


Рис. 33 Кинематическая схема вальцового станка:

1-электродвигатель; 2-клиновременная передача; 3-ведущий вал;

4-шестерня; 5-зубчатое колесо; 6-рычаг; 7-плоскоременная передача; 8-автомат; 9-шестеренчатый ряд; 10-нижний валец; 11-верхний валец; 12-распределительный валок; 13-питающий валок

Контрольные вопросы:

1. Опишите устройство и принцип действия вальцового станка.
2. Как определяется технологическая эффективность работы вальцового станка?
3. Охарактеризуйте основные рабочие органы вальцового станка.
4. Какие типы вальцовых станков в настоящее время применяют на мукомольных предприятиях?
5. Достоинства и недостатки вальцовых станков с двумя парами, вращающихся вальцов.
6. Как осуществляется система межвальцовой передачи ?
7. Какие факторы влияют на эффективность и производительность измельчения?
8. Как осуществляется система мелющих охлаждения вальцов?

**2.8 Лабораторная работа №8 ( 2 часа)**

**Тема: «Определение геометрических и кинематических параметров вальцового станка»**

**2.1.1 Цель работы:**

1. изучить конструкцию лабораторной мельничной установки МЛУ-202;
- 2.-изучить конструкцию вальцов и их характеристики;
- 3.- изучить принцип работы мельничной установки МЛУ-202.

**2.1.2 Задачи работы:**

1. определить тип вальцов,
2. определить плотность нарезки и уклон рифлей,
3. определить величину межвальцового зазора.

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторная мельничная установка МЛУ-202,
2. щуп для определения зазора

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

**Ход работы**

1. Внимательно рассмотреть вальцы драной и размольных систем лабораторной мельничной установки МЛУ-202 и определить их тип, данные занести в рабочую тетрадь.
2. Определить плотность нарезки рифлей на вальцах I др.с, II др.с, III др.с. Для этого необходимо отмерить 1см длины окружности вальца с помощью сантиметровой ленты и подсчитать количество рифлей, приходящиеся на 1см окружности. Полученные данные занести в рабочую тетрадь.
3. Для определения уклона рифлей необходимо в рабочей тетради на представленных рисунках вальцов драных систем, провести карандашом линии, проходящие по профилю рифлей и направляющей к образующей цилиндра вальца (рис.36). Транспортиром определить величину, полученного угла  $\gamma$  и найти его  $\operatorname{tg} \gamma$ . Угол наклона рифлей рассчитывают как:  $\operatorname{tg} \gamma * 100$ , в процентах.

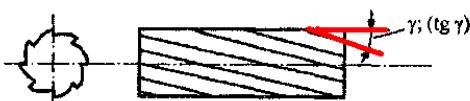


Рис. 36 - Уклон рифлей на вальцах

4. Величину межвальцового зазора проверяют при помощи специального щупа. Рекомендуемые величины зазоров на вальцовых станках при помоле пшеницы составляют:

на I драной системе - 0,50 мм, на 1-й размольной системе - 0,07 мм;  
на II драной системе - 0,30 мм, на 2-й размольной системе - 0,05 мм;  
на III драной системе - 0,10 мм, на 3-й размольной системе - 0,03 мм.

Определить величину межвальцового зазора на драных и размольных системах мельничной установки МЛУ-202, данные занести в рабочую тетрадь.

***Контрольные вопросы:***

1. Каких типоразмеров выпускают мелющие вальцы?
2. Дайте характеристику основных рабочих органов вальцовых станков.
3. Как очищается поверхность вальцов в процессе работы?
4. Какие продукты получают в процессе измельчения?
5. Как осуществляется регулировка межвальцового зазора?
6. Что характеризует уклон рифлей?
7. Какое взаимное расположение рифлей возможно в мукомольном производстве?
8. Какое взаимное расположение рифлей принимают при размоле зерна ржи?
9. Какое взаимное расположение рифлей принимают при размоле зерна пшеницы в хлебопекарную муку?
10. Какое взаимное расположение рифлей принимают при размоле зерна пшеницы при размоле в макаронную муку?
11. Из каких этапов состоит процесс измельчения зерна пшеницы при сортовых помолах?

**2.9 Лабораторная работа №9 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройство измельчающих машин ударного действия »**

**2.1.1 Цель работы:**

1. изучить основные конструктивные элементы молотковой дробилки;
2. изучить основные типы молотков молотковой дробилки.

**2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить рабочий процесс в молотковой дробилке
2. определить эффективность измельчения зерна.

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. дробилка молотковая,
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

**Ход работы**

1. Изучить устройство молотковой дробилки и в рабочей тетради нарисовать ее схему с указанием основных конструктивных элементов.

Устройство измельчителя и основные конструктивные элементы показаны на рис.41. Засыпка зерна производится в бункер 1, регулирование подачи осуществляется заслонкой 8, При включении в электросеть и положении выключателя «I» электродвигатель вращается и установленным на конце вала ножом 5 измельчает зерно. Измельченное зерно через отверстия в нижнем и боковом ситах высыпается в приготовленную емкость. Защитное ограждение рабочей зоны 14 и заслонка 8 окрашены в сигнальный цвет.

2. Определить тип молотка и сита представленной молотковой дробилки и нарисовать их.
3. Подготовка к работе:

Взять пустую тару (для измельченной массы) установить на горизонтальной поверхности.  
Разместить измельчитель на приготовленной таре .  
Установить выключатель в положение «O».

Подключить вилку шнура питания к сети.

Просеять зерно на сите с квадратной ячейкой 10x10 или с ячейкой 010мм.

#### 4. Порядок работы.

Закрыть заслонку и наполнить бункер зерном, нажать на клавишу выключателя со стороны «I», запустить измельчитель. После набора двигателем оборотов (2 сек.) открыть заслонку.

Во время работы следить, чтобы уровень измельченной массы в засыпной таре не доходил до нижнего сита.

После завершения работы необходимо выработать зерно; закрыть заслонку; выключить измельчитель, нажав на клавишу выключателя со стороны «O» и отсоединить вилку шнура от розетки.

Режим работы измельчителя продолжительный, рекомендуется делать перерыв на 5-10мин через каждый час работы.

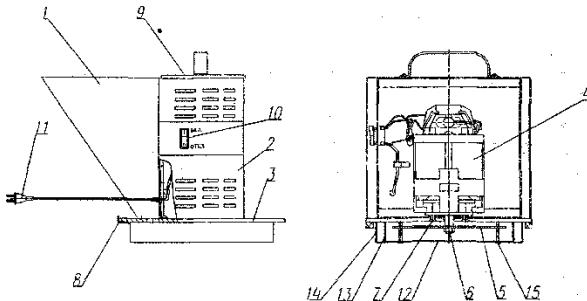


Рис.41 Устройство измельчителя зерна ИЗ-05  
(ИЗ-05М)

1- бункер; 2- кожух; 3- основание; 4- электродвигатель; 5- нож; 6- гайка; 7- винты крепления электродвигателя; 8- заслонка; 9- крышка с ручкой; 10- выключатель; 11- шнур питания; 12- нижнее сито; 13- боковое сито; 14- отражатель; 15- винты крепления сита

5. В рабочей тетради дать письменные ответы на контрольные вопросы по данной лабораторной работе.

6. Сделать выводы о достоинствах, недостатках и эффективности работы молотковой дробилки.

7. Определить модуль крупности измельченного продукта.

#### Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются достоинства и недостатки молотковых дробилок?
2. Какие факторы влияют на процесс измельчения сырья в молотковой дробилке?
3. В чем заключается принцип действия молотковых дробилок?
4. От чего зависит степень измельчения продукта в молотковой дробилке?
5. Как происходит замена молотков в дробилке?
6. Способы измельчения обрабатываемого сырья и полуфабрикатов.
7. Охарактеризуйте измельчающие машины ударного действия.

## 2.10 Лабораторная работа №10 ( 2 часа)

### Тема: «Устройство двухвалковых шелушителей»

#### 2.1.1 Цель работы:

1. - изучить основные конструктивные элементы двухвалковых шелушителей;
2. - изучить принцип действия двухвалковых шелушителей;
3. - научиться определять эффективность работы шелушителя.

#### 2.1.2 Задачи работы:

1. изучить рабочий процесс в двухвалковых шелушителях
2. определить эффективность шелущения партии зерна

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторный двухвалковый шелушитель ГДФ,
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит
6. шелушитель У1-ЕШЗ-3,

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучить устройство лабораторного шелушителя ГДФ и У1-ЕШЗ.
  2. Отобрать навески зерна проса массой 5г из партий откалиброванного и не откалиброванного зерна.
  3. Открыть дверку корпуса и тщательно очистить рабочие органы. Установить рабочий зазор между шелушильными валками, в следующей последовательности 0,1мм, 0,3мм, 0,5мм. Канал распределителя перевести в крайнее левое положение, закрыть дверцу рабочих органов, включить электродвигатель кнопкой «Пуск».
- В приемную воронку засыпать зерно проса массой 5г, шелушить в течение 45-60 сек. Перевести клапан в крайнее левое положение, отключить установку кнопкой «Стоп».
- После шелущения определить % выход нешелушенного и дробленого ядра.
4. Для партии, выровненной по размеру, определить оптимальный зазор между валками и провести шелущение.
  5. Определить эффективность работы шелушителя по следующим параметрам:

*Коэффициенту шелущения:*

$$K_{ш} = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \cdot 100 \quad (22)$$

где  $N_1$ - содержание не шелушенных зерен до шелущения;  
 $N_2$ - содержание не шелушенных зерен после шелущения

*Коэффициенту целности ядра:*

$$K_{ця} = \frac{(K_2 - K_1)}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)} \quad (23)$$

где  $K_1$ ,  $K_2$ -содержание целых ядер в продукте до и после шелущения, %;  
 $d_1$ ,  $d_2$ - содержание дробленых (колотых) ядер в продукте соответственно до и после шелущения, %  
 $m_1, m_2$  – содержание мучки в продукте соответственно до и после шелущения, %.

5. Общая технологическая эффективность процесса шелущения (%) определяют по формуле:

$$\eta = K_{ш} K_{ця}$$

6. В рабочую тетрадь занести результаты испытаний, ответить на контрольные вопросы, сделать выводы по работе.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Назовите способы шелущения зерна.
2. Перечислите факторы, влияющие на выбор способа шелущения?
3. Назовите продукты, которые получают в процессе шелущения?
4. На зерно, каких культур при шелущении, целесообразно воздействовать сжатием и сдвигом?
5. Достоинства и недостатки двухвалковых шелушителей.
6. Перспективные способы шелущения зерна.
7. Как оценивают эффективность шелущения зерна?

