

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.11.01 Мукомольное производство**

**Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**Профиль подготовки Хранение и переработка сельскохозяйственной  
продукции**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
1.1 Лекция № 1 Показателя качества и основные свойства зерна. Анатомическое строение зерна.....	3
<b>1.2 Лекция № 2 Основные понятия, цели и задачи технологиче-ского процесса мукомольного производства .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Лекция № 3 Общие принципы построения технологического процесса подготовительного отделения мукомольного завода.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Лекция № 4 Измельчение зерна. Сортирование продуктов размола по крупности и качеству. Оценка эффективности.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Лекция №5 Общие принципы построения технологического процесса в размольном отделении мельзавода.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6 Лекция № 6 Обойные помолы пшеницы и ржи. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.7 Лекция № 7 Сортовые помолы мягкой и твердой пшеницы .....</b>	<b>12</b>
<b>1.8 Лекция № 8 Сортовые помолы ржи. Витаминизация муки .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Отбор и подготовка проб к анализу .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2-3 Изучение методов расчета рецептуры помольных смесей.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-4-5 Изучение взаимозаменяемости сит при фракционировании зерна. ....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-6 Определение технологической эффективности работы зерноочистительных машин.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5 Лабораторная работа № ЛР-7-8 Оценка качества зерна пшеницы и ржи.....</b>	<b>26</b>
<b>2.6 Лабораторная работа № ЛР-9 Количественный баланс подготовительного отделения мукомольного завода.....</b>	<b>27</b>
<b>2.7 Лабораторная работа № ЛР-10-11 Расчет оборудования мукомольных заводов.....</b>	<b>29</b>
<b>2.8 Лабораторная работа № ЛР-12 Определение режимов измельчения зерна в драном процессе сортового помола пшеницы.....</b>	<b>34</b>
<b>2.9 Лабораторная работа № ЛР-13-14 Определение технологической эффективности работы рассева.....</b>	<b>35</b>
<b>2.10 Лабораторная работа № ЛР-15-16 Расчет выхода готовой продукции на мукомольном заводе.....</b>	<b>36</b>
<b>2.11 Лабораторная работа № ЛР-17-18 Проведение 3-хортного помола пшеницы на лабораторной установке МЛУ-202.....</b>	<b>41</b>
<b>2.12 Лабораторная работа № ЛР-19 Определение удельных нагрузок на вальцовую линию.....</b>	<b>45</b>
<b>2.13 Лабораторная работа № ЛР-2 Определение качества муки.....</b>	<b>47</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция №1 (2 часа).

**Тема: «Показатели качества и основные свойства зерна. Анатомическое строение зерна»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Анатомическое строение зерна
2. Технологические свойства зерна
3. Показатели качества зерна

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Анатомическое строение зерна

У всех хлебных злаков зерно представляет собой односемянный плод с тонким околоплодником, плотно сросшимся с семенем.

Зерно имеет выпуклую спинную сторону и плоскую брюшную, вдоль которой у хлебов первой группы видна продольная борозда.

В нижней части зерновки располагается зародыш, выступающий в виде небольшого ноготка. На противоположной зародышу части, в верхнем конце зерновки у пшеницы, ржи и овса имеется хохолок.

По внутреннему строению зерно состоит из трех основных частей: оболочки, эндосперма и зародыша. Оболочки богаты клетчаткой и защищают семя от воздействия внешней среды.

Различают наружную или плодовую, и семенную оболочки. Внутренняя часть зерновки, или мучнистое ядро называется эндоспермом. В эндосперме различают периферический слой, непосредственно прилегающий к оболочке. Этот слой чрезвычайно богат биологически активными веществами, его называют алейроновым слоем.

Под алейроновым слоем располагаются крупные тонкостенные клетки разнообразной формы, занимающие всю внутреннюю часть эндосперма. Эти клетки заполнены крахмальными зернами различной величины, в промежутках между которыми расположены белковые вещества.

Крахмальные зерна у каждого хлебного злака имеют свои характерные вид и форму, что дает возможность при микроскопическом исследовании различать муку разных хлебов и установить примеси.

От количественного соотношения анатомических частей зерна, имеющих разную пищевую ценность, зависят выход и состав муки.

### 2. Технологические свойства зерна

В качестве объекта хранения и переработки рассматривают не просто зерно, а зерновую массу. При работе с зерном, прежде всего, необходимо учитывать следующие его свойства: сыпучесть, самосортирование, скважистость, сорбционные и теплофизические свойства.

Сыпучесть характеризуется коэффициентами внешнего и внутреннего трения, определяемого путем измерения угла трения и угла естественного откоса.

Самосортирование – при перемещении зерновой массы наблюдается неравномерное распределение входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи.

Скважистость – это отношение объема, занятого промежутками между твердыми частицами зерновой массы, к общему объему зерновой массы, выраженное в процентах.

Сорбционные свойства. Зерно и семена всех культур обладают способностью поглощать (сорбировать) из окружающей среды пары различных веществ и газы. Может наблюдаться и обратный процесс – выделения (десорбции) этих веществ в окружающую среду.

Гигроскопичность зерновой массы – это ее способность сорбции и десорбции паров воды. Она объясняется в основном капиллярно-пористой структурой зерна и наличием в них гидрофильных коллоидов.

Отдельные зерна и зерновая масса в целом обладают такими теплофизическими свойствами, как теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность. Зерновая масса обладает низкой теплопроводностью и температуропроводностью.

Термовлагопроводность - это перемещение влаги, обусловленное градиентом температур. Перемещение влаги в виде конденсата водяных паров по направлению потока теплоты может сопровождаться скоплением ее в отдельных участках зерновой массы, что весьма нежелательно.

### 3. Показатели качества зерна

Для характеристики качества зерна применяют следующие показатели: общие (относящиеся к зерну всех культур); специальные (применяемые для зерна отдельных культур); показатели безопасности.

В группу общих показателей качества зерна входят: цвет, запах, вкус, зараженность вредителями хлебных запасов, влажность и засоренность. Эти показатели определяют при оценке качества любого зерна, предназначенного для того или иного целевого назначения.

В группу обязательных показателей качества зерна входят такие показатели, которые присущи только отдельным культурам или партиям зерна, используемым по определенному целевому назначению.

К обязательным показателям относят: стекловидность, количество и качество сырой клейковины пшеницы, объемную массу (пшеницы, ржи, ячменя и овса), содержание мелкого зерна, крупность зерна, пленчатость и процентное содержание ядра в крупяных культурах.

К показателям безопасности относят содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, вредных примесей и радионуклидов, которое не должно превышать допустимых уровней согласно СанПиН

В группу дополнительных показателей качества входят показатели химического состава зерна, содержание микроорганизмов, активность ферментов и т.п.

## 1.2 Лекция №2 (2 часа)

**Тема: «Основные понятия, цели и задачи технологического процесса мукомольного производства»**

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия
2. Цели и задачи производства муки
3. Основные этапы производства муки

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия

Мука — продукт помола хлебного зерна пшеницы или ржи. Свойства муки, прежде всего, зависят от химического состава и строения эндосперма зерна — места отложения питательных веществ. Его основную массу составляют природные полимеры — крахмал и белки. Их общее содержание в зерне пшеницы составляет около 85 % на сухое вещество. Строение эндосперма зерна определяет особенности вырабатываемой муки.

Различают три вида пшеницы: мягкую, мягкую стекловидную и твердую. Ткани эндосперма зерна мягкой пшеницы имеют мучнистую непрозрачную структуру, состоящую из мелких зерен крахмала, заключенных в тонкие прослойки белковых веществ. Из такого зерна вырабатывают хлебопекарную муку. Клетки эндосперма стекловидных, твердых видов пшеницы окружены толстыми аморфными прослойками белков, придающих им прозрачность. Стекловидные зерна по сравнению с мучнистыми имеют большую плотность, абсолютную массу и прочность. Из них вырабатывают муку (в виде крупки или полукрупки) для макаронных изделий.

В зависимости от качества муку подразделяют на обойную, высшего, первого или второго сорта, а также на крупчатку. Обойная мука вырабатывается из несеянной муки и

содержит в своем составе измельченные частицы эндосперма зерна и наружной оболочки (отрубей). Сортовую муку производят из сеянной муки. Каждый из видов сорта муки регламентирован соответствующими характеристиками свойств муки: цветом, зольностью, крупностью помола и количеством сырой клейковины.

## 2. Цели и задачи производства муки

Мука имеет очень важное значение в питании человека. Она широко используется в кулинарии, хлебопекарной, макаронной и других областях пищевой промышленности. Более всего в нашем государстве вырабатывают пшеничной муки. На втором месте стоит ржаная. Небольшое количество муки получают из ячменя, кукурузы, гороха, сои и других культур.

Пищевая ценность муки зависит от ее вида и сорта. Сорт определяется типом помола. При грубом помоле почти все зерно измельчают в муку, которая состоит из крупных частиц, содержит оболочки клеток, отруби (пшеничная 2-го сорта и обойная, ржаная обдирная и обойная). При тонком помоле мука нежная, состоит из мелких частиц центра зерна, наружные слои которого удаляются (пшеничная 1-го и высшего сорта, ржаная сеянная). Чем тоньше помол и выше сорт муки, тем меньше в ней белков и особенно минеральных веществ, витаминов, клетчатки, но больше крахмала и лучше перевариваемость и усвоемость крахмала и белков.

Потребительские свойства муки зависят от химического состава муки, его энергетической ценности, использования. Химический состав муки близок к химическому составу зерна, из которого оно изготовлено. В частности у низших сортов он близок в состав целого зерна. Тем не менее, сравнительно с зерном в муке содержится больше крахмала и меньше жира, сахара, клетчатки, минеральных веществ и витаминов.

## 3. Основные этапы производства муки

Особенности производства и потребления готовой продукции. Мукомольные предприятия, как правило, размещаются в местах потребления продукции. Сущность мукомольного производства заключается в измельчении зерна и разделении его составных частей: оболочек, эндосперма и зародыша.

Зерно хлебных злаков имеет сложную твердую, плотную и прочную аморфно кристаллическую структуру с различными прочностными характеристиками составных частей. Поэтому для переработки зерна применяют различные машины и аппараты, оказывающие механические и гидротермические воздействия на зерно и продукты его разрушения.

Наружную поверхность зерна очищают от приставшей пыли, отделяют бородки и частично снимают плодовые оболочки и зародыши на обоечных и щеточных машинах. В энтоловиторах зерно и продукты его измельчения подвергают стерилизации путем ударных воздействий. В результате живые вредители уничтожаются, зерна с личинками разрушаются, а личинки в основном погибают.

При сортовых помолах зерна качество муки повышают путем его гидротермической обработки. В результате такого воздействия ослабляются связи между эндоспермом и оболочками; структура оболочек из хрупкого состояния переходит в пластично-вязкое. Все это в совокупности облегчает отделение плодовых и семенных оболочек зерна с минимальными потерями эндосперма. Кроме того, улучшаются хлебопекарные качества муки вследствие воздействия тепла на белковый комплекс увлажненного зерна. На многих этапах мукомольного производства из зерна и продуктов его измельчения удаляют металломагнитные примеси.

Зерно измельчают двумя параллельными цилиндрическими вальцами, вращающимися навстречу один другому с различными скоростями. Обычно применяют нарезные мелющие вальцы, на поверхности которых нанесены рифли. Профиль, уклон, количество и взаимное расположение рифлей выбирают в зависимости от требуемой крупности помола и прочностных характеристик измельчаемого зерна. Они должны обеспечивать максимальное количество крупок различных размеров при минимальном

выходе порошкообразной муки. Частицы крупки, на поверхности которых сохранилась оболочка, дополнительно подвергают шлифованию — многократному механическому воздействию рабочих органов шлифовальных машин на продукт путем интенсивного трения частиц друг о друга и о рабочие поверхности машины. При шлифовании с поверхности крупок удаляют частицы оболочки.

Значительное место в мукомольном производстве занимают процессы разделения продуктов измельчения зерна. Сначала их просеивают на рассевах и разделяют на несколько фракций, отличающихся крупностью частиц. Затем производят сортирование фракций по качеству, т.е. разделяют на частицы, состоящие из чистого эндосперма, и частицы в виде сростков эндосперма с оболочкой. Такую операцию называют обогащением крупок и дунстов (промежуточные по крупности продукты между крупой и мукой). Для обогащения применяются ситовечные машины, сортирующие сыпучие смеси по геометрическим и аэродинамическим характеристикам частиц. В этих машинах для сортирования по геометрическим признакам (крупности) служат сита, а по аэродинамическим (главным образом, по парусности) — потоки воздуха.

После сортирования крупки и дунсты подвергают дальнейшему измельчению на размольных вальцовых станках. Параметры рабочих органов станков и режимы их работы зависят от размеров измельчаемых частиц.

Прочность оболочки зерна значительно превышает прочность эндосперма, поэтому при сортовых помолах для разделения продуктов измельчения применяют ударные воздействия. Продукты размола дополнительно измельчают в быстровращающихся штифтовых и бичевых роторах энтолейторов и деташеров. На последних стадиях драного и размольного процессов осуществляют вымолов в бичевых и щеточных машинах. В них исходный продукт подвергают удару и истиранию, в результате чего нарушаются молекулярные силы сцепления между эндоспермом и оболочкой. Происходит отделение эндосперма (в виде муки) от отрубянистых частиц при минимальном их дроблении.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема: «Общие принципы построения технологического процесса подготовительного отделения мукомольного завода»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Подготовительное отделение мукомольного завода
2. Проектирование технологической схемы подготовительного отделения мукомольного завода

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Подготовительное отделение мукомольного завода

В подготовительном отделении мукомольного завода выполняют следующие операции:

- формирование помольных партий;
- очистку зерна от примесей в сепараторах, камнеотделительных машинах, концентраторах, триерах;
- сухую очистку поверхности зерна в обоченных машинах;
- мокрое шелущение и увлажнение зерна;
- отволаживание зерна в специальных бункерах;
- обеззараживание зерна в энтолейторах;
- взвешивание и передачу зерна в размольное отделение.

2. Проектирование технологической схемы подготовительного отделения мукомольного завода

В соответствии с задачей подготовки зерна к помолу технологический процесс должен включать:

- сепарирование зерна с использованием сит, ячеистых поверхностей, пневмосепарирующих каналов, магнитных аппаратов, сепараторов-камнеотделителей, разделяющих зерно и примеси по совокупности признаков;

- сухую обработку поверхности зерна (поверхностное шелушение) с использованием различного оборудования с наждачной, стальной, щеточной и ситовой рабочей поверхностью;

- влажную или мокрую обработку поверхности зерна или мойку зерна при полном погружении в воду для обеспечения санитарной чистоты, снижения зольности и начального увлажнения;

- гидротермическую обработку в соответствии с качеством зерна и типом помола;

- воздействие на зерно ударом о стальную отражательную поверхность для удаления скрытой зараженности, разрушения пустотелых, изъеденных изнутри зерен и т. п.;

- оперативное хранение зерна в емкостях для неочищенного зерна и отволаживания в соответствии с типом технологии;

- комплекс средств для обеспечения постоянства массовой доли потока зерна в единицу времени, формирования помольной партии и весового контроля за операциями с зерном и готовой продукцией, который включает весовое, дозирующее, смешивающее оборудование;

- контроль отходов и кормовых зернопродуктов для извлечения полезного зерна.

Количество одноименных операций в технологическом процессе подготовки диктуется или эффективностью единичных операций, или сложностью операции. Например, при однократном сепарировании из зерна извлекается около 65,0 % примесей, которые могут быть выделены на данном сепараторе. Если остаточное содержание примеси в зерне превышает допустимый предел по условиям ведения технологического процесса, то сепарирование проводят на втором этапе. И, наоборот, при высокоеффективной предварительной подготовке зерна в производственном элеваторе можно ограничиться одним сепараторным проходом.

Еще один пример. При проведении гидротермической обработки высоко стекловидного зерна пшеницы при ее подготовке к сортовому помолу рекомендуется проводить трехкратное увлажнение и отволаживание (два основных и одно непосредственно перед измельчением). Кратность процесса диктуется качеством зерна и типом помола, что необходимо предусматривать в технологии.

Последовательность отдельных операций должна быть наиболее целесообразная. Кроме исполнения основной функции, операция должна обеспечивать оптимизацию условий проведения последующих операций. Например, при значительной засоренности зерна эффективность извлечения минеральных примесей в камнеотборниках или в ячеистых сепараторах-триерах снижается. Поэтому этим операциям должна предшествовать операция сепарирования зерна от грубых, крупных, легких и мелких примесей.

Более высокая эффективность гидротермической обработки наблюдается для очищенного от примесей зерна. Увлажненное, сильно засоренное зерно становится трудно сыпучим, что затрудняет сепарирование. Поэтому гидротермическую обработку проводят после проведения основных операций сепарирования.

## 1.4 Лекция №4 (2 час)

**Тема: «Измельчение зерна. Сортирование продуктов размола по крупности и качеству. Оценка эффективности»**

### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Измельчение зерна
2. Сортирование продуктов размола по крупности и качеству
3. Оценка эффективности

#### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Измельчение зерна**

Измельчение - процесс разделения твердого тела на части, в результате преодоления сил сцепления между частицами. Измельчение происходит при больших затратах энергии (70%). В процессе измельчения нам надо зерно измельчить по-разному, т.е. избирательно. Существует простое измельчение и избирательное. Простое используется в комбикормовой промышленности и в обойных помолах. При переработке зерна в сортовую муку измельчить эндосперм, а оболочки и алейроновый слой измельчить крупно. Зерно измельчают ступенчато. Процесс измельчения оценивается удельным расходом электроэнергии, при этом затрачивается работа на преодоление сил сцепления. Весь процесс деформации и измельчения зерна можно разделить на три фазы: 1) упругие деформации; 2) эластические деформации и начало развития микротрещин; 3) разрушение зерновки. При избирательном измельчении, обязательно многократном, процесс строят последовательно. Используя различия структурно-механических свойств составных частей измельчаемого тела, каждую стадию процесса измельчения осуществляют так, чтобы были получены частицы, отличающиеся друг от друга теми или иными физическими свойствами. Это в дальнейшем облегчает разделение сыпучей смеси сепарированием на фракции, каждая из которых состоит из частиц, более или менее однородных по составу.

##### **2. Сортирование продуктов размола по крупности и качеству**

В результате поэтапного измельчения зерна образуется смесь частиц, различных по размерам, форме и плотности. Сортирование промежуточных продуктов размола зерна по размерам производят в рассевах. Рассевы относятся к основному оборудованию размольного отделения мукомольного завода, так как они выполняют одну из важнейших технологических операций.

Эффективность сортирования в рассевах на всех промежуточных стадиях производства муки влияет не только на степень использования зерна, но определяет нагрузку и эффективность последующего оборудования. В шестиприемные рассевы РЗ-БРБ поступают продукты, измельченные в вальцовых станках, и после ситового сепарирования пофракционно направляются в вальцовые станки последующих систем на повторное сортирование в рассевы, на обогащение в ситовечные машины или для обработки на вспомогательном оборудовании размольного отделения. Рассевы четырехприемные РЗ-БРВ предназначены для контроля муки. Сепарирование разнородных по размерам компонентов осуществляется на основных рабочих органах рассева - плоских ситах из различных материалов с отверстиями соответствующих размеров и форм. Каждое сито делит исходный продукт на две фракции: сходовую (более крупную) и проходовую (мелкую). При круговом поступательном движении рассева процесс ситового сепарирования состоит из двух одновременно протекающих стадий: самосортирования (расслоения) и просеивания. При самосортировании тяжелые и мелкие частицы осаждаются в нижние слои, а крупные и легкие - концентрируются в верхних. Чем быстрее мелкие проходовые частицы опускаются вниз и войдут в контакт с ситом, тем эффективнее произойдет процесс просеивания, т. е. прохождение частиц через отверстия сита. Сравнительная значимость процессов самосортирования и просеивания в основном определяется соотношением сходовой и проходовой фракций. При наличии относительно малого количества проходовой фракции, например, в рассевах первых драных систем, эффективность ее выделения существенно зависит от самосортирования. На контроле муки, где практически весь сортируемый продукт состоит из проходовой фракции, эффективность определяется условиями просеивания.

##### **3. Оценка эффективности**

Основными критериями оценки эффективности процесса измельчения любых твердых тел, в том числе и зерна, являются: степень измельчения, удельная энергоемкость процесса и удельная нагрузка на рабочий орган измельчающей машины.

Оценка эффективности:

- степень измельчения  $i=l_1/l_2$ , где  $l_1, l_2$  – величины частиц до и после измельчения соответственно.

- удельным расходом энергии на образование одной тонны муки;

- извлечением.

Извлечение – разница между количеством проходовых частиц, полученных после просеивания на контрольном сите после измельчения и до измельчения.

$I=\Pi-H$ ,  $\Pi=(m_1/M)*100$  – количество проходовых частиц после измельчения;

$H=(m_2/M)*100$  – количество проходовых частиц до измельчения.

Существует понятие коэффициента извлечения  $I_k$

$I_k=((\Pi-H)/(100-H))*100$

Существует общее и частичное извлечение. Общее извлечение – это, когда проходом сита получаем общую сумму круподунстовых продуктов. Частное – когда проходом получаем отдельную фракцию.

Извлечение к данной системе - мы принимаем массу продукта, поступающего на данную систему за 100%. Извлечение к 1 драной – принимаем массу продукта, поступающего на 1 драную за 100%. Существует взаимосвязь между  $I_d$  и  $I_1$ .

$I_1 = I_d * Q/100$ , где  $Q$  – нагрузка на систему.

## 1.5 Лекция №5 (2 часа)

**Тема: «Общие принципы построения технологического процесса в размольном отделении мельзавода»**

### 1.5.1 Вопросы лекции:

1. Принципы построения технологического процесса в размольном отделении мельзавода.

### 1.5.2 Краткое содержание вопросов

1. Принципы построения технологического процесса в размольном отделении мельзавода.

Известно, что технологический процесс в размольном отделении мукомольного завода осуществляется при непрерывном измельчении и последующем сортировании продуктов измельчения. Несмотря на сравнительно ограниченный набор (номенклатуру) технологических операций или технологического оборудования, схемы производства сортовой муки сложны по структуре, количество систем технологического процесса достигает десятков, что определяет сложную и протяженную коммуникационную увязку. Для размоля зерна используют вальцовые станки с нарезными и шероховатыми валками, центробежные измельчители – энтоловиторы, деташеры-разрыхлители, бичевые и щеточные машины. Сортируют продукты измельчения в многорамных рассевах, центрофугах и ситовеесочных машинах.

Физическая сущность операций измельчения на отдельных этапах технологического процесса резко различна в связи с различной задачей технологии. Есть системы начального и промежуточного измельчения зерна, обработки отрубянистых остатков зерна и измельчения частиц эндосперма. На каждую из систем поступает продукт с различным соотношением оболочек и эндосперма. Поэтому, решая основную задачу технологии муки – разделить в максимальной степени высокозольные оболочки и крахмалистый эндосперм зерна, на каждой системе выбирают строго определенный режим воздействия на продукт, выраженный в единицах степени измельчения. В технологической схеме это выражается в различных механико-кинематических и технологических параметрах мелющих валков, различной длине мелющей линии на этапах, различных схемах сортирования, индивидуальном подборе сит и направлений

продуктов. Для выбора этих параметров пользуются строго определенными закономерностями, знание которых позволяет конструировать технологическую схему помола. По характеру производственных операций технологический процесс производства муки подразделяется на ряд основных этапов — драной или крупообразующий, обогащения, шлифовочный и размольный. В зависимости от целевой задачи отдельные этапы технологии могут быть развиты в различной системе или отсутствовать вовсе. Наиболее существенное влияние на построение технологического процесса в размольном отделении оказывают следующие факторы:

- вид перерабатываемой культуры (пшеница, рожь, кукуруза и т. п.);
- тип помола или ассортимент и качество продукции;
- производительность предприятия;
- качество переработанного зерна.

Количество систем в размольном процессе колеблется от двух до двенадцати. Минимальное количество характерно для двухсторонних помолов ржи и макаронных помолов пшеницы, а максимальное - для хлебопекарных помолов с отбором муки высшего сорта.

Контроль хлебопекарной муки осуществляется на рассевах, а манной крупы и макаронной муки - «крупки» и «полукрупки» - на ситовеочных машинах. Это процесс с различной организацией присутствует во всех повторительных помолах.

В помолах пшеницы в сортовую муку по сокращенным схемам" практически всегда отсутствует процесс, обогащения крупок после шлифования. В сортовых помолах ржи нет процессов обогащения крупок и шлифовочного процесса.

В обойных помолах пшеницы и ржи муку получают только в одном драном процессе.

Принципиально помолы любой сложности осуществляются по одной схеме. Из зерна в драном процессе получают крупки и дунсты, которые затем обрабатываются в промежуточных операциях обогащения и шлифования для удаления свободных и сросшихся оболочек. Подготовленные таким образом крупки и дунсты могут быть конечным продуктом в виде макаронной муки или могут интенсивно измельчаться в размольном процессе хлебопекарного помола в тонкодисперсную муку.

В Обойных помолах, пшеницы и ржи нет необходимости в предварительном получении крупок и дунстов И их последующем обогащении и шлифовании, как это осуществляется в сортовых помолах. Последнее объясняется тем, что обойная мука практически повторяет химический состав зерна. Поэтому нет необходимости в разделении оболочек и эндосперма, зерна. И весь процесс получения муки сводится к интенсивному измельчению зерна на четырех драных системах.

## 1.6 Лекция №6 (2 часа)

Тема: «Обойные помолы пшеницы и ржи»

### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Виды обойного помола пшеницы и ржи
2. Технология производства обойной муки

### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Виды обойного помола пшеницы и ржи.

Вид помола характеризуют выходами муки, побочных продуктов и отходов.