## **2.11 Лабораторная работа №11 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройства и принцип действия шелушильного постава»**

### **2.1.1 Цель работы:**

- 1.- изучить основные конструктивные элементы шелушильного постава;
- 2.- изучить принцип действия шелушильного постава;
- 3.- научиться определять эффективность работы шелушителя.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить рабочий процесс шелушения зерна в шелушильном поставе
2. определить эффективность шелушения партии зерна

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторный шелушильный постав,
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучить устройство и принцип действия лабораторного шелушильного постава МШС-1 (рис. 46)

Постав МШС-1 предназначен для шелушения зерна проса и гречихи при выработке пшена и гречневой крупы.

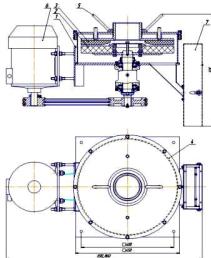


Рис. 46 Постав шелушильный

Устройство постава МШС-1: в корпусе 1 на вертикальном валу вращается абразивный камень 2, над которым располагается неподвижная дека 3. Сверху расположена крышка 4. Рабочий зазор между камнем и декой регулируется перемещением контргайки рукоятками 5. Привод камня осуществляется от отдельного электродвигателя 6 через клиноременную передачу. Снизу корпус оборудован выходным лотком и воздушным сепаратором 7.

*Технологический процесс:* Зерно подается через приемный патрубок деки и попадает в рабочий зазор между камнем и декой. Под действием центробежных сил оно перемещается к периферии, падает на дно корпуса и выводится патрубком в воздушный сепаратор 7, где происходит отделение лузги и мучки. Готовый продукт выходит из нижней части сепаратора.

Производительность МШС-1, кг/ч по зерну. ....350-400

2. Отобрать навески зерна проса массой 1000г.

3. Установить рабочий зазор между вращающимся абразивным камнем и неподвижной декой путем перемещения контргайки рукоятками 5, в следующей последовательности 0,3мм, 0,5мм.

Включить электродвигатель кнопкой «Пуск».

В приемный патрубок засыпать зерно проса массой 1000г, шелушить в течение 1-2мин.

Отключить установку кнопкой «Стоп».

После шелушения определить % выход нешелушенного и дробленого ядра.

4. Определить эффективность работы шелушителя по следующим параметрам:

*Коэффициенту шелушения:*

$$K_{III} = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \cdot 100 \quad (24)$$

где  $N_1$ - содержание не шелушенных зерен до шелушения;

$N_2$ - содержание не шелушенных зерен после шелушения

Коэффициенту целности ядра:

$$K_{ця} = \frac{(K_2 - K_1)}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)} \quad (25)$$

где  $K_1, K_2$ -содержание целых ядер в продукте до и после шелушения, %;

$d_1, d_2$ - содержание дробленых (колотых) ядер в продукте соответственно до и после шелушения, %

$m_1, m_2$ - содержание муки в продукте соответственно до и после шелушения, %.

5. Общая технологическая эффективность процесса шелушения (%) определяют по формуле:

$$\eta = K_{ш} K_{ця}$$

6. В рабочую тетрадь занести результаты испытаний, ответить на контрольные вопросы, сделать выводы по работе.

#### Контрольные вопросы:

1. Назовите достоинства и недостатки шелушения зерна в шелушильном поставе.
2. Назовите основные рабочие органы шелушильного постава.
3. Какие машины применяют для шлифования крупы?
4. Расскажите о принципе действия шелушильного постава.

## **2.12 Лабораторная работа №12 ( 2 часа)**

### **Тема: «Устройство и принцип действия рассевов»**

#### **2.1.1 Цель работы:**

1. познакомиться с основным оборудованием для сортирования продуктов размола зерна;
2. изучить основные конструктивные элементы рассевов,
3. изучить схемы движения продукта по ситам.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. определить схемы движения потоков продукта по ситам
2. технологическую схему рассева.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторный шелушильный постав,
2. весы,
3. разборные доски,
4. лабораторный рассев РЛ-1,
5. набор сит

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Ход работы**

1. Изучить устройство рассева лабораторной мельничной установки МЛУ-202 и в рабочей тетради нарисовать схему рассева с указанием его основных конструктивных элементов.

2. Определить схему движения продуктов размола по ситам рассева лабораторной мельничной установки МЛУ-202 при сортировании продуктов размола драных и размольных систем.

3. Определить номер сит в рассевах, нарисовать технологическую схему рассева драной и размольной систем.

4. В рабочей тетради дать письменные ответы на контрольные вопросы по данной лабораторной работе.

5. Определить недосев, при помощи рассева-анализатора следующим образом:

а) Снять баланс всех продуктов, выходящих из-под рассева. Для этого отобрать продукты из-под рассева в течение 1 мин.

В случае большого количества того или иного продукта (первых сходов на высоких драных системах) следует сократить время отбора до 30 с с последующим пересчетом на 1 мин.

В случае малого количества продукта, выходящего из-под рассева, надо увеличить время отбора с таким расчетом, чтобы количество отобранного продукта было более 100 г.

Выход продукта записать в тетрадь в пересчете на 1 мин (можно пересчитать выход фракции за сутки, что позволит судить о результатах сортирования в привычном для производственников масштабе времени (сутки)).

б) Для подсчета коэффициентов извлечения и недосевов необходимо знать соотношение различных по крупности фракций, входящих в исходный продукт, т. е. гранулометрический состав исходной смеси.

Для этого отбирают из каждой фракции пробу и выделяют навеску в 100г. Навеску просеивают в течение 5 мин на наборе сит в рассеве-анализаторе. Остатки продуктов на ситах и проход последнего сита взвешивают; результаты заносят в тетрадь.

Технологическую эффективность работы рассева определяют по данным баланса через показатель коэффициента извлечения:

6. Сделать вывод об эффективности работы рассевов.

#### Контрольные вопросы:

1. Какую роль играют в процессе размола рассев?
2. Как определить эффективность образования проходового продукта?
3. Когда начинается просеивание продукта в процессе сепарирования?
4. Какие факторы оказывают влияние на интенсивность просеивания?
5. Перечислите схемы движения продукта по ситам.
6. Какая оптимальная толщина слоя продукта при просеивании, что происходит при увеличении или уменьшении слоя?

### **2.13 Лабораторная работа №13 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройство и принцип работы вымольной машины»**

**2.1.1 Цель работы:** - изучить основные конструктивные элементы и принцип действия вымольной машины;

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. определить производительность машины
2. эффективность работы

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. вымольная машина А1-БВГ,
2. ковш,
3. муфельная печь,
4. текстильная лупа

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучить устройство и принцип действия вымольной машины А1-БВГ.
2. Определить длину и ширину бичей, а также их угол наклона относительно оси вала.
3. Определить тип и размер ситового полотна, установленного в цилиндрической зоне.
4. Отобрать ковшом образцы исходной смеси, поступающей в вымольную машину, а также продукты, идущие сходом и проход, определить их зольность и сделать вывод об эффективности работы машины.

Результаты испытаний занести в таблицу 18.

Таблица18- Характеристика рабочих органной и эффективность работы вымольной машины

Бичи			Ситовое полотно		Зольность		
длина, мм	ширина, мм	угол наклона, град	тип	размер	исходной смеси	проходовой фракции	сходовой фракции

Контрольные вопросы:

1. Назовите машины ударно-истирающего действия, применяемые для дополнительного измельчения продуктов размола.
2. Что является основным рабочим органом вымольной машины?
3. Какие продукты направляют в вымольную машину, энтолейтор, деташер?
4. В чем состоит отличие вымольной машины от энтолейтора и детошера?
5. Как определяется технологическая эффективность работы вымольной машины?
6. Опишите принцип работы вымольной машины.
7. На каком этапе производства устанавливается вымольная машина?

## 2.14 Лабораторная работа №14 ( 2 часа)

**Тема: «Устройство основных рабочих органов макаронного пресса»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить основные конструктивные элементы макаронного пресса

**2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить рабочий процесс тестомесилки макаронного пресса
2. изучить процесс формовки макаронных изделий

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторный макаронный пресс АМЛ-1,
2. сменные матрицы
3. мерные цилиндры,
4. сырье

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

### Ход работы

1. Изучить устройство макаронного пресса АМЛ-1 и в рабочей тетради нарисовать его схему с указанием основных конструктивных элементов.

Пресс имеет однокамерную месильную емкость U- образной формы, внутри которой на горизонтальном валу размещены три месильных лопасти, частота вращения лопастей 90об/мин. В нижней части однокамерной емкости имеется окно, под которым располагается нагнетающий шнек. Скорость вращения нагнетающего шнека 30об/мин. Вращение вала с месильными лопастями и нагнетающего шнека осуществляется от электродвигателя через редуктор и ременные передачи (рис.59).

2. Изучить устройство матриц лабораторного макаронного пресса, и зарисовать их в рабочей тетради.



Рис.59 Лабораторный макаронный пресс АМЛ-1:  
а) внешний вид; б) однокамерная месильная емкость

3. Приготовить макаронные изделия. Для их приготовления помещают 400-600г крупки в бункер. Включает тестомесилку и постепенно добавляют необходимое количество воды, хорошо распределяя ее по всей поверхности крупки. Тесто готовится крутым влажностью от 31,5 до 33,5%, температура воды – 60-65°C (теплый замес). Замешивание длится 15-20 мин до состояния теста, когда оно достигнет формы небольших однородных комочеков, слегка рассыпающихся.

Количество воды рассчитывают по формуле:

$$G_B = \frac{G_M (W_T - W_M)}{100 - W_T}$$

(28)

где  $G_B$  – количество воды, см<sup>3</sup>;

$G_M$  – количество муки, г;

$W_T$  – заданная влажность теста, %;

$W_M$  – влажность муки, %.

4. После окончания замешивания тесто подвергается выпрессовке. Выпрессовку макаронных изделий провести в течение 5-6 мин через матрицы двух видов:

а) бронзовую матрицу с фторопластовой вставкой, отверстия внешнего диаметра которой 5,5мм и внутреннего – 3,5мм;

б) бронзовую матрицу без фторопластовой вставки с диаметром 3,0мм.

5. Определить производительность прессования, при использовании матриц различных видов.

#### Контрольные вопросы:

1. Какова классификация шнековых макаронных прессов?
2. Классификация матриц, их назначение и устройство.
3. Для каких целей предназначена вакуумная система пресса?
4. С какой целью используют колосники?
5. Какие матрицы устанавливают на прессах ЛПШ-500 и ЛПЛ-2М?
6. В чем различия формующих элементов в матрицах?
7. Какие основные устройства входят в состав макаронного пресса?
8. Какие виды движения макаронного теста имеют место в шнековой камере пресса?
9. Какие виды макаронных изделий получают прессованием?