При хлебопекарных помолах пшеницы общий выход сортовой муки, в том числе высшего и первого сортов, составляет 73 ... 78 %. При односортном помоле с получением муки второго сорта ее выход возрастает до 85 %. Кроме муки получают 0,7 % отходов Шкатегории, 19,1 % отрубей (при 85%-м помоле -только 12,1 %), остальное составляет кормовая мучка (если общий выход муки менее 78 %).

Помолы делят на трех-, двух- и одно сортные. Выход муки отдельных сортов зависит от оснащенности предприятия, качества зерна, конъюнктуры рынка и т. д. Обычно при снижении выхода муки высоких сортов повышается общий выход муки.

При проведении макаронных помолов общий выход муки достигает 75 %, в том числе высшего сорта - до 60 %.

При помоле пшеницы в обойную муку ее выход составляет 96 %, отрубей - 1,0, отходов III категории - 0,7, I и II категорий - 2,0, усушки - 0,3 %.

При помолах ржи получают или 87 % обдирной муки, или 63 сеянной, или 15 % сеянной и 65 % обдирной; отходы III категории и усушки составляют 1 %, I и II категорий - 2,4 %, остальное - отруби.

Ржаную обойную муку вырабатывают с выходом 95 %, при этом I получают 2 % отрубей, остальные продукты имеют тот же выход, что и при производстве пшеничной обойной муки.

Пшеницу и рожь размалывают как в обойную, так и в сортовую муку, поэтому такие процессы называют обойными и сортовыми помолами.

При производстве обойной муки зерно размалывают практически полностью, поэтому задачей процесса является его измельчение необходимой крупности.

При сортовых помолах необходимо не только измельчить зерно необходимой крупности, но и отделить в большей или меньшей степени оболочки в виде отрубей. В этом случае процесс значительно сложнее, связан не только с получением муки на каждой системе размола, но и с образованием промежуточных продуктов, которые после соответствующей обработки размалывают в муку с малым содержанием оболочек.

Прежде чем рассматривать технологические схемы переработки зерна в муку, ознакомимся с таким понятием, как «система технологического процесса», или просто «система».

Под системой понимают отдельную машину или совокупность машин, выполняющих какую-либо определенную операцию. Как правило, вальцовый станок выполняет функцию системы не самостоятельно, а вместе с просеивающей машиной (рассевом или другой машиной), на которой просеивают полученные продукты размола. Рассев и ситовейка могут самостоятельно выполнять роль системы. Каждая система в технологической схеме должна иметь техническую характеристику, примеры которой показаны на рисунке 1.19, кроме того, указывают число машин (или секций машины) и направление движение продуктов.

## 2. Технология производства обойной муки

Технология производства обойной муки заключается в измельчении зерна, отсеивании муки и последующего размола сходовых продуктов до почти полного их измельчения в муку.

Технологическая схема размола зерна в обойную муку включает три-четыре системы, называемые драными, состоящими из вальцовых станков и рассевов. Основная задача каждой системы - максимальное извлечение МУКИ, содержащей как частицы эндосперма, так и оболочек. Поэтому рифли на вальцах нарезают с большим уклоном и устанавливают в положение «острие по острию».

Иногда применяют следующий технологический прием: продукты после вальцового станка направляют на бичевые машины, в которых их разделяют на две примерно равные фракции. Крупные продукты (сход С бичевых машин) направляют на следующую драную систему, а более мелкие (проход) - на рассев; при этом нагрузка на рассев существенно снижается, процесс сортирования сокращается.

Мука, получаемая с разных систем, неодинакова по качеству: от первой системы к последней содержание оболочек в муке увеличивается.

Все полученные потоки муки объединяют в один и направляют на просеивание в контрольный рассев, в котором выделяются крупные частицы, случайно попавшие в муку

в результате подсора, повреждения сит на отдельных системах, а также дополнительное смешивание и выравнивание состава муки. Контрольное просеивание муки обычно называют «контроль муки».

Режим работы вальцовых станков определяют по показателю извлечения муки на каждой системе, т. е. по количеству прохода через сито NQ 067. Работу систем считают нормальной, если на 1 драной системе извлекается не менее 40 ... 50 % муки, на 11 - 50 ... 70 %. Режим работы остальных систем должен обеспечить полное измельчение продуктов в муку.

Сортовые помолы пшеницы. Технология сортовых помолов пшеницы позволяет вырабатывать муку одного, двух и трех сортов. Технологические схемы сортовых помолов отличаются разной сложностью, причем чем больше стремятся получить муки высоких сортов, тем более развита технологическая схема.

## **1.7 Лекция №7 (2 часа)**

**Тема: «Сортовые помолы мягкой и твердой пшеницы»**

### **1.7.1 Вопросы лекции**

**1. Сортовые помолы мягкой пшеницы и твердой пшеницы**

**2. Классификация помолов**

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Простой помол проводится на трех-четырех драных системах в один этап для получения обойной муки. При этом с каждой системы необходимо получить максимально возможное количество муки. Сходы с сит передают на последующие системы. Количество отделяемых отрубей не превышает 1–2%.

Сложные помолы применяют для получения сортовой муки из пшеницы, ржи, тритикале.

Измельчение зерна в муку проводится в два этапа. Вначале на 5–8 драных системах зерно превращается в крупку, при этом необходимо получить минимальное количество муки (со всех систем около 10% исходной массы зерна).

Продукты дробления рассеивают по крупности на крупку (крупную, среднюю и мелкую) и дунсты (жесткие и мягкие) – это частицы крупнее муки, но мельче крупок.

Получаемые фракции при сортировке однородны по размерам, но отличаются добротностью, т.е. содержанием эндосперма. Поэтому полученные фракции крупок при первичной сортировке подвергают дополнительной сортировке по плотности на ситовеечных машинах. Данный процесс называется обогащением крупок. При этом крупки разделяются на тяжелые, легкие и очень легкие (витающие над смесью), представляющие собой крупку чистую (белую) только из эндосперма; крупку пеструю (сростки) – кусочки эндосперма и оболочки и дунсты.

Следующий этап измельчения состоит в раздельном дроблении чистых крупок на 7–9 размольных системах и пестрых крупок – на 4–5 шлифовочных системах.

машина для помола пшеницы В общей сложности при сортовом помоле пшеницы со всех систем (драных, размольных, шлифовочных) получают 16– 22 потока муки разного качества, которые затем объединяют в сорта в зависимости от вида сортового помола. При размоле высокостекловидной мягкой пшеницы выделяют крупчатку – муку с более крупными размерами частиц.

### **2. Классификация помолов**

Под помолом зерна следует понимать состоящий из отдельных операций технологический процесс, при котором стремятся наиболее полно извлечь из зерна эндосперм в виде муки, либо измельчить зерно в муку с отбором или без отбора отрубей.

Процесс помола обычно изображают графически в виде технологической схемы, на которой условными обозначениями показывают машины, дают их техническую характеристику, а также направление движения продуктов.

Сочетание двух машин — измельчающей зерно (или его части) с просеивающей — принято называть системой.

Основные принципы построения схем помолов — это непрерывность, прямоточность, последовательность и параллельность ведения технологических операций.

Применение конкретных способов и приемов диктуется, прежде всего, заданным ассортиментом муки, качеством зерна и наличием оборудования.

Каждый тип помола характеризуется ассортиментом и количеством получаемой муки — выходом.

Выходом муки называют отношение массы полученной муки к массе зерна, поступившего в зерноочистительное отделение, выраженное в процентах.

Оптимальный выход продукции высокого качества достигается в результате применения передовой техники и совершенной технологии.

В зависимости от наличия в общем технологическом процессе отдельных этапов, построенных на определенных способах и приемах, а также повторяющихся операций при производстве заданного ассортимента продукции, помолы классифицируются на разовые (однократные) и повторительные (многократные), которые в свою очередь, делятся на простые и сложные.

## **1.8 Лекция №8 (2 часа)**

**Тема: «Сортовые помолы ржи. Витаминизация муки.**

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

**1. Сортовые помолы ржи**

**2. Витаминизация муки**

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Анатомическое строение и структурно-механические свойства зерновок ржи отличаются от пшеницы. В связи с этим при дроблении зерна ржи образуется в основном пестрая крупка-сростки. Доля чистой крупки невелика, и обогащения ее по плотности не производят.

Зерно ржи дробят на 5–6 драных системах. С них получают около половины муки. Выделенную крупку сортируют только по крупности, полученные фракции измельчают отдельно на 2–3 размольных системах.

Завершаются помолы зерна контролем качества муки, выбоем (затариванием в мешки) или направлением в сilos для бестарного отпуска либо для расфасовки в пакеты. На этикетках каждого мешка, на пакетах указывается информация для потребителя.

Рожь перерабатывают в муку сеянную, обдирную и обойную. Название муки и ее выход относительно массы переработанного зерна дают название помолу. Например, 63 % помол ржи в сеянную муку. Кроме чисто ржаных помолов в обойную муку перерабатывают смеси ржи и пшеницы в так называемых ржано-пшеничных и пшенично-ржаных помолах. Ржано-пшеничным считается помол смеси зерна, состоящий из 60 % ржи и 40 % пшеницы.

Пшенично-ржаным считается помол смеси зерна, состоящий из 70 % пшеницы и 30 % ржи.

При односортном 87 % помоле возможен отбор до 5 % муки сеянной при снижении общего выхода на 0,3 % за каждый процент отбора сеянной муки.

В сортовых помолах ржи выход кормовых зерно продуктов одинаков для всех помолов, а выход отрубей колеблется от 9,6 % при 87 % помоле в обдирную муку, до 33,6 % при 63 % помоле в сеянную муку. Несложный анализ показывает, что сеянная мука — это лучшая по качеству мука из ржи. В обойных помолах ржи или смеси ржи и пшеницы в так называемых ржано-пшеничных обойных помолах выход отрубей составляет 2 %. Поэтому ржаная обойная мука, как и обойная мука из пшеницы, практически повторяет химический состав зерна.

2. По условиям ведения технологического процесса на сортовых мельницах происходит разделение периферийной части зерна и эндосперма. Периферия зерна — оболочки, зародыш и алейроновый слой составляет основной побочный продукт технологии — отруби, а эндосперм — муку высоких сортов. Биологическая природа зерна такова, что основное количество биологически активных веществ — витаминов, микроэлементов содержится на периферии зерна, что делает муку высоких сортов малоценным по содержанию витаминов продуктом питания. Если учесть, что продукты из зерна являются основным источником витамина В1 (тиамина) и важным источником витаминов В2 (рибофлавина) и РР (никотиновой кислоты), то необходимость в искусственном введении витаминов в муку высоких сортов становится очевидной. Положение может усугубиться, когда хлеб и другая продукция из зерна являются основным продуктам питания. Поэтому витаминизация муки высоких сортов (высшего и первого) является целесообразной. Технология витаминизации осуществляется по специальной инструкции, согласованной с Минздравом. Витаминизация муки высшего и первого сортов осуществляется путем ввода синтетических витаминов В1, В2 и РР в следующих массовых долях (в соответствии с табл.).

По технологии вначале готовят витаминный концентрат. Для этого в смеситель-растирательвитаминоз вводят одновременно расчетное количество витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР и муки (можно вводить дунсты для обеспечения более эффективного смещивания) и производят смещивание в течение заданного времени.

Затем подготовленный концентрат витаминов смещивают с мукой. Это так называемая предварительная смесь. На третьем этапе предварительная смесь витаминов и муки дозируется объемным или весовым способом в определенном соотношении и смещивается вместе с потоком муки в порционном смесителе. Правила рекомендуют, чтобы производительность дозирования предварительной смеси витаминов составляла 0,1-2,0 % от производительности дозирования муки.

Эффективность технологии витаминизации оценивают по отклонению фактического содержания витаминов в муке от предельных норм ввода, приведенных в таблице 3.50. Содержание введенных витаминов в муку должно быть определено химическим путем с помощью инструментальных методов анализа. При отсутствии возможности определения содержания витаминов процесс витаминизации контролируют по точности и производительности дозирования муки и витаминов.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

### **ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

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

##### **Тема Отбор и подготовка проб к анализу**

**2.1.1 Цель работы:** изучить правила отбора проб и выделения навесок зерна и устройство приборов для этих целей.

**2.1.2 Задачи работы:** Ознакомиться с ГОСТ 13586\*3-83, по которому производится отбор проб, усвоить понятия: партия зерна, точечная проба, объединенная проба, средняя проба и навеска зерна.

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Щупы различных модификаций, делитель, весы лабораторные,

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

Качество партии зерна устанавливается на основании результатов анализа средней пробы, отобранный от партии.

Партия - любое количество зерна, однородного по качеству (по органолептической оценке), предназначенного к одновременной приемке, сдаче, отгрузке или хранящегося в одном силое, закроме, складе.

Точечная проба - небольшое количество зерна, отобранного из партии за один прием для составления объединенной пробы.

Объединенная проба - совокупность всех точечных проб, отобранных из партии зерна.