### **2.15 Лабораторная работа №15 ( 2 часа)**

**Тема: «Устройство и принцип действия хлебопекарной печи шкафного типа»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить основные конструктивные элементы хлебопекарной печи

**2.1.2 Задачи работы:**

1. определить тип и принцип действия машины;
2. рассчитать тепловой баланс пекарной камеры

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. электрическая конвекционная печь GARBIN

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучить устройство и принцип действия лабораторной хлебопекарной печи GARBIN (рис.67).



Рис. 67 Хлебопекарная печь GARBIN

Нагревательные элементы расположены в верхней и нижней частях печи, а принудительная циркуляция воздуха внутри печи позволяет теплу быстро контактировать с продуктом.

Регулятор температуры регулирует температуру от 0 до 300°C.

Регулятор времени приготовления позволяет настроить время до 120 минут.

Регулятор пара/влажности контролирует количество пара в камере.

Кнопка влажности производит впрыскивание воды в камеру.

*2. Расчет теплового баланса пекарной камеры.* Уравнение теплового баланса пекарной камеры для непрерывно работающей печи имеет следующий вид:

$$q_{\text{п.к}} = q_1^{\text{пк}} + q_2^{\text{пк}} + q_3^{\text{пк}} + q_4^{\text{пк}} + q_5^{\text{пк}} + q_6^{\text{пк}} + q_7^{\text{пк}} + q_8^{\text{пк}}, \quad (29)$$

где  $q_1^{\text{пк}}$  – теоретический расход теплоты на выпечку 1 кг хлеба (полезная теплота), кДж/кг;

$q_2^{\text{пк}}$  - теплота на перегрев пара, подаваемого для увлажнения среды пекарной камеры и тестовых заготовок, кДж/кг;

$q_3^{\text{пк}}$  – расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха, кДж/кг;

$q_4^{\text{пк}}$  – расход теплоты на нагрев транспортных устройств, кДж/кг;

$q_5^{\text{пк}}$  – потери теплоты в окружающую среду через ограждения пекарной камеры, кДж/кг;

$q_6^{\text{пк}}$  – потери теплоты через нижнюю стенку пекарной камеры, кДж/кг;

$q_7^{\text{пк}}$  – потери теплоты излучением через посадочное окно пекарной камеры в окружающую среду, кДж/кг;

$q_8^{\text{пк}}$  – расход теплоты на аккумуляцию, кДж/кг.

*Теоретический расход теплоты*  $q_1^{\text{пк}}$  на выпечку 1кг хлеба рассчитывают по формуле:

$$q_1^{\text{пк}} = W'_{\text{исп}}(i_{\text{п.п}} - i_b) + g_k c_k(t_k - t_m) + (g_{c.m} c_{c.m} + W_x c_b)(t_m - t_m), \quad (30)$$

где  $W'_{\text{исп}}$ -упек ;

$i_{\text{п.п}}$  – энталпия перегретого пара при температуре  $t_{\text{п.к}}$  и атмосферном давлении  $p=100$  кПа, кДж/кг (приложение А) ;

$i_b$  – энталпия воды в тесте при температуре теста  $t_m$  (приложение Б) кДж/кг;

$g_k$  – содержание корки в 1кг горячего изделия,  $g_k = 0,285$  кг/кг;

$c_k$  – удельная теплоемкость корки,  $c_k = 1,47$  кДж/(кгК);

$t_k$  – средняя температура корки, принимается равной среднеарифметической температуре поверхности корки и подкоркового слоя,  $t_k = 120^\circ\text{C}$ ;

$t_m$  – температура теста  $^\circ\text{C}$  ;

$t_m$  – температура мякиша,  $^\circ\text{C}$ ;

$g_{c.m}$  – содержание сухого вещества мякиша в 1кг хлеба, кг/кг;

$$g_{c.m} = 1 - (g_k + W_x), \quad (31)$$

$W_x$  – содержание влаги в 1кг хлеба в момент его выхода из пекарной камеры, кг влаги на 1кг горячего хлеба,  $W_x = 0,45$  кг/кг;

$c_{c.m}$  – удельная теплоемкость сухого вещества мякиша хлеба,  $c_{c.m} = 1,47$  кДж/(кгК);

$c_b$  – удельная теплоемкость воды,  $c_b = 4,187$  кДж/(кгК);

$t_m$  – средняя температура мякиша горячего хлеба,  $t_m = 98^\circ\text{C}$ .

*Расчет теплоты на перегрев пара, подаваемого для увлажнения среды пекарной камеры и тестовых заготовок*  $q_2^{\text{пк}}$

$$q_2^{\text{пк}} = (i_{\text{п.п}} - i_h) D_n, \quad (32)$$

где  $i_h$  – энталпия насыщенного пара перед пароувлажнителем устройством,  $p_1 = 120$  кПа и степень сухости пара  $x = 0,9$ , по таблице водяного пара в состоянии насыщенности (приложение Б).

$D_n$  – массовая доля насыщенного пара, поступающего в пекарную камеру на 1кг горячего хлеба,  $D_n = 0,09$  кг/кг;

$i_{\text{п.п}}$  – определяем по таблице (приложения А)

$i_h$  вычисляем по формуле:

$$i_h = i' + x_r, \quad (33)$$

где,

$x$ - степень сухости пара,  $x=0,9$

$r$ - скрытая теплота парообразования, кДж/кг

*Расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха*

$$q_3^{\text{пк}} = (W_{\text{исп}} + D_n) c_p (t_{\text{п.к}} - t_b) / (d_{\text{п.к}} - d_b), \quad (34)$$

где  $c_p$ - массовая удельная теплоемкость воздуха,  $c_p=1,005$  кДж/кг;

$t_{\text{п.к}}$  – температура пекарной камеры  $t_{\text{п.к}}=127^{\circ}\text{C}$ ;

$t_b$  – температура воздуха,  $t_b=25^{\circ}\text{C}$ ;

$d_{\text{п.к}}$  – влагосодержание горячего влажного воздуха в сечении посадочного окна на выходе из пекарной камеры,  $d_{\text{п.к}}=0,421$  кг/кг;

$d_b$ - влагосодержание воздуха,  $d_b=0,0142$  кг/кг;

*Расход теплоты на нагрев транспортных устройств*  $q_4^{\text{пк}}$  отсутствует, т.к конвейер печи не выходит за пределы пекарной камеры. Потери теплоты будут происходить только при охлаждении форм, выходящих из печи:

$$q_4^{\text{пк}} = g_{\text{м.ф}} c_m (t_{\phi} - t_{\phi}'), \quad (35)$$

где  $g_{\text{м.ф}}$ - масса металла форм, приходящаяся на 1кг хлеба,  $g_{\text{м.ф}}=0,61$  кг/кг;

$c_m$ - удельная теплоемкость стали,  $c_m=0,462$  кДж/(кг.К);

$t_{\phi}'$  – температура формы при выходе из печи,  $t_{\phi}'=158^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\phi}$ - температура формы при входе в пекарную камеру,  $t_{\phi}=30^{\circ}\text{C}$

*Потери теплоты в окружающую среду через ограждения пекарной камеры*

$$q_5^{\text{пк}} = 3,6 Q_{0,c} / G_x, \quad (36)$$

где  $G_x$  – производительность печи, кг/ч;

$Q_{0,c}$ - потеря теплоты ограждениями пекарной камеры в окружающую среду, Вт, находим по формуле:

$$Q_{0,c} = \alpha_k f_n (t_n - t_b) + C_o \varepsilon_n f_n [(0,01 T_n)^4 - (0,01 T_{ct})^4], \quad (37)$$

где  $C_o=5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup>К<sup>4</sup>) – постоянна Стефана-Больцмана.

$\alpha_k$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией

$t_b$ - температура среды является определяющей. Средняя температура поверхности ограждений  $t_n=40^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура стен помещения  $t_{ct}$  принимается равной температуре воздуха в помещении  $t_b$ .

При  $t_b$  для воздуха находим в приложении В следующие теплофизические характеристики: кинематическую вязкость  $v, \text{м}^2/\text{с}$ ; коэффициент теплопроводности  $\lambda_1, \text{Вт}/(\text{мК})$ ; число Прандтля  $P_r$ .

$$\alpha_k = N_u \lambda_1 / h \quad (38)$$

$$N_u = 0,15 (G_r P_r) \quad (39)$$

Число Грасгофа

$$G_r = g \beta \Delta t h^3 / v^2 \quad (40)$$

Коэффициент объемного расширения воздуха

$$\beta = 1 / (273 + t_b) \quad (41)$$

*Потери теплоты через нижнюю стенку пекарной камеры* определяем по формуле:

$$q_6^{\text{пк}} = 3,6 Q_{h,c} / G_x \quad (42)$$

$$Q_{h,c} = (\lambda_2 / \delta) f_{h,c} (t_{ct} - t_{пол}) \quad (43)$$

где  $\lambda_2$ - коэффициент теплопроводности изоляционного материала (шлаковая вата),  $\lambda_2=0,086$  Вт/(мК);

$\delta$ - толщина стенки, м;

$f_{h,c}$ - площадь поверхности нижней стенки, м<sup>2</sup>;

$t_{ct}$ - температура стенки,  $t_{ct}=175^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{пол}$  – температура пола,  $t_{пол}=20^{\circ}\text{C}$ .

$$f_{h,c} = l_4 b_1 \quad (44)$$

$l_4, b_1$  – см. рисунок (приложение Д)

*Потери теплоты через посадочное окно* находим по формуле:

$$Q_{o,c} = C_o \varepsilon f_{\phi} [(0,01 T_{п.к})^4 - (0,01 T_{ct})^4], \quad (45)$$

$\varepsilon$ -коэффициент теплового излучения отверстия,  $\varepsilon=1$ ;

$f_{\phi}$ - площадь окна, м<sup>2</sup>

$T_{п.к}$ - средняя температура пекарной камеры, К,

$T_{ст}$ - температура стен в печном зале, принимается равной температуре воздуха  $t_b$ , °C.

$$f_{\phi} = h_3 b_2 \quad (46)$$

Так как печь рассчитывается для непрерывной работы, то  $q_8^{пк} = 0$

*Тепловой поток от системы обогрева в пекарную камеру составит :*

$$Q_{п.к} = q_{пк} G_x / 3,6 \quad (47)$$

*Технологический КПД пекарной камеры, %*

$$\eta_{пк} = (q_1^{пк} / q_{пк}) 100 \quad (48)$$

#### Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют хлебопекарные печи?
2. Какие способы обогрева пекарной камеры используются в печах?,
3. Что такое рециркуляция топочных газов?
4. Какие достоинства и недостатки хлебопекарных печей?
5. Какие достоинства и недостатки имеют расстойно-печные агрегаты?
6. Какие факторы оказывают влияние на эффективность выпечки?
7. Какие изменения происходят в тестовой заготовке во время выпечки?
8. На какие зоны делят пекарную камеру и почему?
9. Как подразделяют печи по степени механизации печного агрегата?
10. Что является главным параметром печей?