Средняя проба - часть объединенной пробы, выделенная для определения качества. Для небольшой партии зерна объединенная проба одновременно является и средней пробой.

Навеска - часть средней пробы, выделенная для определения отдельных показателей качества зерна.

При продаже зерна государству, поступающего на хлебоприемные предприятия, оценка его качества производится на основании лабораторного анализа средней пробы, отобранный от партии. По результатам анализа проводятся расчеты с сельскохозяйственными предприятиями. Поэтому пробы должны быть правильно отобраны и точно соответствовать качеству поступившей партии зерна. Эти пробы должны отражать среднее качество всей партии.

Отбор проб и выделение навесок для анализа производится в соответствии с требованиями ГОСТ 13586.3-83 и обязательны для выполнения. Масса средней пробы для сельскохозяйственных культур дана в приложении. Чтобы средняя проба правильно отражала качество исследуемой партии зерна, ее составляют путем отбора точечных проб из разных участков насыпи. Число точечных проб зависит от массы партии, способа ее размещения (насыпью или в мешках), а также конструкции приспособлений для их отбора (ручных или механизированных щупов). Отбор точечных проб от партии зерна производится различными приспособлениями и установками.

При ручном отборе проб используются щупы различных конструкций.

Конусным щупом отбирают зерно от автомашин, насыпи, открытых мешков. Он состоит из конусного стакана с крышкой, стержня и полой трубки. Стакан прикреплен к стержню, а крышка - к трубке и может свободно перемещаться по стержню. На конце

стержня имеется рукоятка. При погружении щупа в зерновую массу конус закрыт крышкой, а при подъеме крышка открывается, и конус заполняется зерном.

Цилиндрический щуп состоит из двух трубок, вставленных одна в другую. Обе трубы по всей длине имеют 11 овальных отверстий длиной 75 мм, шириной 25 мм, внутренняя трубка по количеству вырезов имеет камеры. С помощью цилиндрического щупа можно отобрать точечные пробы со всей толщи зерна. Щуп погружают в зерно с закрытыми отверстиями, затем поворотом ручки открывают вырезы, и зерно заполняет камеры щупа. Щуп закрывают и достают из зерна.

Мешочный щуп применяют для отбора точечных проб зерна из мешков. Он представляет из себя конусообразный металлический желобок с деревянной ручкой. Для взятий пробы острием щупа раздвигают нитки мешка, вводят щуп желобком вниз, после погружения в зерно поворачивают на 180°. Зерно по желобку высыпается в определенную емкость (мешочек, банку, коробку). После взятия пробы нужно заделать отверстие, сделанное в мешке.

В настоящее время созданы и широко применяются механические пробоотборники. Для механизированного отбора проб от автомашины используют автоматические пробоотборники (установки А1-У11А, А1 - У112-А), позволяющие в течение одной минуты отобрать точечные пробы по всей глубине насыпи, объединить их в объединенную пробу и направить ее в лабораторию с вложенной водителем в щель воздухопровода квитанцией.

Совокупность точечных проб образует объединенную пробу. Однако точечные пробы объединяют только в том случае, если они однородны по органолептической оценке. Если объединенная пробы не превышает 2 кг, то она одновременно является и средней пробой. У крупной партии зерна соответственно получается и большая объединенная пробы. В этом случае среднюю пробу выделяют из объединенной пробы после тщательного перемешивания.

Оценку качества зерна, доставляемого автотранспортом на хлебоприемные предприятия, проводят по средней пробе. Для этого от каждой 1,5-2,0 тонны зерна в среднесуточную пробу отбирают из объединенной пробы одну мерку объемом 200 см<sup>3</sup>. Среднесуточную пробу составляют только на однородные по качеству зерна партии, поступившие от одного хозяйства. Каждую среднесуточную пробу хранят в отдельной тарелке с плотной крышкой. Из среднесуточной пробы выделяют среднюю пробу для определения качества зерна.

Смешивание зерна и выделение навесок для анализа производят вручную или на делителях.

Наиболее распространенным делителем для смешивания средней пробы и выделения из него навесок в 25, 50 и 100 г является аппарат БИС-1. Он позволяет также выделить часть зерна, пропорциональной массе привезенной партии, для составления среднесуточной пробы. После перемешивания зерна на БИС-1 за один проход выделяются навески для анализа зерна по схеме.

## **2.2 Лабораторная работа №2-3( 4 часа).**

**Тема: «Изучение методов расчета рецептуры помольных смесей.**

**2.1.1 Цель работы:** Освоение методик расчета состава помольной партии.

**2.1.2 Задачи работы:** составить помольные партии

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

1. компьютер,

**2.1.4 Описание (ход) работы:** Существует несколько методов расчета рецептуры помольной партии. Правильность расчета проверяют, определяя средневзвешенные значения показателей качества для смеси и их соответствие нормам качества, предъявляемым к зерну помольной партии. Средневзвешенное значение показателя качества находят по формуле

$$\bar{X} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + \dots + m_n X_n}{M} \quad (1.1)$$

где  $X_1, X_2, \dots, X_n$  - конкретные значения показателя качества для компонентов смеси;

$m_1, m_2, m_n$  — соотношение компонентов смеси, %, или масса каждого компонента, кг;  
 $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$  — суммарная масса помольной партии помольной партии, кг, или 100 %.

Кроме того, правильность подсортировки рекомендуется проверять помолами в лабораторной установке с анализом качества зерна, выхода муки и ее качества.

**Расчет помольной партии.** Способы этого расчета следующие; решение уравнений, составление обратных пропорций, построение графика, расчеты по основной партии, а также с помощью компьютерных программ.

**Решение уравнений.** Для расчета рецептуры помольной партии можно использовать систему уравнений, в которых в качестве неизвестных приняты доли подсортировки каждого компонента, выраженные в процентах или в массовом исчислении. Система уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} M = m_1 + m_2 + \dots + m_n \\ M \bar{X} = m_1 X_1 + m_2 X_2 + \dots + m_n X_n \end{cases} \quad (1.2)$$

Если помольную партию формируют из двух компонентов, то решением системы будет:

$$m_1 = \frac{M(\bar{X} - X_2)}{X_1 - X_2}; \quad m_2 = M - m_1 \quad (1.3)$$

Если из трех компонентов, то задача решается при условии равенства масс двух из них.

Для случая использования трех компонентов:

$$m_1 = \frac{M(\Delta X_2 + \Delta X_3)}{\Sigma \Delta X} \quad (1.4)$$

$$m_2 = \frac{M(\Delta X_1)}{\Sigma \Delta X}; \quad m_3 = M - (m_1 + m_2) \quad (1.5)$$

Где:  $M$  - масса помольной партии зерна;

$$\Delta X_1 = (\bar{X} - X_1); \Delta X_2 = (\bar{X} - X_2); \Delta X_3 = (\bar{X} - X_3); \text{(по модулю)}$$

$$\Sigma \Delta X = 2\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3$$

Использование более сложных вариантов состава помольной партии принципиальных изменений в методику расчета не вносит. Как правило, четвертый или пятый компоненты включают в состав смеси зерна в небольшом количестве (до 10 %), поэтому он оказывает незначительное влияние на конечные характеристики.

**Пример.** Составить помольную партию для хлебопекарного сортового помола пшеницы со средневзвешенным значением стекловидности 55 % из двух исходных компонентов. Стекловидность одного из них — 71 %, второго — 43 %, содержание клейковины — соответственно 27 % и 24 %, масса помольной партии - 1000 т (или 100 %).

$$\text{Тогда } m_1 = \frac{100 \cdot (55 - 43)}{71 - 43} = 42,86\%$$

$$m_2 = 100 - 42,86 = 57,14\%$$

Принимаем  $m_1 = 43\%$ ,  $m_2 = 57\%$ , тогда масса каждого компонента составит:  $m'_1 = 430$  т;  $m'_2 = 570$  т.

Проверим правильность расчета определением средневзвешенных значений стекловидности  $C$  и содержания клейковины  $K$  (%):

$$C = \frac{43 \cdot 71 + 57 \cdot 43}{100} = 55,0\%$$

$$K = \frac{43 \cdot 27 + 57 \cdot 24}{100} = 25,3\%$$

Следовательно, данная смесь зерна по стекловидности и содержанию клейковины соответствует предъявляемым требованиям и может быть рекомендована к переработке. Аналогично проверяют и другие показатели качества.

**Составление обратных пропорций.** По этому методу количество зерна каждой составной части помольной партии берут в обратной пропорции по отношению к разности между показателями каждой части и заданной средневзвешенной величиной данного показателя помольной партии.

В таблице 1.1 приведен пример решения задачи по второму варианту.

Таблица 1.1 Расчет помольной партии зерна из двух компонентов

Показатель	Компонент смеси		Требуемая в помольной партии
	первый	второй	

Стекловидность, %	71	43	55
Отклонение стекловидности компонента от заданной	71 - 55 = 16	55 - 43 = 12	
Расчетное соотношение компонентов в партии (частей)	12	16	12 + 16 = 28

На долю первого компонента приходится 12 частей, второго - 16, смесь будет содержать 28 частей.

$$\text{Следовательно, } m_1 = \frac{100 \cdot 12}{28} = 43,0\%; \quad m_2 = \frac{100 \cdot 16}{20} = 57,0\%$$

Правильность расчета определяем по средневзвешенному значению стекловидности и клейковины для получения помольной партии.

**Пример.** Требуется составить помольную партию зерна со стекловидностью 50 % и содержание клейковины 26 %, если в наличии зерно со стекловидностью 80 %; 42; 26 % и содержанием клейковины 29%; 28; 22 %. Пример расчета приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Расчет помольной партии зерна из трех компонентов

	Компонент смеси			Требуемая в помольной партии
	первый	второй	третий	
Стекловидность, %	80	42	26	50
Отклонение стекловидности компонента от заданной для партии:				
1-й и 2-й	80 - 50 = 30	50 - 42 = 8	-	
1-й и 3-й	80 - 50 = 30	-	50 - 26 = 24	
Расчетное отклонение компонентов в партии при наличии:				
1-го и 2-го	8	30	-	
1-го и 3-го	24	-	-30	
Расчетная величина каждого компонента в партии	32	30	30	

Сумма частей в помольной партии составит  $32 + 30 + 30 = 92$ , что даст следующую подсортировку для компонента:

$$\text{Первого } m_1 = \frac{100 \cdot 32}{92} = 34,8\%;$$

$$\text{Второго } m_2 = \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6\%;$$

$$\text{Третьего } m_3 = \frac{100 \cdot 30}{92} = 32,6\%;$$

Правильность расчета проверяем: по средневзвешенной стекловидности

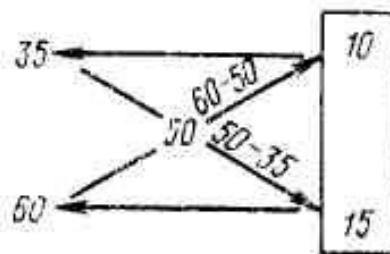
$$\bar{C} = \frac{80 \cdot 34,8 + 42 \cdot 32,6 + 26 \cdot 32,6}{100} = 50,0\%;$$

и по средневзвешенному содержанию клейковины

$$\bar{K} = \frac{29 \cdot 34,8 + 28 \cdot 32,6 + 22 \cdot 32,6}{100} = 26,0\%;$$

**Составление графика.** Для расчета на бумагу наносят две пересекающиеся линии, в точке пересечения которых проставляют значение показателя для смеси (клейковина, стекловидность или другой показатель, по которому ведут расчет). Слева у каждого конца линии пишут значение соответствующего показателя компонента смеси. Находят разность в значениях показателя компонента и смеси и записывают ее справа в конце линии. Затем соединяют горизонтальными линиями результаты вычислений с исходным значением признака компонента. Сумма правых чисел дает общее число частей помольной партии, а каждое правое число - долю компонента.

**Пример.** Составить помольную партию стекловидностью 50 % из двух компонентов, стекловидность которых 35 и 60 %.



Всего частей 25. На долю компонента со стекловидностью 35 % приходится десять частей, а на долю второго компонента — 15 частей.

Подсортировка для компонента:

первого

$$m_1 = \frac{100 \cdot 10}{25} = 40,0\%$$

второго

$$m_2 = \frac{100 \cdot 15}{25} = 60,0\%$$

Проверяем средневзвешенную стекловидность смеси

$$\bar{C} = \frac{35 \cdot 40 + 60 \cdot 60}{100} = 50,0\%$$

Аналогично рассчитывают трех- или четырехкомпонентные смеси, но в этом случае составляют два графика.

**Расчет помольной партии зерна по основной партии.** В этом случае из имеющегося зерна выбирают основную партию, близкую по качеству к помольной. Она должна по массе составлять 50...60 % помольной партии зерна. Затем выбирают вторую партию и составляют их смесь.

Соотношение компонентов в смеси рассчитывают по формуле

$$m_1 = \frac{M(\bar{X} - X_2)}{X_1 - X_2}; \quad (1.6)$$

Затем, принимая эту смесь за исходный компонент, к ней примешивают следующий компонент и т. д.