## **2.16 Лабораторная работа №16 (1час)**

**Тема: «Устройство сепаратора-сливкоотделителя»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. - изучить основные конструктивные элементы сепаратора-сливкоотделителя;
2. - изучить принцип действия оборудования для разделения молока;
3. - научиться определять эффективность работы сепаратора.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить принцип действия сепаратора
2. определить эффективность работы сепаратора

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. сепаратор-сливкоотделитель «Сатурн 2»

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучить устройство и принцип действия сепаратора с электроприводом «Сатурн-2».

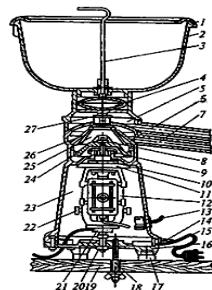


Рис. 62 – Сепаратор-сливкоотделитель с электроприводом:

1 - отражатель; 2, 6 и 7 - приемники молока, сливок и обрата; 3 - кран с ручкой; 4 - поплавок; 5 - поплавковая камера; 8 - барабан; 9 - муфта; 10 и 21 - верхняя и нижняя опоры;

11 - щиток; 12 - электродвигатель; 13 - выключатель; 14 - втулка; 15 - шнур с вилкой; 16 - основание; 17 - амортизатор; 18 - фиксатор; 19 - доска; 20 - подпятник с контргайкой; 22 - щетка; 23 - сепаратор; 24 - основание барабана; 25 - тарелка; 26 - крышка барабана; 27 - зажимная гайка

Электросепаратор «Сатурн-2» предназначен для разделения молока на сливки и обрат (обезжиренное молоко). Он состоит из трех основных узлов: электропривода, барабана и приемно-выводного устройства. Корпус электропривода представляет собой пластмассовую отливку, в которой смонтирован электродвигатель мощностью 60 Вт. На цапфе вала электродвигателя установлен барабан с фиксатором тарелок, резиновое уплотнительное кольцо, промежуточные и верхние тарелки, регулировочный винт и крышка. Приемно-выводное устройство предназначено для подачи молока в барабан, вывода сливок и обрата и состоит из молокоприемника с пробковым краном, отражателя, камеры с поплавком, приемника обрата.

Сепаратор «Сатурн-2» (рис. 62) имеет приемники молока 2, сливок 6, обрата 7, а также сепаратор 23 с электроприводом. При соединении приемники 2, 6 и 7 образует поплавковую камеру 5, в которой размещается поплавок 4. Корпус сепаратора 23 крепится на горизонтально установленной доске 18 и опирается на эластичные амортизаторы 17. Внутри корпуса размещен электропривод, соединенный со специальным валиком, на который надевается барабан 8 сепаратора в сборе. Привод смонтирован так, чтобы исключалось попадание жидкости на электропроводку. Питание сепаратора от сети переменного тока напряжением 220 В через гибкий шнур 15 с вилкой.

Принцип работы электрического сепаратора следующий: молоко через кран молокоприемника стекает в камеру с поплавком, а затем поступает в фиксатор тарелок. Из фиксатора по вертикальным каналам пакета конических тарелок молоко распределяется в межтарелочные зазоры и под действием центробежной силы разделяется на сливки и обрат. Сливки, как более легкая фракция, направляются к оси вращения барабана и выводятся в приемник сливок, а оттуда в приемную емкость. Обрат, как более тяжелая фракция, под действием центробежных сил отбрасывается к периферии барабана, поднимается в горловину барабана и через паз вытекает в приемник обрата, а затем в приемную емкость.

Техническая характеристика представлена в таблице 20.

Таблица 20 - Техническая характеристика электросепаратора «Сатурн-2»

Показатели	Значения
Вместимость молокоприемника, л	5
Производительность, л/ч, не менее	50
Предел регулирования отношения сливок к обезжиренному молоку	от 1:4 до 1:10
Частота вращения барабана, мин <sup>-1</sup>	10000

2. Определить производительность сепаратора.
3. Определить отношение сливок к обезжиренному молоку.
4. По результатам работы заполнить таблицу 21 и сделать выводы.

Таблица 21- Результаты испытаний

Марка сепаратора	Производительность сепаратора	Отношение сливок к обезжиренному молоку

#### Контрольные вопросы

1. Какие машины раздавливающего (ударного) действия Вы знаете, расскажите принцип их действия
2. Перечислите основные виды оборудования для разделения жидких пищевых продуктов.
3. Чем отличается принцип действия центрифуг и сепараторов (фильтров и баромембранных установок).
4. Принцип действия сепараторов (фильтров, баромембранных установок).

## **2.17 Лабораторная работа №17 ( 1 час)**

**Тема: «Устройство и принцип действия центрифуги»**

**2.1.1 Цель работы:** - изучить основные конструктивные элементы и принцип действия центрифуги;

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. изучить рабочий процесс
2. определить эффективность разделения твердой и жидкой фазы

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. лабораторная центрифуга LSZ-49

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Ход работы**

1. Изучит устройство и принцип действия центрифуги LSZ-49.

Основные узлы центрифуги: корпус, крышка, щит приборов, двигатель, два разных ротора, внутренний кожух, охлаждающий змеевик и резиновые ножки.

На лицевой стороне аппарата расположены приборы, в том числе электрический тахометр, автоматные минутные часы, регулятор числа оборотов, выключатели и сигнальная лампа.

Число оборотов аппарата измеряется электрическим путем при помощи ступенчатого переключателя. При помощи автоматических минутных часов на аппарате может устанавливаться любая длительность центрифугирования, по истечению которой аппарат автоматически останавливается.

Аппарат укомплектован двумя разными роторами: универсальным угловым ротором и ротором с центробежными стаканами. И тот и другой ротор применяются как для индивидуальных, так и для серийных испытаний.

Фактор разделения аппарата не более 7500g, т.е создаваемая центробежная сила является 7500-кратной величиной ускорения земной силы тяжести. В роторе с центробежными стаканами осажденные частицы расположены более благоприятно с точки зрения обработки.

Время центрифугирования зависит от количества и качества вещества, и как правило составляет 5 мин. техническая характеристика представлена в таблице 22.

*Эксплуатация центрифуги:* выключатель под часами установить в положение «с часами» или «без часов». Включить главный выключатель, затем отрегулировать часы на требуемое время. После этого медленно поворачивать ступенчатый переключатель, исходя из положения 0 до требуемого числа оборотов. Число оборотов показывает электрический спидометр. По истечению заданного времени центрифуга останавливается автоматически.

После остановки центрифуги выключить главный выключатель.

**Таблица 22 - Техническая характеристика центрифуги LSZ-49**

Показатели	Значение
Число оборотов, максимум, об/мин	8000
Время работы, до мин	60
Количество пробирок, шт	6

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется процессом центрифугирования?
2. Каково устройство и принцип действия отстойных центрифуг?
3. Какие типы центрифуг вы знаете?
4. Каково устройство и принцип действия фильтрующих центрифуг?

## 2.18 Лабораторная работа №18 ( 2 часа)

Тема: «Устройство и принцип действия волчка»

**2.1.1 Цель работы:** - изучить основные конструктивные элементы и принцип действия волчка;

### 2.1.2 Задачи работы:

1. определить основные узлы волчка, их взаимодействие;
2. определить тип ножей и производительность машины

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. волчок К6-ФВП-120

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### Ход работы

1. Изучить устройство и принцип действия волчка.

Волчок установлен на станине 1 сварной конструкции и включает в себя механизм подачи сырья, режущий механизм 5, привод 2 и загрузочную чашу 8 (рис. 65).

В верхней части машины имеется загрузочный бункер сварной конструкции для приема измельчаемого сырья.

В механизм подачи сырья входят рабочий шnek 4, вспомогательный шnek 3 и рабочий цилиндр 7. Рабочий цилиндр имеет ребра. Их расположение продольное, что предотвращает проворачивание мяса вместе со шнеком и возврат его в зону загрузки.

Принудительная подача сырья в рабочую часть осуществляется вспомогательным шнеком - это обеспечивает постоянную загрузку режущего механизма и высокую удельную производительность.

Рабочий шnek имеет витки, уменьшающиеся в сторону выгрузки продукта. Чем длиннее рабочий шnek, тем меньше мяса вытесняется обратно в загрузочную часть и выше производительность волчка. Чем больше витков, тем образуется как бы лабиринт, что снижает возможность передавливания фарша из зоны давления в зону загрузки.

Важнейшая часть волчка - режущий механизм (рис.66). Имеет плоскую форму. Он представляет собой последовательное чередование неподвижных решеток и вращающихся ножей. Самый распространенный механизм измельчения состоит из приемной, выходной и промежуточной решеток, двусторонних и односторонних многозубых ножей.

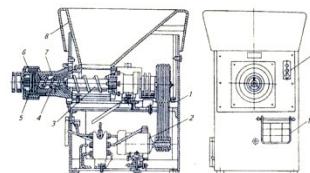


Рис. 65 - Волчок К6-ФВП-120:

- 1 — станина; 2— привод; 3— подающий шnek; 4 —рабочий шnek; 5— режущий механизм; 6— прижимное устройство; 7—цилиндр; 8— бункер; 9— кнопки управления; 10— откидная площадка

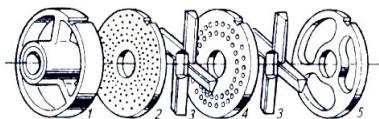


Рис. 66. Режущий механизм волчка:

- 1 - кольцо-подпора; 2 - выходная решетка; 3 - четырехзубый нож;  
4 - промежуточная решетка; 5 - приемная решетка

В режущий механизм входят крестовидные двусторонние ножи. Ножи имеют криволинейные зубья, между которыми расположены проходные каналы для продукта. Режущая кромка ножа должна быть не менее 0,5 мм, иначе образуется стружка. Приемный нож выполняется толщиной 18-20 мм, толщина кромки 0,5-2 мм (очень быстро вырабатывается). Режущий механизм необходимо собирать гак, чтобы измельчение было вначале более грубым, затем мелким. Это обеспечивает меньшие затраты энергии и соответственно продукт меньше

нагревается. В ножевом механизме с 4 режущими плоскостями на палец шнека надевают приемную решетку, двусторонний нож, промежуточную решетку с диаметром отверстия 16 мм, второй двусторонний нож, выходную решетку с диаметром 5 мм и прижимное кольцо. Ножи и решетки умеренно затягиваются зажимной гайкой. Одним из основных факторов, влияющих на качество работы волчка, является усилие, с которым режущие кромки ножей прижимаются к плоскостям решеток. Чрезмерное усилие ведет к увеличению силы трения в паре и как следствие к нагреву, износу, увеличению энергозатрат, перегреву продукта. Недостаточное усилие способствует появлению зазора в паре, что приводит к нарушению процесса резания и выделения влаги. Для регулирования прижатия ножей к решетке применяют прижимные устройства, выполненные в виде гайка-маховик. Во избежание продольного перемещения от давления продукта, создаваемого шнеком, решетки фиксируются упорным кольцом, которое прижимается гайкой-маховиком.