**Пример.** Рассчитать помольную партию зерна стекловидностью 50 % с содержанием клейковины 25 %, если имеется зерно следующего качества: стекловидное — 70 %; 45 %; 30 %, содержание клейковины — 28 %; 26 %; 22 %.

Смешиваем первые два компонента так, чтобы стекловидность была 55,0 %. По формуле (1.6) находим

$$m_1 = \frac{100(55 - 45)}{70 - 45} = 40,0\% \quad m_2 = 100 - 40 = 60\%$$

Следовательно, первого компонента нужно взять 40 %, а второго 60 %.

Теперь рассчитываем количество третьего компонента из расчета конечной стекловидности смеси 50 %, т. е.

$$m_{1+2} = \frac{100(50 - 30)}{55 - 30} = 80\% \quad m_3 = 100 - 80 = 20\%$$

Таким образом, конечная трехкомпонентная помольная партия зерна будет состоять из 80 % смеси первого и второго компонентов и 20 % третьего. Первый компонент в трехкомпонентной партии составит

$$X_1 = \frac{80 \cdot 40}{100} = 32\%$$

а второй

$$X_2 = 80 - 32 = 48\%$$

Проверяем, удовлетворяет ли рассчитанная помольная партия зерна требованиям по содержанию клейковины:

$$K = \frac{28 \cdot 32 + 26 \cdot 48 + 22 \cdot 20}{100} = 26,8\%$$

Расчет сделан правильно.

## 2.1 Лабораторная работа №4-5( 4 часа).

Тема: «Изучение взаимозаменяемости сит при фракционировании зерна.

**2.1.1 Цель работы:** Ознакомиться с методом определения геометрических и физических характеристик зерна и его примесей с подбором сит и схем сортирования для эффективной очистки и разделения зерна различное число потоков.

**2.1.2 Задачи работы:** Провести сортирование нескольких образцов зерна с различной засоренностью на рассеве-анализаторе.

- 1) Построить полигон распределения зерна по крупности на ситах I и II типа, определить количественный состав фракция и наличие примесей в каждой фракции.
- 2) 3) одинаковой технологической операции.

С помощью построенных графиков определить взаимозаменяемые сита I и II типа при проведении

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

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

Порядок выполнения работы. Навеску зерна 100-200 г просеивают на рассеве-анализаторе, в котором установлены сита с отверстиями в зависимо-сти от анализируемой культуры. Для зерна пшеницы нусерация сит приведена в таблице 1.1

Таблица 1.1 Сита для разделения зерна пшеницы

Сита I типа	№ 4,5	№ 4,0	№ 3,5	№ 3,0	№ 2,5	№ 2,0
Сита II типа	3,2x20	3,0x20	2,8x20	2,6x20	2,4x20	2,2x20

Полученные фракции зерна взвешивают, а каждый сход разбирают на нормальное зерно и примеси, примеси взвешивают и выражают в процентах к исходной навеске. Количество нормального зерна в каждой фракции определяют как разность между массой фракции и количеством примесей. В каждой фракции определяют наиболее характерные примеси и записывают их название. Продукт с поддона целиком относят к сорной примеси.

Результаты записывают в таблицу 1.2.

На основании данных таблицы строят кривые распределения по фракциям крупности и кривую суммарного выхода (рис. 1).

Таблица 1.1 – Ситовой анализ пшеницы (пример)

Крупность зерна, выделенной фракции (сход с сит с отверстиями, мм)	Выход фракции, %			Наименование характерных примесей в каждой фракции	
	Всего	В том числе			
		примесей	нормального зерна		

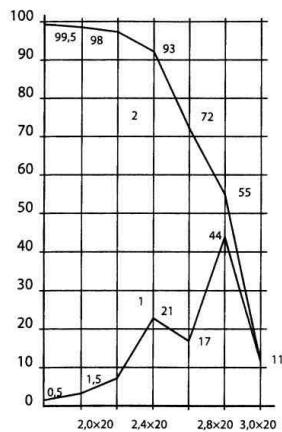


Рисунок 2.1 – Кривые, характеризующие крупность партии зерна

График строят следующим образом. На оси абсцисс (рис. 1) откладывают размер отверстий сит, на которых зерно просеивалось, а по оси ординат – массу зерна в процентах (от общей массы анализируемого образца), фактически полученную на каждом сите рассева-анализатора.

Полученную ломаную линию называют полигоном распределения I. Если по оси ординат откладывать сумму выхода, полученных на данном сите и на ситах с более крупными отверстиями, то построенная на основе этих данных кривая величин суммарного выхода 2 (интегральная кривая) будет указывать процентный выход зерна, идущего сходом с любого заданного сита, сложением всех фракций, расположенных над ним.

На производстве часто оказывается необходимым разделить зерно на несколько потоков, примерно равных по количеству.

По кривой суммарного выхода легко подбирать сита для данной партии зерна. Например, по условиям технологического процесса следует разделить зерно на два одинаковых потока. Для этого нужно на графике провести горизонтальную линию, соответствующую 50% -ному выходу до пересечения с суммарной кривой и из точки пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения перпендикуляра с этой осью покажет, какой размер отверстий сита нужно применить для разделения зерна на два равных потока. В данном случае необходимо взять сито с отверстиями 2,8x20 мм. Аналогично, с помощью другого графика подбирают сито с круглыми отверстиями.

Чтобы разделить зерно на  $n$  потоков необходимо установить  $(n - 1)$  разных сит, для этого нужно на оси ординат отложить  $(n - 1)$  точек, соответствующих величинам потоков  $\left(\frac{100\%}{n}\right)$ , провести из этих точек горизонтальные линии до пересечения с суммарной кривой и опустить перпендикуляры до пересечения с осью абсцисс, найти размеры отверстий  $(n - 1)$  разных сит, обеспечивающих получение  $n$  примерно равных по выходу потоков зерна.

Используя данные кривых распределения зерна по крупности и характеристику примесей в зерне, распределением на  $n$  фракций, выбрать способ очистки и соответствующие машины, а также взаимозаменяемость сит разных типов.

**2.6 Лабораторная работа №6 ( 2 часа)**  
**Тема: «Определение технологической эффективности работы зерноочистительных машин»**

**2.1.1 Цель работы:** . научиться определять эффективность очистки.

**2.1.2 Задачи работы:** . 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:**

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
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				

## **2.6 Лабораторная работа №7-8 ( 4 часа)**

**Тема: «Оценка качества зерна пшеницы и ржи.»**

**2.1.1 Цель работы:** . научиться определять качество зерна

**2.1.2 Задачи работы:** . определить качество зерна пшеницы

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

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

### **2.1.4 Описание (ход) работы**

Одним из показателей оценки качества пшеницы является определение стекловидности пшеницы.

Стекловидность зерна характеризует консистенцию, структуру эндосперма, взаиморасположение его тканей. Стекловидное зерно в поперечном разрезе напоминает поверхность скола стекла, отсюда и его название. При просвечивании оно кажется прозрачным. Мучнистое зерно имеет рыхломучнистую структуру, в разрезе белый цвет и вид мела. В частично стекловидном зерне в поперечном срезе видны как стекловидные, так и мучнистые участки, просвечивается оно не полностью.

Под показателем общей стекловидности понимают сумму количества полностью стекловидных и половины частично стекловидных зерен, выделенных из 100 зерен навески.

По ГОСТ 10987-76 стекловидность определяют двумя способами: вручную по результатам осмотра срезов зерна и с использованием диафоноскопа ДС3 – 2м. Если зерно имеет повышенную влажность, свыше 17,0%, то его подсушивают на воздухе или в сушильном шкафу, термостате при температуре воздуха в них не более 50°C. Стекловидность зерна пшеницы определяют после анализа на засоренность.

*Определение стекловидности по результатам осмотра среза зерна.*

Из подготовленной для анализа навески выделяют без выбора 100 целых зерен и разрезают поперек по их середине. Срез каждого зерна просматривают и в соответствии с характером среза относят к одной из трех групп: стекловидной, мучнистой, частично стекловидной, согласно следующей характеристике:

- стекловидное зерно - с полностью стекловидным эндоспермом;
- мучнистое зерно - с полностью мучнистым эндоспермом;
- частично стекловидное зерно - с частично мучнистым или частично стекловидным эндоспермом.

Зерна пшеницы с явно выраженным мучнистыми пятнами - «желтобочки» - по внешнему виду без разрезания относят к частично стекловидным зернам.

По стандарту стекловидные зерна не должны иметь мучнистой части свыше  $\frac{1}{4}$  плоскости поперечного среза зерна. К мучнистым зернам относят полностью мучнистые и зерна, у которых стекловидная часть занимает не более  $\frac{1}{4}$  среза.

После подсчета количества стекловидных, мучнистых и полустекловидных зерен рассчитывают общую стекловидность, которая равна сумме процентного содержания стекловидных зерен и четверти полустекловидных.

*Определение стекловидности с использованием диафоноскопа ДС3 – 2м.*

Устройство и принцип работы прибора

Диафаноскоп ДС3 – 2м состоит из корпуса; механизма перемещения кассеты; источника света – светодиодов; увеличительных линз. Исследуемые образцы зерна укладываются в сто ячеек кассеты, которая вставляется во входное отверстие узла протяжки до зацепления с роликами подачи. При помощи винта подачи кассета перемещается в зону визуального наблюдения каждого ряда зерен, освещенную световым потоком.

#### Подготовка изделия к работе

Установить диафаноскоп на рабочем месте, отвечающем требованиям техники безопасности.

Вставить вилку в розетку и включить тумблер, при этом должна включиться лампа диафаноскопа.

Вставить кассету в диафаноскоп. Проверить плавность перемещения кассеты.

Выключить тумблер.

#### Порядок работы и техническое обслуживание

1. Заполните ячейки кассеты зернами контролируемой партии. В каждой ячейке должно лежать по одно зерно.

2. Вставить кассету в узел протяжки до зацепления с роликами. Вращая ролик, переместить кассету в зону просмотра.

3. Включите тумблер и винтом подачи установите в зоне светового потока первый ряд кассеты.

4. Подсчитайте отдельно количество полностью стекловидных и мучнистых зерен. Зафиксируйте результат подсчета первого ряда.

5. вращением ручки переместите кассету для поочередного просмотра и фиксации показателей последующих рядов.

6. После просмотра и фиксации показателей последнего 10-го ряда, отключите прибор, выньте кассету через входное отверстие и освободите её от зерна. Протрите кассету.

Количество полностью стекловидных зерен фиксируется путем непосредственного счета, а общая стекловидность определяется по формуле:

$$Oc = 0,5 (Kc - Kt) + 50$$

где:  $Oc$  – общая стекловидность в процентном соотношении;

$Kc$  – количество полностью стекловидных зерен;

$Kt$  – количество мучнистых зерен.

Количество частично стекловидных зерен не подсчитывается, т.к. учитывается формулой.

При этом стекловидные зерна, лучше пропуская свет, оказываются прозрачными, полустекловидные зерна просвечиваются частично, а мучнистые, не пропуская света, кажутся темными.

### **2.1 Лабораторная работа №9( 2 часа).**

**Тема: «Количественный баланс подготовительного отделения мукомольного завода**

**2.1.1 Цель работы:** Освоение методики расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода сортового помола пшеницы.

**2.1.2 Задачи работы:**

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

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

Уравнение количественного баланса процесса имеет следующий вид:.

$$\sum_{i=1}^n M_i = \sum_{j=1}^n M_j \quad (1.1)$$

где  $M_i$  — начальная масса продуктов;  $M_j$  — конечная масса продуктов.

Таким образом, количественный баланс определяет равенство масс начальных и конечных продуктов. В нашем случае в качестве  $M_i$  выступает зерно на входе в подготовительное отделение и вода, поступающая в зерновую массу при ГТО;  $M_j$  — зерно на выходе к подготовительного отделения, т. е. перед I драной системой, и выделенные из зерна отходы при очистке его от примесей и обработке поверхности.

Изменение массы зерна в результате увлажнения или выделения примесей рассчитывают по формуле:

$$\Delta M = M_0 \frac{x_1 - x_2}{100 - x_2} \quad (1.2)$$

Где:  $x_1$  и  $x_2$  — исходное и конечное значения влажности зерна или содержания примесей зерновой массе;  
 $M_0$  — исходная масса зерна до проведения операции увлажнения или сепарирования.

Конечное значение массы зерна после указанных операций находят по формуле:

$$M_1 = M_0 \frac{100 - x_1}{100 - x_2} \quad (1.3)$$

Следовательно, для расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода необходимо знать:  $M_0$  исходную массу зерна, поступившего в подготовительное отделение  $w_0$  — исходную влажность зерна;  $w_1$  — влажность зерна перед I драной системой;  $C_0$  — исходное суммарное содержание сорной и зерновое примесей в зерне;  $C_1$  — конечное содержание этих примесей.

При расчете баланса следует учесть, что увлажнению подвергается не вся масса поступившего на мукомольный завод зерна  $M_0$ , так как перед ГТО из него удаляют примеси в различных сепарирующих машинах. Для относительно точного расчета необходимо исключить массу негодных отходов, выделенных на этапе первичной очистки.

Тогда на увлажнение поступает масса зерна

$$M_0' = M_0 - \Delta M_1 \quad (1.4)$$

где  $\Delta M_1$  — изменение массы зерна в результате удаления примесей.

Массу партии зерна перед I драной системой определяют из выражения

$$M_1 = M_0 - \Delta M_1 + \Delta M_2 \quad (1.5)$$

где:  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  — изменения массы по засоренности и влажности.

Таким образом, для расчета количественного баланса подготовительного отделения мукомольного завода необходимо знать содержание в зерне примесей и изменение его влажности, произшедшее в результате проведения операций при подготовке зерна к размолу.

**Порядок выполнения работы.** Для расчета количественного баланса подготовительного отделения используют данные приведенных задач, либо из рабочих журналов ПТЛ или из актов зачистки мукомольного завода. При возможности сами студенты должны выполнить все анализы по определению влажности и содержания примесей. Для этого используют зерно, отобранное непосредственно на мукомольном заводе в соответствующих точках схемы.

## **2.1 Лабораторная работа №10-11( 4 часа).**

**Тема: «Расчет оборудования мукомольных заводов**

**2.1.1 Цель работы:** Освоение методики расчета оборудования мукомольного завода

**2.1.2 Задачи работы:**

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

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

Расчет оборудования мукомольных заводов

**Цель работы.** Ознакомиться с методами построения схемы подготовки зерна к размолу и расчета технологического оборудования.

## **3.1 Расчет потребности в бункерах для зерна**

Потребная вместимость бункеров зависит от натуры зерна и времени хранения, а число их - от расчетной вместимости, формы и размеров бункера.

Емкость бункеров в  $\text{м}^3$  рассчитывают по формуле

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot K} \quad (3.1)$$

где  $Q$  – заданная производительность мельницы, т/сутки;

$\tau$  – число часов работы мельницы, на которое рассчитывают запас зерна (для

неочищенного зерна на 24-30 ч, для отволаживания – в соответствии с

принятым методом гидротермической обработки и характеристикой зерна);

$\gamma$  – объемная масса зерна (для пшеницы  $0,75 \text{ т}/\text{м}^3$ , для ржи  $0,70 \text{ т}/\text{м}^3$ );

$K$  – коэффициент заполнения бункеров (использование строительного объема);

обычно принимают  $K=0,75-0,80$ .

Таблица 3.1 - Объемная масса продуктов переработки

Продукты	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Мука пшеничная хлебопекарная: Высшего и первого сортов Второго сорта	550-600
Обойная	520-540
Мука макаронная: крупка и полукрупка	600
Мука ржаная хлебопекарная: Сеяная	500-550
Отруби рассыпные: Пшеничные	220-320
Ржаные	300-370

При определении числа и размеров бункеров следует руководствоваться тем, что в стандартных зданиях из сборного железобетона для предприятий по переработке зерна высота этажей принята кратной 1,2 м : 3,6; 4,8; 6,0; 7,2 м.

В зависимости от требующей емкости бункеров и этажности здания бункера сооружают по высоте на один, два или три этажа. Выбрав общую высоту бункеров  $H$ , определяют площадь их поперечного сечения в м<sup>2</sup>

$$F = \frac{V}{H} ; \quad (3.2)$$

По конструктивным соображениям, в стандартных заданиях из сборного железобетона при сетке колонн 6х6 или 9х6 м размеры бункеров в плане принимают: для неочищенного зерна  $f=3 \times 3$  м<sup>2</sup>, для отволаживания  $f=1,5 \times 1,5$  м<sup>2</sup>. Тогда число бункеров

$$n = \frac{F}{f} ; \quad (3.3)$$

Для расчета емкости бункеров для отволаживания, его продолжительность принимают из таблицы 8,9 «Правил» части 1.

Бункер над вальцовыми станками I драной системы чаще всего проектируют цилиндрическими из листовой стали с внутренним коническим днищем. Высоту  $h$  и диаметр  $d$  такого бункера определяют из равенства

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot K} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}; \quad (3.4)$$

Выбирая значение высоты и диаметра бункера, следует стремиться к тому, чтобы соблюдалось условие  $h \geq 2d$ .

### 3.2 Расчет и подбор технологического оборудования для зерноочистительного отделения мельзавода

Необходимое количество оборудования для зерноочистительного отделения рассчитывают исходя из данной производительности завода, схемы подготовки зерна и производительности машин.

При расчете оборудования производительность зерноочистительного отделения принимают на 10 – 20 % больше заданной производительности мельницы в зерне в сутки, что необходимо для бесперебойной работы размольного отделения. При коэффициенте запаса производительности  $\eta = 1,1-1,2$  расчетная суточная производительность зерноочистительного отделения в т/ч  $Q_1$ ,  $m/cutm$ , будет равна:

$$Q_1 = Q \cdot \eta \quad m/cutm \quad (3.5)$$

где  $Q$  – заданная производительность мельницы, т/сут;

$\eta$  – 20- процентный запас

Необходимое оборудование по числу и типоразмеру подбирают по часовой расчетной производительности зерноочистительного отделения, пользуясь номенклатурными сведениями (альбомами нормалей машин и оборудования ЦНИИ промзернопроекта или паспортами машин и аппаратов, «Правила» часть 2, приложение 19,20).

Необходимое число машин для очистки зерна на каждой системе рассчитывают по формуле

$$n = \frac{Q_1}{24 \cdot q_M}; \quad (3.6)$$

где  $Q_1$  – расчетная производительность з/о отделения мельзавода, т/сутки

$q_M$  – паспортная производительность оборудования, т/час

Фактическую загрузку оборудования (недогрузку или перегрузку) определяют:

$$\Pi_\phi = \frac{Q_1}{q_M} \cdot 100, \quad (3.7)$$

где  $Q_1$  – производительность зерноочистительного отделения, т/сут;  $q_M$  – паспортная производительность оборудования, т/сут.

Перегрузка оборудования допускается не более 25%.

По приведенным формулам производится расчет подогревателей зерна, воздушно-ситовых сепараторов, камнеотборников, концентраторов, триеров, обоечных и щеточных машин, магнитных сепараторов, увлажнительных и моечных машин, энтоловаторов-беззараживателей, пневмосепараторов, буратов.

**3.3 Расчет весового оборудования.** Производительность автоматических весов определяют по емкости ковша и числу взвешиваний в минуту. Весы подбирают по каталогу с учетом суточной производительности завода (цеха), а при установке автоматических порционных весов используют формулу для определения вместимости весового бункера:

$$E_B = \frac{Q_1 \cdot 100}{24 \cdot 60 \cdot n}; \quad (3.8)$$

где  $Q_1$  – суточная производительность зерноочистительного отделения т/сут;

$n$  – допустимое число взвешиваний в минуту (при емкости ковша до 50 кг пшеницы число взвешиваний до трех, а при емкости 100 кг – не более 2-х взвешиваний в минуту),

$E_B$  – емкость ковша весов, кг.

Число автоматических весов определяют:

$$n_B = \frac{Q_1 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot V \cdot n}; \quad (3.9)$$

где  $Q_1$  - производительность з/о отделения, т/сут;

$C_n$  - количество продукта, поступающего на взвешивание, %;

$V$  - вместимость ковша (100, 50, 20 кг);

$n$  - допустимое число взвешиваний в минуту (при емкости ковша до 50 кг пшеницы число взвешиваний до трех, а при емкости 100 кг - не более 2-х взвешиваний в минуту).

### 3.4 Расчет количества воды, расходуемой на увлажнение зерна

Количество воды, необходимое для увлажнения зерна, определяют по формуле

$$M = 1000 \cdot Q_1 \left( \frac{100 - W_1}{100 - W_2} - 1 \right); \quad (3.10)$$

где  $M$  - количество воды, необходимое для увлажнения зерна, кг;

$Q_1$  - производительность зерноочистительного отделения, т/сут;

$W_1$  - первоначальная влажность зерна, %;

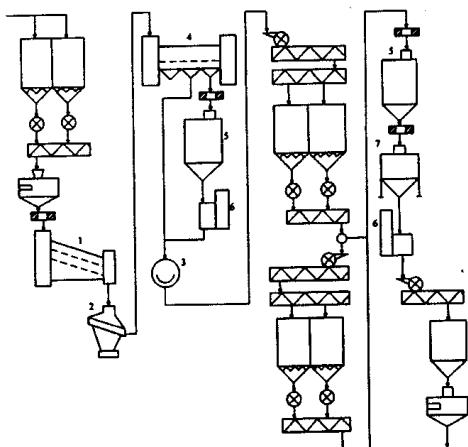
$W_2$  - конечная влажность зерна, %.

Показатели конечной влажности зерна принимают из таблицы 8,9 «Правил» части 1.

**Содержание и порядок выполнения работы.** Студент получает индивидуальное задание, в котором указывается:

- тип помола, выход и качество муки;
- тип и качество зерна, подлежащего переработке;
- суточная производительность мельницы.

На основании полученного задания, студент составляет рецептуру помольной партии зерна, схему подготовки зерна к помолу и вычерчивает ее, выбирает метод и режимы гидротермической обработки, подбирает и рассчитывает оборудование для разработанной схемы по заданной производительности, кратко описывает составленную схему подготовки зерна к помолу.



1 – воздушино-ситовой сепаратор, 2 - камнеотборник, 3 – триер, 4 - концентратор, 5 – обоечная машина, 6 – аспиратор, 7 – энтолейтор-обеззараживатель.

Рисунок 3.1 – Технологическая схема подготовки зерна пшеницы к

сортовому помолу

## 2.1 Лабораторная работа №12( 2 часа).

**Тема: «Определение режимов измельчения зерна в драном процессе сортового помола пшеницы»**

**2.1.1 Цель работы:** Определение параметров режима работы вальцового станка лабораторной мельничной установки в соответствии с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах».

**2.1.2 Задачи работы:** определить параметров режима работы вальцового станка

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
лабораторные и производственные мельничные установки

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

3.1. Из подготовленного к размолу зерна взвешивают четыре образца массой 1кг каждый

3.2. Каждый образец подвергают дроблению на трёх драных системах при разных зазорах между вальцами.

3.3. После измельчения на каждой системе продукты просеивают в течении 3 минут на рассеве – анализаторе для выделения круподунстовых продуктов и муки.

3.4. Полученные результаты заносят в таблицу №6 и проводят графическое построение зависимости извлечения на системе от величины зазора между вальцами.

3.5. Результаты сравнивают с рекомендациями «Правил организации, и ведения технологического процесса на мельницах», подбирают близкий к ним вариант для последующей лабораторной работы – сортовой помол пшеницы.

Вариант	Драные системы	Зазоры между вальцами. мм	Поступило на систему г/%	Получено						Извл. к I др. с.
				Верх. сход	Кр. кр.	Ср. кр.	Мел. кр.	Жёс. дунст	Мяг. дунст	
1	1 2 3	1,6 0,6 0,4								
2	1 2 3	1,4 0,45 0,3								
3	1 2 3	1,2 0,3 0,2								
4	1 2 3	1,0 0,2 0,1								

### Выполнение работы в производственных условиях

4.1 Специальным совком с длинной ручкой отбирают продукты измельчения после вальцового станка определенной системы. Масса образца должна быть не менее 300 - 400 грамм.

4.2 После тщательного смешивания образца отбирают навеску массой 100 грамм для определения общего извлечения.

4.3 Указанную навеску в течение 3-х минут просеивают на рассеве-анализаторе на соответствующем сите.

4.4 После просеивания проход взвешивают, результаты записывают в журнал и

сравнивают с рекомендациями Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах.

4.5 Если необходимо определить частное извлечение какого-либо продукта, вместо одного сита используют набор сит, служащих для классификации круподунстовых продуктов по крупности.

4.6 Результаты исследования должны быть доложены и обсуждены с начальником цеха предприятия.

## 2.1 Лабораторная работа №13-14( 4 часа).

### Тема: «Определение технологической эффективности работы рассева»

**2.1.1 Цель работы:** Освоить методику контроля сортирования продуктов измельчения по крупности на рассеве.

**2.1.2 Задачи работы:** определить режим просеивающих машин

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

Лабораторная мельничная установка, включающая вальцовый станок и рассев; весы технические первого класса точности; лабораторный рассевок-анализатор с набором сит, номера которых должны совпадать с номерами контролируемых сит в рассеве; совки для отбора проб; разборные доски.

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

При сортировании продуктов измельчения по фракциям крупности на рассеве продукты на соответствующих ситах высеваются не полностью. Под воздействием различных факторов часть проходовой фракции остается в сходе с сита. Эту часть называют недосевом. Оперативный контроль работы рассева сводится к определению коэффициентов недосева и извлечения муки.

**Коэффициентом недосева**  $H$ , %, называют отношение количества проходовых частиц, содержащихся в сходе, к количеству проходовых частиц в исходной смеси продукта. Определяют его по формуле:

$$H = \frac{m_c \cdot 100}{m_n}, \quad (7.1)$$

где  $m_c$  – масса проходовых частиц в сходе с рассева, г;  
 $m_n$  – масса проходовых фракций в исходной смеси, г.