Работа волчка состоит в следующем: куски сырья загружают в воронку и толкателем подают в цилиндр, где они захватываются шнеком и транспортируются к режущему механизму. По мере вдавливания мяса в отверстия первой решетки оно отрезается односторонним ножом. Затем при выходе из крупной решетки и при входе в мелкую решетку сырье срезается двусторонним ножом, и окончательно измельченное, выходит из волчка.

2. Начертить схему режущего инструмента. Определить диаметр и толщину решеток.
  3. Определить тип ножей.
  4. Определить производительность волчка. Для этого мясо весом 0,5 кг и температурой 0...+2°C подается в загрузочный бункер, засекается время в течение которого произошло измельчение продукта.
  5. Определить производственные потери.
- Результаты испытаний занести в таблицу 23.

Таблица 23 – Результаты исследований работы волчка

Количество, шт		Диаметр решеток, мм		Толщина решеток, мм		Тип ножей		Производительность волчка, кг/ч
решеток	ножей	1	2	1	2	1	2	

#### Контрольные вопросы:

1. Для чего применяются волчки?
2. Что является главным узлом волчка?
3. Как изменяется производительность волчка в зависимости от числа витков шнека?
4. Какие факторы оказывают влияние на производительность волчка?
5. От чего зависит степень использования площади решетки?
6. Как влияет заточка лезвия ножа на удельный расход энергии?

#### **2.19 Лабораторная работа №19 (2 часа)**

**Тема: «Расчет и подбор оборудования для зерноочистительного отделения мукомольного завода»**

**2.19.1 Цель работы:** изучить основные принцип расчета оборудования для очистки зерна;

#### **2.19.2 Задачи работы:**

1. рассчитать необходимое количество оборудования для очистки от минеральной и сорной примеси
2. рассчитать необходимое количество оборудования для мойки зерна
3. сделать выводы о правильности расчетов оборудования

#### **2.19.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

Очистка зерна и выделение мелкой фракции его в зернохранилищах

Зерно, поступившее в зернохранилище, должно быть взвешено и очищено от примесей с возможно более полным их удалением.

С целью повышения эффективности очистки пшеницы от сорной и зерновой примесей, а также улучшения ее технологических свойств рекомендуется производить отбор мелкой фракции зерна. Заметный технологический эффект может быть получен при удалении не менее 30% мелкой фракции содержащейся в исходном зерне.

Отбор зерна мелкой фракции в элеваторе и ее использование следует проводить в соответствии с действующим порядком. Мелкой фракцией в пшенице считают зерно, прошедшее через полотно решетное (пробивное сито) N 2a-20 x 20 или N 2a-22 x 20 (по ГОСТ 214-83 - Приложение 7) и полученное сходом с сита 2a-17 x 20, удовлетворяющее установленным нормам качества: содержание зерен пшеницы, относимых к основному зерну и зерновой примеси, не менее 85% от массы зерна вместе с примесями.

Очистку зерна от примесей и отбор мелкой фракции на элеваторе рекомендуется осуществлять в соответствии с технологическими схемами, приведенными на рис. 1 (а, б, в) - рисунки не приводятся.

Рекомендуемые показатели качества зерна, передаваемого мукомольному заводу

Зерно, направляемое из зернохранилища в зерноочистительное отделение мукомольного завода, должно иметь следующие показатели качества:

а. рекомендуемая исходная влажность при многосортных или односортных помолах пшеницы и ржи с выработкой муки высшего сорта или сеянной - до 13,0%, при других типах помола - до 14,0%; при обойных помолах - на уровне, обеспечивающем получение муки стандартной влажности;

б. содержание сорной примеси - не более 2% (при наличии оборудования для обработки зерна на элеваторе - не более 1%), в том числе испорченных зерен - не более 1% (для макаронных помолов - не более 0,5%), вредной примеси - не более 0,2%. В числе вредной примеси содержание головни и спорыни, отдельно или вместе, не должно превышать 0,05%, а горчака и вязеля (отдельно или вместе) 0,04% из общей нормы 0,05%;

в. содержание фузариозных зерен - не более 1% (количество вомитоксина не более 1 мг/кг);

г. содержание зерновой примеси - не более 5% в пшенице и 4% во ржи, в том числе проросших зерен <\*> не более 3% (для макаронных помолов - соответственно, не более 4 и 2%).

---

<\*> Содержание проросших зерен устанавливают по результатам анализа до очистки;

д. зерно должно быть доброкачественным, не затхлым, не плесневым, не испорченным самосогреванием и сушкой, не иметь солодового и других посторонних запахов.

Очистка зерна от примесей предусматривает выделение из зерновой массы сорной и зерновой примесей, отличающихся от основного зерна размерами (длиной, толщиной, шириной), аэродинамическими характеристиками, плотностью и другими физическими свойствами.

Воздушный режим аспирационных машин должен быть отрегулирован на максимальное выделение легких примесей, унос зерна допускается в пределах, регламентированных нормами качества кормовых зернопродуктов или отходов.

Полотна решетные сепараторов следует подбирать с учетом количества и состава примесей, подлежащих выделению из зерновой массы. Рекомендуемые размеры отверстий (мм) сортировочного сита 4,25 x 25, подсевного - d 2.

Размер ячеек рабочих органов триеров выбирают с учетом вида примесей, подлежащих выделению по длине, и размеров зерна:

рекомендуется для куколеотборников использовать рабочие органы с диаметром ячеек от 4 до 5 мм при первичной обработке и от 3 до 4 мм на контроле;

для овсюгоотборников на мягкой пшенице - от 8 до 10 мм при первичной обработке и от 9 до 11 мм - на контроле;

при обработке твердой пшеницы - от 11 до 13 мм.

### Обработка поверхности зерна

Обработку поверхности зерна осуществляют сухим и мокрым способами: сухой способ предусматривает обработку поверхности зерна в обоечных, щеточных, шелушильных машинах; мокрый - в моечных машинах и машинах для мокрого шелушения.

В схемах подготовки зерна к помолу можно применять один из указанных способов или их комбинацию.

Эффективность обработки поверхности зерна характеризуется снижением его зольности при ограничении увеличения количества битых зерен. В табл. 6 приведены ориентировочные значения показателей эффективности обработки зерна в различных машинах.

Ориентировочная потребность в воде для обработки 1 т зерна в моечной машине составляет от 1,5 до 2,0 куб. м, в машине для мокрого шелушения - 0,12 - 0,13 куб. м.

Зерновое сырье обычно хранят в силосах. Размеры силосов из сборного железобетона принимают в плане 3x3м и высотой не более 30м для зернового сырья.

Запасы сырья принимают в размере не более 28-суточной производительности.

Общее количество сырья Kс (т), подлежащего хранению на заводе, определяют по формуле

$$K_c = \frac{Qaz}{100}, \text{ где}$$

Q- производительность завода, т/сут;

а- количество сырья, подлежащего хранению, % от суточной производительности завода;

z- время хранения сырья, сутки.

Необходимая емкость силосов V (м<sup>3</sup>) для хранения заданного вида сырья будет:

$$V = \frac{Kc}{y\pi},$$

у- объемная масса сырья, кг/м<sup>3</sup> ;

п- коэффициент использования емкости силосов, (п=0,80-0,85).

Зная необходимую емкость силосов V и емкость одного силоса V/ можно вычислить нужное количество силосов

$$N = \frac{V}{V'},$$

Подготовка зерна к производству начинается с его очистки. Для удаления крупных и мелких примесей применяют сепаратор А1-БЛС и А1-БИС

Рассчитаем необходимое количество сепараторов по часовой производительности по формуле:

$$N = Q_p * C / q * 24 * 100,$$

где  $Q_p$ - производительность подготовительного отделения;

$C$ -нагрузка на данную технологическую операцию ,%

$q$ - часовая производительность машины, т/ч

$$Q_p = Q * K_1,$$

где  $Q$ - производительность завода,

$K_1$ -поправочный коэффициент,  $K_1 = 1,2$

Из партии зерна на этапе подготовки к помолу удаляют минеральные примеси. Данный вид примесей удаляется камнеотделительной машиной.

Рассчитаем необходимое количество машин по формуле:

$$N = Q_p * C / q * 24 * 100,$$

где  $Q_p$ - производительность подготовительного отделения;

$C$ -нагрузка на данную технологическую операцию ,%

$q$ - часовая производительность машины, т/ч

Камнеотделительная машина БКМ-15 предназначена для очистки продукта от минеральных примесей. Производительность по пшенице - 15 т/ч.

Рассчитаем необходимое количество машин по формуле:

$$N = Q_p * C / q * 24 * 100,$$

где  $Q_p$ - производительность подготовительного отделения;

$C$ -нагрузка на данную технологическую операцию ,%

$q$ - часовая производительность машины, т/ч

Подготовка зерна к измельчению предусматривает удаление из зерновой массы примесей, отличающихся от зерна длиной. Для удаления таких примесей применяют триера- куколеотброники (для коротких примесей) и овсюгоотброники – (для длинных примесей).

Рассчитаем необходимое количество триеров по формуле:

$$N = Q_p * C / q * 24 * 100,$$

где  $Q_p$ - производительность подготовительного отделения;

$C$ -нагрузка на данную технологическую операцию ,%

$q$ - часовая производительность машины, т/ч

Заключительным этапом подготовки является увлажнение и отволаживание зерна. Моечная машина Ж9-БМБ предназначена для очистки поверхности зерна от пыли, земли, органических и минеральных примесей.

Производительность машины 12т/ч.

Рассчитаем необходимое количество моечных машин по формуле:

$$N = Q_p * C / q * 24 * 100,$$

где  $Q_p$ - производительность подготовительного отделения;

$C$ -нагрузка на данную технологическую операцию ,%

$q$ - часовая производительность машины, т/ч

## 2.20 Лабораторная работа №20 (4 часа)

**Тема: «Расчет и подбор оборудования для размольного отделения мукомольного завода»**

**2.20.1 Цель работы:** изучить основные принципы расчета оборудования для измельчения и сортирования продуктов размола

### 2.20.2 Задачи работы:

1. рассчитать необходимое количество оборудования для измельчения в зависимости от производительности и выхода готовой продукции
2. рассчитать необходимое количество оборудования для сортирования продуктов размола в зависимости от производительности и выхода готовой продукции
3. сделать выводы о правильности расчетов оборудования

### 2.20.4 Описание (ход) работы:

**Расчет вальцовой линии.** При расчете вальцовой линии с использованием общих удельных нагрузок на первом этапе определяют общую длину вальцовой линии  $L_o$  (см) для осуществления операции измельчения:

$$L_o = Q_M 1000 / q_B, \quad (49)$$

где  $Q_M$  - производительность мукомольного завода, т/сут;  
 $q_B$  - общая удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см · сут).

Общую удельную нагрузку принимают по таблице 24. При выполнении проектов реконструкции применение удельных нагрузок по этой таблице необходимо снижать производительность завода. Поэтому допускается использовать удельные нагрузки на вальцовую линию, рекомендуемые Правилами.

Таблица 24 - Общие удельные нагрузки на основное оборудование размольного отделения мукомольных заводов

Тип помола	$q_B$ , кг/(см·сут)	$q_{\pi}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·сут)	$q_c$ , кг/(см·сут)
<b>Помолы пшеницы в хлебопекарную муку:</b>			
трехсортный 75 %, 78 %-ный, односортный 72 %-ный	63...70...77	1000...1200	380...540
двуухсортный по сокращенной схеме	75...85	1100...1300	400...600
односортный 85 %-ный обойный	95...125 330	1100...1500 4000...4800	1100...1500
Помолы пшеницы в муку для макаронных изделий	50...55	800...1000	100...120
<b>Помолы ржи:</b>			
63 %-ный	70	800...1000	—
80 %-ный	140	1600...1920	—
87 %-ный	170	1700...2000	—
<b>Обойный</b>	295	4000...4800	—
<b>Ржано-пшеничный и пшениочно-ржаной</b>	295	4000...4800	—

Примечание.  $q_B$  — удельная нагрузка на вальцовую линию;  $q_{\pi}$  — удельная нагрузка на просеивающую поверхность;  $q_c$  — удельная нагрузка на ширину приемного сinta двухъярусных ситовеечных машин.

Полученную общую длину вальцовой линии  $L_o$  делят в соотношении  $r_L$  на длину вальцовой линии для драного процесса и шлифовочно-размольного:

$$r_L = \frac{L_{Ш+Р}}{L_{ДР}}, \quad (15)$$

где  $L_{Ш+Р}$  - длина вальцовой линии шлифовочного и размольного процессов, см;  
 $L_{ДР}$  - длина вальцовой линии драного процесса, см.

$$L_o = L_{ДР} + L_{Ш+Р}, \quad (16)$$

Решая совместно систему уравнений относительно  $L_{ДР}$  и  $L_{Ш+Р}$ , получим:

$$L_{ДР} = \frac{L_0}{r_L + 1}; \quad (17)$$

$$L_{III+P} = \frac{r_L L_0}{r_L + 1}; \quad (18)$$

Величину  $r_L$  следует принимать согласно таблице 25.

Очевидно, что длина вальцовой линии драного процесса равна сумме длин вальцовой линии систем, составляющих драной процесс.

Следовательно,

$$L_{DP} = l_1 + l_2 + \dots + l_i + \dots + l_n = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (19)$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_i \dots l_n$  – длина вальцовой линии 1, 2, …,  $i$ -й системы, см.

Аналогично складывается длина вальцовой линии шлифовочных и размольных систем.

$$L_{III+P} = l_1 + l_2 + \dots + l_i + \dots + l_n = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (20)$$

Расчетное значение длины вальцовой линии 1-й системы драного процесса можно определить, приняв  $L_{DP}=100\%$ ,

$$l_i = \frac{L_i L_{DP}}{100}, \quad (21)$$

где  $L_i$  – принятое значение длины вальцовой линии  $i$ -й драной системы, %.

Аналогично рассчитывают длину вальцовой линии 1-й системы шлифовочного или размольного процесса:

$$l_i = \frac{L_{III+P} L_i}{100}, \quad (22)$$

где  $L_i$  – принятое значение длины вальцовой линии  $i$ -й шлифовочной или размольной системы, %.

Таблица 25 – Длина вальцовой линии и площадь просеивающей поверхности по системам для хлебопекарных помолов пшеницы, %

Системы	ПХ-72, 75, 78		ПХ-75, 78-С		ПХ-85		ПХ-96	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
<i>Драный процесс</i>								
I	18…24	10…13	20…25	12…20	20…26	19…25	25…33	25…33
II	22…26	14…18	25…30	12…20	20…26	19…25	25…33	25…33
III	22…26	14…18	20…25	12…15	20…26	12…19	17…25	17…25
IV	16…22	9…12	10…15	12…15	11…20	12…19	17…25	17…25
V	8…14	7…10	10…15	7…9	11…20	12…19	—	—
VI	5…9	4…6	—	—	—	—	—	—
<i>Сортировочные:</i>								
1-я	—	4…6	—	7…9	—	—	—	—
2-я	—	4…6	—	7…9	—	—	—	—
3-я	—	4…6	—	7…9	—	—	—	—
4-я	—	4…6	—	—	—	—	—	—
Пересев	—	12…18	—	7…9	—	7…12	—	—
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Шлифовочный и размольный процесс</i>								
Шлифовочные:								
1-я	4…6	4…7	6…9	7…10	—	—	—	—
2-я	4…6	4…7	7…9	7…10	—	—	—	—
3-я	4…6	4…7	—	—	—	—	—	—
4-я	3…5	4…7	—	—	—	—	—	—
5-я	3…5	4…5	—	—	—	—	—	—

Системы	ПХ-72, 75, 78		ПХ-75, 78-С		ПХ-85		ПХ-96	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
<b>Размолвные:</b>								
1-я	14...16	12...16	14...20	14...18	17...20	16...23	—	—
2-я	10...13	8...14	10...14	10...14	17...20	16...23	—	—
3-я	8...10	6...10	9...12	8...12	17...20	16...23	—	—
4-я	7...10	4...7	8...11	7...10	12...17	16...23	—	—
5-я	5...7	4...7	6...10	6...10	12...17	12...16	—	—
6-я	4...6	4...7	6...9	6...10	10...17	12...16	—	—
7-я	4...5	4...7	—	—	—	—	—	—
8-я	3...5	4...7	—	—	—	—	—	—
9-я	3...5	4...6	—	—	—	—	—	—
10-я	3...5	4...6	—	—	—	—	—	—
<b>Сходовые:</b>								
1-я	4...6	4...8	6...9	7...10	—	—	—	—
2-я	3...5	4...7	—	—	—	—	—	—
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
<b>Контроль муки</b>								
Высший сорт	—	25...35	—	—	—	—	—	—
Первый сорт	—	35...55	—	55...65	—	—	—	—
Второй сорт	—	15...25	—	35...45	—	100	—	—
Обойная	—	—	—	—	—	—	—	100
<b>Всего</b>		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

Величину  $L_i$  принимают по таблицам 25, 26, 27 в зависимости от типа помола. Зная расчетное значение длины вальцовой линии каждой системы, подбирают вальцовые станки с таким расчетом, чтобы фактическая длина вальцовой линии максимально приближалась к расчетному значению длины  $l_i$  (см), т. е. чтобы выполнялось условие:

$$l_i \approx l_{if} \quad (23)$$

где  $l_{if}$  – фактическое значение длины вальцовой линии, см

В результате расчетов общее число вальцовых станков и их число по типоразмерам должно быть кратно единице. Числа типоразмеров вальцовых станков должно быть не более двух.

Таблица 26 – Длина вальцовой линии и площадь просеивающей поверхности по системам для макаронных помолов пшеницы, %

Системы	ПМ-75, 78-Т		ПМ-75, 78-М	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
<b>Драные:</b>				
I	18...21	13...15	18...21	13...15
II	18...21	13...15	18...21	13...15
III	18...21	13...15	18...21	13...15
IV	15...18	10...12	15...18	10...12
V	14...16	6...8	14...16	6...8
VI	5...6	3...4	5...6	3...4
<b>Сортировочные:</b>				
1-я	—	7...8	—	7...8
2-я	—	7...8	—	7...8
3-я	—	3...4	—	3...4
4-я	—	3...4	—	3...4

Системы	ПМ-75, 78-Т		ПМ-75, 78-М	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
<b>5-я</b>				
6-я	—	3...4	—	3...4
7-я и последующие	—	3...4	—	—
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Шлифовочные:</b>				
1-я	13...15	12...14	13...15	13...15
2-я	13...15	12...14	13...15	13...15
3-я	13...15	12...14	13...15	13...15
4-я	13...15	12...14	13...15	13...15
5-я	13...15	12...14	13...15	13...15
6-я	6...8	6...8	6...8	6...8
7-я	6...8	6...8	—	—
8-я	6...8	6...8	—	—
9-я – сходов	6...8	6...8	—	—
<b>Размолвные:</b>				
1-я	6...8	6...8	6...8	6...8
2-я	6...8	6...8	6...8	6...8
3-я	3...5	3...5	6...8	6...8
4-я и последующие	—	—	6...8	6...8
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Контроль муки:</b>				
полукрупки	—	50	—	50
второй сорт	—	50	—	50
<b>Всего</b>	<b>1</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

Таблица 27 – Длина вальцовой линии и площадь просеивающей поверхности по системам для хлебопекарных помолов ржи, %