**Коэффициент извлечения**  $K$ , %, муки равен отношению количества муки, высеванной на рассеве, к количеству муки, содержащейся в продукте, поступившем в рассев. Определяют его по формуле:

$$K = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}, \quad (7.2)$$

где  $m_1$  – масса муки в продукте, поступающем на рассев, г;  
 $m_2$  – масса муки в сходах рассева, г.

Технологическая эффективность работы рассева зависит от ряда факторов: свойств частиц продукта, соотношения различных фракций крупности, удельной нагрузки на сито,

его размерной характеристики, параметров работы рассева – частоты вращения привода, эксцентрикитета и т.д.

Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах предусмотрены следующие величины недосева: в верхних сходах рассевов драных систем не более 10 %; в верхних сходах рассевов размольных систем не более 12, в нижних сходах рассевов драных и размольных систем не более 15, в дунстах, выделенных на различных системах, не более 20 %.

В производственных условиях для определения коэффициента недосева анализируют сходовые продукты. Из любого схода отбирают пробы в 6-8 кратной повторности с интервалом в 2-3 мин. Отобранный продукт тщательно перемешивают и выделяют навеску массой 100 г. Эту навеску просеивают на рассевке-анализаторе в течение 3 минут. Для просеивания берут сита, номера которых совпадают с контролируемыми ситами, установленными на рассеве. Продукт, прошедший через сито, взвешивают и выражают в процентах.

Для определения коэффициента извлечения муки используют пробы массой 1 кг, выделяемые из продукта, поступающего на рассев, и из всех сходовых продуктов с рассева. Из них выделяют навески массой по 100 г и просеивают на рассевке-анализаторе через мучное сито, номер которого соответствует номеру сита, установленного на рассеве.

Высеванную муку взвешивают, количество муки в сходах с рассева суммируют, и коэффициент извлечения рассчитывают по формуле (7.2).

Порядок выполнения работы. Для освоения методики контроля работы рассева размалывают 3-5 кг зерна на лабораторной установке по установленной технологической схеме.

Преподаватель определяет системы технологического процесса размола зерна, работу которых необходимо проконтролировать. Во время работы системы отбирают пробу продукта, поступающего на рассев, и пробы продуктов, идущих сходами с рассева. Масса проб 400-500 г.

Коэффициенты недосева и извлечения муки следует определять в трех повторностях, а затем провести статистическую обработку результатов. Поэтому из каждой пробы выделяют три навески массой по 100 г и просеивают их на соответствующих ситах на рассевке-анализаторе в течение 3 мин. Проход сит взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Результаты заносят в таблицу 7.1. На основе сравнения полученных значений коэффициентов с нормами формулируют вывод, который должен содержать оценку работы рассева и рекомендации по устранению недостатков в его работе.

Таблица 7.1 – Результаты контроля работы рассева

Сис тема	Н омер сита	Масса проходовой фракции, г		Коэффициент недосева, %	Масса муки в продукте, г		Коэффициент извлечения муки, %
		до рассева	в сходе сита		до рассева	в сходах рассева	
1	2	3	4	5	6	7	8

## 2.1 Лабораторная работа № 15-16(4 часа)

Тема «Расчет выхода готовой продукции на мукомольном заводе «

**2.1.1 Цель работы.** Овладеть методикой определения нормы выхода муки, отрубей и отходов при переработке зерна, отличающегося по показателям качества от базисного.

**2.1.2 Задачи работы:** определить выход готовой продукции

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

Лабораторная мельничная установка, включающая вальцовый станок и рассев; весы технические первого класса точности; лабораторный рассевок-анализатор с набором сит, номера которых должны совпадать с номерами контролируемых сит в рассеве; совки для отбора проб; разборные доски.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

Для контроля за правильностью соблюдения норм выходов продукции на мельницах работники ПТЛ обязаны знать и уметь применять базисные нормы выхода, нормы скидок и надбавок для расчёта выхода продукции в зависимости от качества перерабатываемого зерна, знать массу и фактическое качество зерна, уметь определить расчетный выход продукции.

Зная фактический выход полученных продуктов переработки, можно произвести анализ работы мельницы за определенный отрезок времени.

Для того чтобы учет выхода и качества вырабатываемой продукции на мельницах был обоснован и удобен для проверки, все результаты анализов и значения массы записывают в лабораторные журналы и книги учета.

Одна из основных, наиболее ответственных работ ПТЛ на мельницах заключается в правильном определении норм выхода муки, отрубей и отходов и установлении величины недобора муки (промола) или перебора (примола), а при наличии недоборов – в установлении их причин.

Для основных продуктов (муки, крупы) побочных продуктов (отруби, кормовая мучка) отходов с учетом механических потерь и усушки установлены базисные нормы выхода продуктов переработки [3].

**Базисным** называется выход продукции, который обязаны получить при определенном виде помола из зерна базисных кондиций. Базисное качество зерна пшеницы и ржи влажность – 14,5 %, зольность чистого зерна (без сорной примеси) – 1,85 %, содержание сорной примеси – 1,0 %, в том числе: минеральной – 0,1 %, вредной – 0,1 %, во вредной примеси – горчака или вязеля 0,05 %, содержание зерновой примеси – 1,0 %, натура пшеницы при сортовых помолах – 775 г/л, при сортовых помолах ржи – 700 г/л.

**Расчетный** выход продукции определяет ПТЛ на основе установленных для мельницы норм базисного выхода с учетом отклонения фактического качества перерабатываемого зерна от базисного, применяя соответствующие скидки и надбавки. Выход рассчитывают отдельно по каждому показателю качества, т.е. устанавливают изменение выхода муки, отрубей и отходов, в зависимости от зольности, влажности, засоренности и других показателей качества зерна, поступившего на мукомольный завод за отчетный период. Затем все изменения выходов по базисным показателям качества суммируют по каждому продукту и прибавляют (с учетом плюсов и минусов) к базисной норме выхода.

Увеличение или уменьшение базисного выхода продукции при определении расчетного выхода производят в соответствии с нормативами, приведенными в таблице 11.1.

Сумма отклонений по одному показателю качества, взятая по всем продуктам, всегда равна нулю.

Сумма базисных выходов, а также сумма расчетных выходов продуктов всегда равна 100 %.

Таблица 11.1 – Надбавки и скидки с выходов продукции при отклонении фактических показателей качества перерабатываемого зерна от расчетных

Признаки качества	Условия расчета	Изменение базисного выхода: (+) увеличение, (-) уменьшение			
		мука, отруби	кормовой зерно-продукт	отходы с механическими потерями	усушка
1	2	3	4	5	6
Влажность	A. При сортовых помолах мягкой и твердой пшеницы. Расчетная влажность продукции 14,5 % (средневзвешенная) За каждый процент расчетного увлажнения или усушки:				
	а) при увлажнении	+ 0,5			- 0,5
	б) при усушки	-1			+ 1
	B. При сортовых помолах ржи, обойных помолах пшеницы и ржи. За каждый процент фактического увлажнения или усушки:				
	а) при увлажнении, (уровень увлажнения продукции повышают на величину нормы усушки 0,3 %)	+ 1			-1
	б) при фактической усушке:				
	более нормы (0,3 %)	-1	-	-	+ 1
	менее нормы (0,3, %)	+ 1	-	-	-1
<i>При сортовых помолах пшеницы и ржи</i>					
Зольность	За каждую 0,01% зольности зерна более базиса (1,85 %):				
	мука	- 0,18	-	-	
	отруби	+ 0,18	-	-	

Примечание. Фактические, расчетные увлажнения и усушку (Х, %) исчисляют по формуле:

$$X = \frac{(a - v) \cdot 100}{100 - v}, \quad (4.1)$$

где а – средневзвешенная влажность зерна до очистки (влажность зерна ниже 12 % приравнивают при расчете к 12 %);  
в – средневзвешенная расчетная (фактическая) влажность продукции (муки, манной крупы, мучки кормовой, отрубей и др. продуктов).

Продолжение таблицы 11.1

Признаки качества	Условия расчета	Изменение базисного выхода: (+) увеличение, (-) уменьшение
-------------------	-----------------	---

		мука, отруби	кормовой зерно-продукт	отходы с механическими потерями	усушка
1	2	3	4	5	6
<i>При обойных помолах пшеницы и ржи</i>					
	За каждую 0,01 % зольности зерна более базиса (1,97 %)				
	мука	- 0,20			
	отруби	+ 0,20			
<i>При сортовых помолах пшеницы</i>					
Стекло-видность	За каждый процент общей стекловидности мягкой пшеницы менее базиса (50 %)				
	мука	- 0,05	-	-	-
	отруби	+ 0,05	-	-	-
	твердой пшеницы менее базиса (80 %)				
	крупка + полукрупка	- 0,1	-	-	-
	мука 2 сорта (хлебопекарная)	+ 0,1	-	-	-
<i>При сортовых помолах пшеницы и ржи</i>					
Натура	За каждый грамм натуры менее 775 г/л – для пшеницы и 700 г/л – для ржи				
	мука	- 0,05	-	-	-
	отруби	+ 0,05	-	-	-
При этом скидку с выхода по зольности не производят.					

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
<i>При всех видах помола пшеницы и ржи</i>					
Сорная примесь	За каждый процент сорной примеси более базиса (1 %)	- 1	+ 1	-	-
Вредная примесь	За каждую 0,01 % вредной примеси	- 0,06	-	+ 0,06	-
При использовании скидок с норм выхода по вредной примеси ее количество в составе сорной примеси не учитывают.					
Зерна, пораженные головней	За каждые 5 % мараных	- 0,3	+ 0,3	-	-
	За каждые 5 % синегузочных	- 0,1	+ 0,1	-	-
Зерновая примесь и мелкое зерно	За каждый процент общей зерновой примеси более базиса (1 %) и мелкого зерна			+ 0,06	-
	при сортовых помолах	- 0,35	+ 0,35	-	-
	мука	- 0,18	-	-	-
	отруби	+ 0,18	-	-	-

	при обойных помолах	- 0,25	+ 0,25	-	-
--	---------------------	--------	--------	---	---

**Примечания:**

1. При отклонении фактического качества зерна от расчетного производят пропорциональное изменение выхода сортов муки, мучки и отрубей, установленного для данного мукомольного завода.

2. При переработке в течение месяца отдельных партий пшеницы и ржи с натурой менее 775 и 700 г/л, соответственно, или зольностью более 1,85 % в сортовую муку, расчетный выход определяют, исходя из удельного веса такого зерна в общем объеме переработки в течение отчетного периода. Его массу устанавливают по данным о количестве и качестве перерабатываемого зерна в течение смены или по распоряжениям об отпуске зерна в переработку.

3. Показатели качества продуктов (муки, мучки и отрубей) при расчете фактического выхода принимают как средневзвешенные величины за отчетный период.

4. При отборе мелкой фракции зерна в зерноочистительном отделении мукомольного завода расчет выхода продукции по натуре не производят и содержание мелкого зерна не учитывают.

5. В зерноочистительном отделении мукомольного завода сортового помола разрешается отбирать кормовые зернопродукты I и II категорий при обеспечении расчетного выхода основной продукции. Фактическое количество полученного кормового зернопродукта указывают в отчетных документах.

Для расчета выходов за смену в основу принимаются данные анализов среднесменных образцов, а при расчете выходов за отчетный период – средневзвешенные показатели за период. Среднеарифметический подсчет качества зерна и продукции не допускается.

Соблюдение расчетных норм выхода муки является обязательным.

При многосортных помолах разрешено снижение выхода муки (против расчетного) более низкого сорта при соответствующем увеличении выхода муки более высокого сорта и сохранении требуемого качества всех сортов муки.

Увеличение общего выхода муки сверх расчетного допускается при сохранении требуемого качества муки всех сортов.

Мука из выбойного отделения поступает в склад готовой продукции по стандартной массе мешка. Работники ПТЛ в этих случаях проверяют правильность записей показателей счетчиков в весовых журналах, а также проводят выборочный перевес.

Для проверки и выявления фактического использования зерна, в конце месяца проводят полную зачистку производственного корпуса. Результаты зачистки записывают в акт по форме (ЗПП-117) с установлением фактической усушки или увлажнения продуктов в процессе переработки зерна и количества механических потерь.

**Фактический** выход продуктов переработки вычисляют в процентах по отношению к массе фактически переработанного зерна.

**Порядок проведения работы.** Студенты знакомятся с актом зачистки производственного корпуса по форме (ЗПП-117) и изучают методику расчета выхода готовой продукции при переработке зерна в муку.

По показателям качества студенты рассчитывают выход продукции из этого зерна при сортовом помоле, используя надбавки и скидки с базисных выходов продукции, указанные в таблице 11.1.

На основании проведенного расчета проводят анализ выполнения норм выхода продукции при переработке зерна данной партии. Результаты записывают в таблицу 11.2.