Системы	PX-63		PX-80		PX-87		PX-95	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
Плюшевая	11...21	8...12	—	—	—	—	—	—
Драные:								
I	17...21	15...17	20...25	17...22	20...26	18...26	25...33	25...33
II	17...21	15...17	20...25	17...22	20...26	18...26	25...33	25...33
III	11...17	15...17	20...25	17...22	20...26	18...26	17...25	17...25
IV	11...17	11...14	17...20	11...17	15...22	9...13	17...25	17...25
V	7...11	11...14	8...20	11...17	10...15	9...13	—	—
Пересев	—	8...12	—	11...17	—	9...13	—	—
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
Размольные:								
1-я	15...25	12...22	20	35...40	50...60	50	—	—
2-я	15...19	12...22	20	18...20	40...50	50	—	—
<i>Продолжение</i>								
Системы	PX-63		PX-80		PX-87		PX-95	
	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$	$L_i$	$f_i$
3-я	15...19	12...22	20	18...20	—	—	—	—
4-я	8...15	8...13	20	15...18	—	—	—	—
5-я	8...15	8...13	20	15...18	—	—	—	—
6-я	8...15	8...13	—	—	—	—	—	—
Всего	100	100	100	100	100	100	—	—
Контроль муки:								
себя ной об дир ной обой ной	—	100	—	25...33	—	—	—	—
	—	—	—	67...75	—	100	—	—
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100

Результаты расчетов можно представить в виде таблицы по следующей форме (табл.28).  
Таблица 28 – Распределение вальцовой линии по системам

Системы	$L_i$ , %	$t_i$ , см	Вальцовочные станки		$L_{\phi}$ , см
			число	типо-размеры	
Драного процесса	—	—	—	—	—
Итого	$\sum_{i=1}^n L_i = 100$	$L_{dp}$	—	—	$L_{\phi(dp)}$
Шлифовочного и размольного процессов	—	—	—	—	—
Итого	$\sum_{i=1}^n L_i = 100$	$L_{sh+p}$	—	—	$L_{\phi(sh+p)}$
Всего		$L_o$			$L_{\phi}$

Правильность расчетов проверяют, определяя фактическую удельную нагрузку, которая должна соответствовать принятой для расчетов, т. е.

$$q_b \approx q_{\phi}; \quad q_{\phi} = \frac{Q_M \cdot 1000}{L_{\phi}}; \quad (24)$$

где  $L_{\phi(dp)}$  - фактическая суммарная длина вальцовой линии драного процессов, см;

$L_{\phi(sh+p)}$  - фактическая суммарная длина вальцовой линии шлифовочного и размольного процессов, см.

Фактическое отношение длины вальцовой линии шлифовочного и размольного процессов к длине вальцовой линии драного процесса должно быть равно принятому для расчетов:

$$r_L \approx r_{\phi}; \quad (26)$$

$$r_{\phi} = \frac{L_{\phi(sh+p)}}{L_{\phi(dp)}} \quad (27)$$

При известных удельных нагрузках на отдельные системы технологического процесса расчет вальцовой линии ведут с помощью данных количественного баланса.

Определение расчетного значения длины вальцовой линии  $l_i$  (см) для каждой системы производят по формуле:

$$l_i = \frac{C_n Q \cdot 1000}{100 q_i}, \quad (28)$$

где  $C_n$  — нагрузка, или количество продуктов из баланса, %;  
 $q_i$  — частная удельная нагрузка на вальцовую линию системы, кг/(см<sup>2</sup>·сут).

Частные удельные нагрузки на системы технологического процесса для помолов пшеницы представлены в таблицах 29,30. Удельные нагрузки на системы технологического процесса для других помолов можно рассчитать, если известна производительность завода и число оборудования в пределах системы.

Таблица 29 – Ориентировочные нагрузки по системам для многосортных хлебопекарных помолов пшеницы

Системы	Вальцововая линия, кг/(см <sup>2</sup> ·сут)	Просеивающая поверхность, кг/(м <sup>2</sup> ·сут)
<b>Драные:</b>		
I	750...850	18700...22000
II	550...600	13200...16500
III	350...400	990...1200
IV	250...300	7700...8800
V	200...250	4400...5500
VI	120...150	До 4440
<b>Сортировочные:</b>		
1, 2-я	—	4400...6600
3-я	—	4400...5500
4-я	—	3300...4400
5-я	—	До 3300
<b>Шлифовочные:</b>		
1-я	330...375	6600...8800
2-я	300...350	6600...8800
3-я	250...300	6600...8800
4-я	200...250	5500...6600
<b>Размольные:</b>		
1, 2-я	200...250	6600...8800
3, 4-я	180...200	6600...8800
1-я сходовая	150...180	5500...6600
5-я размольная	150...180	5500...6600
6, 7-я »	130...140	4400...5500
2-я сходовая	130...140	4400...5500
8, 9-я размольные	110...125	3300...4400
<b>Вымольная</b>	100	2200...3600
<b>Контроль муки</b>	—	7700...9900

Таблица 30 - Ориентировочные нагрузки по системам для помолов пшеницы в макаронную муку

Системы	Вальцововая линия, кг/(см <sup>2</sup> ·сут)	Просеиваю- щая поверх- ность, кг/(м <sup>2</sup> ·сут)	Системы	Вальцововая линия, кг/(см <sup>2</sup> ·сут)	Просеиваю- щая поверх- ность, кг/(м <sup>2</sup> ·сут)
<b>Драные:</b>			<b>Шлифовоч-</b>		
I	670	15750	1-я	140	3360
II	470	11000	2-я	130	3060
III	300...320	7060	3-я	170	4000
IV	210	4950	4-я	105	2480
V	180	3420	5-я	150	3530
VI	175	2710	6-я	170	4000
<b>Сортировоч-</b>			7-я	120	2830
ные:			8-я	70	1650
1-я	—	1880	<b>Размоль-</b>		
2-я	—	1530	1-я	220	5180
3-я	—	1880	2-я	200	4720
4-я	—	940	3-я	150	3530
5-я	—	1410	4-я	100	1880
			<b>Контроль</b>		
			муки	—	4000

Для этого необходимо составить количественный баланс поданной схеме, а удельную нагрузку рассчитать по формуле:

$$q_{i\phi} = \frac{Q C_P}{100 l_{i\phi}}, \quad (29)$$

где  $Q$  — производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_P$  — нагрузка, или количество продуктов на системе по отношению к I драной, %;

$l_{i\phi}$  — фактическая длина вальцовой линии системы, см.

После определения расчетного значения длины вальцовой линии рассчитывают число вальцовых станков для этой системы:

$$n = \frac{l_i}{l_B}, \quad (30)$$

где  $l_e$  - длина мелющей линии вальцового станка, см.

Таким образом, находят число вальцовых станков по всем системам технологического процесса. Данные по расчету можно оформить в виде таблицы. В результате расчетов общее число вальцовых станков и число вальцовых станков по типоразмерам должно быть кратно 1.

**Расчет просеивающей поверхности.** При расчете просеивающей поверхности также учитывают общие и частные удельные нагрузки. При использовании общих удельных нагрузок в начале определяют расчетное значение общей просеивающей поверхности  $S_0$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_0 = \frac{Q1000}{q_{\Pi}}, \quad (31)$$

где  $q_{\Pi}$  - общая удельная нагрузка на просеивающую поверхность,  $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{сут})$ .

Общая удельная нагрузка изменяется в зависимости от типа помола, ее выбирают по таблице 24.

В соответствии с технической характеристикой технологических схем (см. табл. 31) часть просеивающей поверхности необходимости выделить для контроля муки —  $S_K$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_K = \frac{f_k S_0}{100}, \quad (32)$$

где  $f_k$  - количество просеивающей поверхности для контроля, %.

Таблица 31 – Характеристика технологических схем помолов

Помол, шифр	Число систем			$r_L = L_{шл+P}/L_{др}$	$r_S = S_{шл+P}/S_{др}$	$S_K, \%$
	драних	шлифовочных	размольных			
ПХ-72, 75, 78	5...6	4...5	8...12	1,1...1,3	1,0...1,2	10...14
ПХ-75, 78-С	4...5	1...3	5...6	1,0...1,15	0,8...1,0	10...12
ПХ-85	4...5	—	4...5	0,8...1,0	0,7...0,85	12...15
ПХ-96	4	—	—	—	—	—
ПМ-75, 78-Т	6	8...11	3...4	1...1,4	1...1,65	10
ПМ-75, 78-М	5...6	6...7	4...6	1...1,4	1...1,65	10
РХ-63	6...7	—	5...7	0,7...0,9	0,7...1,0	10...12
РХ-80	4...5	—	3...5	0,3...0,7	0,3...0,7	14...16
РХ-87	4...5	—	1...2	0,2...0,4	0,2...0,3	10...15
РХ-96	3...4	—	—	—	—	25

Расчетное значение просеивающей поверхности для драного, шлифовочного и размольного процессов находят по формулам:

$$S = \frac{S_0 - S_k}{r_S + 1}, \quad (33)$$

$$S_{III+P} = \frac{r_S (S_0 - S_K)}{r_S + 1}, \quad (34)$$

где  $r_S$  - принятное соотношение просеивающей поверхности по процессам (принимают по таблице 8).

$$r_S = \frac{S_{III+P}}{S_{др}}, \quad (35)$$

$$S_{др} = S_1 + S_2 + \dots + S_i + \dots + S_n = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (36)$$

где  $S_1, S_2, \dots, S_i$  - площадь просеивающей поверхности 1-й, 2-й, ..., i-й драных систем,  $\text{м}^2$ .

Суммарная просеивающая поверхность шлифовочных и размольных систем —  $S_{шл+P}$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{шл+P} = S_1 + S_2 + \dots + S_i + \dots + S_n = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (37)$$

где  $S_1, S_2, \dots, S_i$  - просеивающая поверхность 1-й, 2-й, ..., i-й шлифовочных и размольных систем,  $\text{м}^2$ .

Определив  $S_{dp}$  и  $S_{ш+р}$  и приравняв каждое из значений к 100%, рассчитывают просеивающую поверхность каждой системы  $S_{i(dp)}$ ,  $S_{i(ш+р)}$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{i(dp)} = \frac{f_i S_{dp}}{100}, \quad (38)$$

$$S_{i(ш+р)} = \frac{f_i S_{ш+р}}{100}, \quad (39)$$

где  $f_i$  - принятое значение площади просеивающей поверхности  $i$ -й системы по отношению к  $S_{dp}$  и  $S_{ш+р}$ , %.

Величину и принимают по таблицам 29, 30, 31, 32 в зависимости от типа помола.

Таблица 32 – Технические показатели схем размола зерна для мукомольных заводов на комплектном оборудовании

Показатели	Секции для размола зерна со стекловидностью	
	более 55 %	менее 55 %
Производительность, т/сут	500	500
Длина валыцовой линии, см	3600	3600
$L_{dp}$ , см	1300	1400
$L_{р+ш+л}$ , см	2300	2200
$L_{р+ш+л}/L_{dp}$	1,769	1,571
Удельная нагрузка на валыцовую линию, кг/(см·сут)	69,4	69,4
Площадь просеивающей поверхности, $\text{м}^2$	186,375	186,375
$S_{dp}$ , $\text{м}^2$	89,034	89,034
$S_{р+ш+л}$ , $\text{м}^2$	79,662	79,662
$S_k$ , $\text{м}^2$	17,679	17,679
Удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/( $\text{м}^2\cdot$ сут)	1341	1341
$S_{ш+р}/S_{dp}$	0,895	0,895
Ширина приемных сит ситовечевых машин, см	396	396
Удельная нагрузка на ситовечевые машины, кг/(см·сут)	631,3	631,3

Просеивающую поверхность  $S_{ik}$  ( $\text{м}^2$ ) для контроля рассчитывают в зависимости от выхода муки по сортам и потокам:

$$S_{ik} = \frac{S_K C_i}{C_0}, \quad (40)$$

где  $C_i$  — выход муки 1-го сорта или потока, %;

$C_0$  — суммарный выход муки, %.

По расчетному значению просеивающей поверхности системы подбирают число рассевов:

$$n = \frac{S_i}{S_M}, \quad (41)$$

где  $S_i$  - расчетное значение просеивающей поверхности системы,  $\text{м}^2$ ;  $S_M$  -просеивающая поверхность рассева,  $\text{м}^2$ .

Величина  $n$  на каждой системе должна быть кратна 1/4 при использовании четырехприемных рассевов и 1/6 для шестиприемных рассевов. При расчете и подборе рассевов необходимо использовать один типоразмер оборудования (четырехприемные или шестиприемные рассевы ЗРШ-М). Общее число рассевов для мукомольного завода должно быть кратно 1,0.

На мукомольных заводах, оснащенных комплектным оборудованием, используют шестиприемные рассевы РЗ-БРБ на рабочих системах и четырехприемные рассевы РЗ-БРВ на контроле муки. В этом случае общее число рассевов по маркам должно быть кратно 1,0. Данные по расчету и подбору рассевов необходимо представить в виде таблицы 33.

Таблица 33 – Распределение просеивающей поверхности по системам

Системы	$f_i$ , %	$S_i$ , $\text{м}^2$	Рассевы		$S_{\phi}$ , $\text{м}^2$
			схема	число сеций	
Драконого процесса					
Итого	$\sum_{i=1}^n f_i = 100$	$S_{dp}$			$S_{\phi(dp)}$
Системы шлифовочного и размольного процессов					
Итого	$\sum_{i=1}^n f_i = 100$	$S_{ш+р}$			$S_{\phi(ш+р)}$
Системы контроля муки					
Итого	$\sum_{i=1}^n f_i = 100$	$S_k$			$S_{\phi(k)}$
Всего		$S_u$			$S_u$

Правильность расчетов проверяют по фактической удельной нагрузке на 1  $\text{м}^2$  просеивающей поверхности  $q_\phi$  и по фактическому отношению просеивающей поверхности по процессам  $r_\phi$ :

$$q_{\phi} = \frac{Q1000}{S_{\phi}}, \quad (42)$$

где  $S_{\phi} = \sum_{i=1}^n S_{\phi i}$  - фактическое суммарное значение просеивающей поверхности систем технологического процесса,  $\text{м}^2$ .

$$r_{\phi} = \frac{S_{\phi(III+P)}}{S_{\phi(DP)}}, \quad (43)$$

В результате расчётов

$$q_{\phi} \approx q; \quad (44)$$

$$r_{\phi} \approx r_s \quad (45)$$

Расчет просеивающей поверхности  $S_i$  ( $\text{м}^2$ ) также можно производить по частным удельным нагрузкам на отдельные системы технологического процесса:

$$S_i = \frac{C_i Q1000}{100 q_i}, \quad (46)$$

где  $C_i$  — количество продукта на системе из баланса, %;

$q$  — частная удельная нагрузка на просеивающую поверхность системы,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ .

Величину  $q_i$  принимают по таблицам 29,30.

Частные удельные нагрузки на отдельные системы  $q_i$  [ $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ] можно рассчитать, если известна схема помола, производительность завод а, фактическая просеивающая поверхность системы и количества продуктов на системе из баланса:

$$q_i = \frac{Q C_i}{100 S_{i\phi}}, \quad (47)$$

где  $C_i$  — количество продукта на системе из баланса, %;

$S_{i\phi}$  — фактическая просеивающая поверхность системы,  $\text{м}^2$ .

Число рассевов для каждой системы находят по формуле:

$$n = \frac{S_i}{S_M}, \quad (48)$$

где  $S_M$  — просеивающая поверхность рассева,  $\text{м}^2$ .

Данные по расчету можно свести в таблицу по ранее приведенной форме (табл. 16).

Общее число рассевов и число рассевов по типоразмерам, должно быть кратно 1,0. При этом должны быть выполнены условия формул (44, 45).

Расчет оборудования для вымода оболочек и доизмельчителей. Для вымода оболочек используют бичевые вымольные и щеточные машины.

Количество оборудования на системе рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{Q C_i}{100 q_M 24}, \quad (49)$$

где  $C_i$  — количество продукта на системе из баланса, %;

$q_M$  — производительность оборудования, т/ч.

Количество продукта на системе принимается по данным количественного баланса.

Пневмобичевые машины, энтолейторы, дегашеры, т. е. оборудование, применяемое для дополнительного измельчения или для разрыхления продуктов измельчения после вальцовых станков, рассчитывают также по формуле (49). Следует учесть, что часовая производительность пневмобичевой машины изменяется в зависимости от состава обрабатываемой смеси. Происходит уменьшение производительности пневмобичевых машин от первой к последующим драным системам. Производительность пневмобичевых машин выше при обработке продуктов из пшеницы в сравнении с продуктами из ржи.

**Расчет ситовечных машин.** Оборудование для обогащения промежуточных продуктов (ситовечные машины) рассчитывают с использованием общих и частных удельных нагрузок. Общие

удельные нагрузки (см. табл. 24) изменяются в зависимости от типа помола и используются для ориентировочного определения числа ситовеочных машин:

$$n = \frac{Q1000}{q_o B_M}, \quad (50)$$

где  $q_o$  - общая удельная нагрузка на приемное сито ситовеочной машины, кг/(см<sup>2</sup> сут);  
 $B_M$  — ширина приемного сита ситовеочной машины, см.

Полученные результаты округляют до целой величины.

Таблица 34 – Удельные нагрузки на ситовеочные машины при помолах, кг/(см<sup>2</sup> сут)

Продукт	Хлебопе-карный	Макарон-ный	Секция А		Секция Б	
			Система 1	Система 2	Система 1	Система 2
<b>Крупка:</b>						
крупная	450...600	350...450	697	667	636	606
средняя	350...450	250...350	455	545	485	545
мелкая	275...375	150...250	242	242	273	273
Жесткий дунст	200...250	100...150	197	197	227	227

Число ситовеочных машин на отдельных системах рассчитывают, используя частные удельные нагрузки. На величину частной удельной нагрузки оказывают влияние крупность и качество обогащаемых продуктов, а также тип ситовеочной машины. В таблице 24 приведены удельные нагрузки для различных по крупности крупок при использовании двухъярусных ситовеочных машин ЗМС-2x2 и ЗМС-2x4, а также трехъярусных ситовеочных машин БСО, применяемых на мукомольных заводах с комплектным оборудованием.

Нагрузки на одноярусные ситовеочные машины соответственно уменьшаются в два раза, а при обогащении крупок второго качества — на 25%. Число ситовеочных машин на данном этапе также зависит от количества одновременно поступающих на систему обогащения крупок.

При выполнении расчетов ситовеочных машин рекомендуется следующая последовательность операций:

1. По технологической схеме определяют крупность и качество крупок.
2. Выбирают удельную нагрузку.
3. По материальному балансу находят количество обогащаемого продукта.

Вначале определяют расчетную ширину приемного сита ситовеочной машины  $B_i$  (см):

$$B_i = \frac{1000 Q C_i}{100 q_i}, \quad (51)$$

где  $Q$  — производительность мукомольного завода, т/сут;

$C_i$  — количество продукта из баланса, %;

$q_i$  — частная удельная нагрузка, кг/(см<sup>2</sup> сут).

Число ситовеочных машин на системе обогащения будет зависеть от марки оборудования:

$$n = \frac{B_i}{B_M}, \quad (52)$$

где  $B_M$  — ширина приемного сита ситовейки, см.

Величина  $n$  на системе должна быть кратной 1/2 при использовании двухприемных ситовеочных машин и 1/4 — четырехприемных ситовеочных машин.

Данные по расчету ситовеочных машин по системам можно представить в виде таблицы 35.

Правильность расчетов проверяют по фактической удельной нагрузке:

$$q_\phi = \frac{Q1000}{B_\phi}, \quad (53)$$

где  $B_\phi$  — фактическая ширина сит ситовеочных машин, см.

$$B_{\phi} = \sum_{i=1}^n B_{\phi i}, \quad (54)$$

где  $B_{\phi i}$  — фактическая ширина сит ситовеенной машины  $i$ -й системы, см.

Фактическая удельная нагрузка должна быть приблизительно равна общей удельной нагрузке:

$$q_{\phi} \approx q_o \quad (55)$$

Таблица 35 – Расчёт ситовеенных машин по системам

Номер системы	Крупность и качество продукта	$C_i, \%$	$q_i, \text{кг}/(\text{см}\cdot\text{сут})$	$b_i, \text{см}$	Число машин	$B_{\phi i}, \text{см}$

Общее число ситовеенных машин должно быть кратно 1,0. Данные по расчету оборудования размольного отделения необходимо занести в таблицу спецификации по следующей форме (табл. 36).

Таблица 36 – Спецификация оборудования размольного отделения

Оборудование	Марка	Число	Удельная нагрузка или производительность		Примечание
			расчетная	фактическая	

Полученные результаты фактической нагрузки на вальцовую линию и просеивающую поверхность сравнивают с общей удельной нагрузкой, рекомендуемой Правилами организации и ведения технологического процесса на мельнице для каждого вида оборудования. Они должны быть приближенно равны. При большом несоответствии полученных результатов делают вывод о несоответствии оборудования и проводят новый подбор и расчет оборудования.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие факторы оказывают влияние на определение общей длины вальцовой линии?
2. Какие факторы оказывают влияние на определение общей просеивающей поверхности?
3. Как определяется правильность проведенных расчетов?
4. Из каких величин складывается общая длина вальцовой линии?
5. Какой фактор влияет на определение количества вальцовых станков?
6. Какой фактор оказывает влияние на определение количества рассевов?