Таблица 11.2 – Расчет выходов продукции

Признаки качества зерна	Фактическое качество зерна	Расчет влияния качества зерна на выход продукции	Мука, крупа				Итого продукции	Отруби дробленка	Кормовая мука	Отходы кормовые	Негодные отходы и мехпотери	Усушка	Итого
		Базисный выход											
		Расчетный выход, %											
		Фактический выход, %											
		Отклонение от норм											

## 2.1 Лабораторная работа № 17-18 (4 часа)

Тема « Проведение 3-хсортного помола пшеницы на лабораторной установке МЛУ-202»

**2.1.1 Цель работы.** Изучение конструкции лабораторной мельничной установки МЛУ-202, технических правил ее эксплуатации и методики оценки мукомольных свойств зерна пшеницы.

**2.1.2 Задачи работы:** изучить технологическую схему помола зерна в лабораторной мельничной установки МЛУ-202,

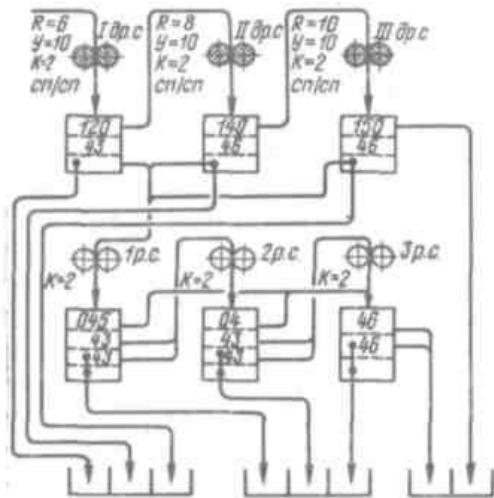
**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Лабораторная мельничная установка, включающая вальцовый станок и рассев;

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

Установку МЛУ-202 с пневматическим транспортированием продуктов раз-мола в настоящее время используют в различных странах для оценки технологических свойств зерна пшеницы. Производственные лаборатории многих мукомольных заводов России также оснащены такими установками.



Рисунок 13.1 – Лабораторная мельничная установка МЛУ-202



В верхней части установки МЛУ-202 размещены валы, в нижней - просеивающее устройство (рассев). Технологическая схема размоля зерна приведена на рисунке 13.2. Драной и размольной процессы включают по три системы. Установка МЛУ-202 предназначена для получения 70 %-ного выхода муки из зерна среднего качества. Исходя из этого условия проводят ее настройку, изменяя величину рабочего зазора между валы.

Рисунок 13.2 – Технологическая схема установки МЛУ-202

Величину рабочего зазора и параллельность валы устанавливают регулировочными винтами, расположенными на передней стенке валыового станка. Стрелки-указатели регулировочных устройств при параллельном расположении осей валы должны быть установлены на одинаковую величину. Величины межвалыовых зазоров на I; II и III драных системах получаются различными, так как диаметр валы II драной системы на 0,2 мм меньше, чем валы I драной системы, а диаметр валы III драной системы на 0,2 мм меньше, чем валы II драной системы. На всех размольных системах диаметры валы одинаковы, поэтому при параллельном расположении осей парноработающих валы величина рабочего зазора будет одна и та же.

Величину межвалыового зазора проверяют при помощи специального щупа. Рекомендуемые величины зазоров при помоле пшеницы составляют (мм) для систем: I драной - 0,50; II драной - 0,30; III драной - 0,10; 1-й размольной - 0,07; 2-й размольной - 0,50; 3-й размольной 0,03.

Валы драных систем - нарезные, размольных - гладкие (шероховатые). Производительность установки МЛУ-202 зависит от типа и стекловидности перерабатываемой пшеницы и колеблется в следующих пределах (кг/ч): IV типа – 6 – 8; I – 5 – 6, III типа – 4 – 5. Оптимальной считают производительность 6 кг/ч. Зерно размалывается в автоматическом режиме. Передача продуктов с системы на систему осуществляется пневмотранспортной сетью, II и III драные системы загружают сходом с верхнего сита предыдущей системы, верхний сход III драной системы представляют собой отруби. Сход нижнего сита всех трех драных систем направляют на 1 размольную систему. В размольном процессе схода двух нижних сит передают с системы на систему, а с 3 размольной системы – в отруби.

На 1 и 2-й размольных системах установлено по три сита сход, верхнего направляют с обеих систем для дополнительного просеивания в рассев 3-й размольной системы. Проходом верхнего сита загружают два нижних мучных сита, работающих параллельно. Такое распределение продукта снижает нагрузку на нижние сита и способствует лучшему высеванию муки. Схода нижних сит загружают 3-ю размольную систему. Два сита рассева 3-й размольной системы также имеют параллельную загрузку продуктом.

Муку с каждой системы (драных или размольных) и отруби собирают в отдельные контейнеры. Следовательно, получают восемь потоков продуктов размоля: шесть - муки и два - отрубей.

**Методические указания.** Размалывают очищенное от примесей и прошедшее гидротермическую обработку зерно пшеницы. Содержание сорной примеси не должно быть больше 0,4 %. Режимы ГТО выбирают согласно рекомендациям Правил. В предназначенном для размола образце зерна определяют тип, стекловидность, натуру, содержание сорной и зерновой примесей.

Размол начинают с выбора зазора питателя, обеспечивающего оптимальную производительность установки. Для этого из образца, подлежащего размолу, берут 1 кг зерна, высыпают в приемный бункер. Снимают нижнюю часть пневмоприемника I драной системы и устанавливают под ним коробку для сбора продуктов измельчения. Клапан в воздуховоде после драных систем переводят в положение «закрыто». Затем регулировочным винтом на питателе устанавливают произвольную величину зазора и включают установку МЛУ-202. Одновременно с поступлением продукта в коробку, расположенную под пневмопитателем I драной системы, включают секундомер.

Производительность (кг/ч) рассчитывают по формуле

$$Q = \frac{3600 \cdot a}{t} . \quad (13.1)$$

где  $a$  — масса зерна, насыпанного в бункер;

$t$  — время опорожнения бункера.

Если производительность будет больше оптимальной (6 кг/ч), | величину зазора на выборпитателе уменьшают и повторяют опыт, при меньшей — увеличивают зазор. Отклонение установленной производительности не должно превышать  $\pm 10\%$  оптимальной.

Для оценки мукомольных свойств берут образец зерна массой 2 – 3 кг, засыпают в бункер, включают установку МЛУ-202 и открывают питатель на величину, установленную ранее. С момента поступления зерна на I драную систему включают на рабочий режим (приваливают) вальцы драных систем, а с поступлением продуктов на 1-ю размольную - включают станки размольных систем.

По окончании размола зерна все шесть потоков муки взвешивают отдельно, отбирают для анализа пробы. Затем всю муку объединяют, тщательно перемешивают и отбирают пробу общей муки. Анализируют муку как отдельных потоков, так и общую, определяя белизну, зольность, крупность, содержание и качество клейковины. По результатам анализов можно построить кумулятивные кривые, оценить сорт, сопоставив полученные значения с нормативными.

Конструкция установки МЛУ-202 не позволяет избежать потерь, поэтому выход муки по системам, общий и выход отрубей, полученных при размоле, рассчитывают, используя формулу

$$B = \frac{m_i}{\Sigma m_M + m_{OTP}} \cdot 100 , \quad (13.2)$$

где  $B$  — выход муки или отрубей, %;

$m_i$  — масса муки по системам, общая или отрубей, г;

$m_M$  — масса муки со всех систем, г;

$m_o$  — масса отрубей с драных и размольных систем, г.

Можно расчетным путем определить количество крупов и дунстов, получаемых в драном процессе. Оно примерно равно сумме масс муки и отрубей с размольных систем или разности между массой зерна, поступившего на I драную систему, и массой муки и отрубей с драных систем.

Если мука, полученная при размоле, предназначена для анализа ее свойств на приборах - альвеографе, фаринографе, экстенсографе и других, то необходимо взять для размола образец зерна массой 5 кг и обеспечить выход муки 70 %. Как правило, этот выход получают за один пропуск зерна. Если получено меньше 70 % (при расчете по приведенной выше формуле), то досеивают сходы с размольных систем в рассеве-анализаторе на сите № 38 (шелковом) в течение 10 мин. Если досевивание не обеспечило выхода муки 70 %, то повторно размалывают сходовые продукты с драных и размольных систем, засыпая их в приемный бункер. После домола муку с отдельных систем взвешивают и определяют ее зольность или белизну [11].

Формирование муки 70 %-ного выхода проводят после оценки ее качества. В общую муку добавляют недостающее до 70 % количество муки с более низкой зольностью. Все оставшиеся потоки муки направляют в отруби. Если выход муки за один пропуск превышает 70 %, то удаляют часть муки с 3-й размольной системы.

### **Порядок выполнения работы.**

Прежде чем приступить к работе, студенты знакомятся с технологической схемой помола и конструкцией мельничной установки МЛУ-202, правилами ее регулирования и эксплуатации. Работу выполняют в соответствии с изложенными выше методическими указаниями группы студентов по 2 – 3 человека.

Таблица 13.1 – Определение выхода муки на установке МЛУ-202

Показатели	кг	%
Масса образца зерна, Выход продуктов с драной системы: I II III		
Итого:		
Выход продуктов с размольной системы: 1-й 2-й 3-й Пересевы сходов размольной системы: Выход отрубей с систем: драных размольных		
Итого:		
Всего отрубей и муки:		
Выход муки:		

Показатели качества муки:

белизна, усл. ед. прибора

содержание сырой клейковины, %

качество клейковины (ед. ИДК)

зольность, %:

муки

отрубей

крупность (сход сита № 43, проход сита № 38)

Образцы зерна, предназначенного для размола, должны иметь разную качественную характеристику. К этой лабораторной работе оформляют протокол по форме (таблица 13.1):

По окончании работы проводят совместное обсуждение результатов размола зерна. Делают вывод о мукомольных свойствах того или иного образца зерна, оценивают принадлежность муки к определенному сорту. Построив кумулятивные кривые, проводят анализ возможного формирования сортов из отдельных потоков.

## **2.1 Лабораторная работа № 19(2 часа)**

### **Тема «Определение удельных нагрузок на вальцовую линию»**

**2.1.1 Цель работы.** Изучить методику определения удельной нагрузки на вальцовую линию лабораторной мельничной установки и вальцовую линию драных систем размольного отделения мельницы сортового помола пшеницы.

**2.1.2 Задачи работы:** определить удельную нагрузку на вальцовую линию лабораторной мельничной установки и вальцовую линию драных систем размольного отделения мельницы сортового помола пшеницы.

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

Лабораторная мельничная установка, включающая вальцовый станок и рассев;

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

На степень измельчения в вальцовом станке и качество получаемых промежуточных продуктов и муки большое влияние оказывает количество продукта, поступающего в единицу времени. В практике эксплуатации мельниц это количество продукта принято характеризовать величиной удельной нагрузки количеством продукта, поступающего на 1 см длины вальцовой линии за сутки (кг/см сут).

В зависимости от схемы помола и назначения системы Правилами организации ведения технологического процесса на мельницах установлены соответствующие нормы удельных нагрузок.

Например, удельная нагрузка на вальцовый станок 1 драной системы колеблется в пределах 800 - 1200 кг/см сутки.

Следует различать удельную нагрузку на вальцовый станок конкретной системы от нагрузки при определении технических норм производительности станков, где общее количество зерна /производительность мельницы/ равномерно распределяется на длину вальцовой линии всех систем размольного отделения. В этом случае, например, средняя удельная нагрузка при сортовых помолах пшеницы принимается равной 65-85 кг/см сутки.

В процессе работы станков нагрузка колеблется и зависит от многих факторов: влажности зерна, состава помольной смеси, режима работы станков на соседних системах, технического состояния измельчающего и сепарирующего оборудования.

Снижение удельных нагрузок на вальцовые станки улучшает качество муки, повышает выход высоких сортов и улучшает условия труда.

При повышении удельной нагрузки зазор между вальцами увеличивается вследствие роста давления продукта на вальцы, что обуславливает некоторое снижение извлечения.

Во время работы мельницы сменный инженер-технолог должен периодически контролировать удельную нагрузку на драные и размольные системы.

Лабораторная мельничная установка "Нагема" состоит из вальцового станка /двух самостоятельных половинок/ с вальцами длиной 150мм и диаметром 220мм и

самобалансирующегося двухкорпусного рассева пакетного типа. Под рассевом расположены ящики, куда поступают отдельные фракции продукта после просеивания. Продукт для измельчения подается двумя валиками: питающим и распределительный.

Количество продукта, подаваемого в зону измельчений, регулируется питающей заслонкой, положение которой фиксируется винтом и гайкой.

Для определения заданной нагрузки к питающей заслонке прикрепляют стрелку, а к внутренней боковине станка пластинку с делениями.

При подъеме и опускании заслонки конец стрелки перемещается по пластине,

что позволяет зафиксировать определенное положение стрелки, соответствующее той или иной нагрузке.

#### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Из предварительно очищенного и прошедшего холодное кондиционирование зерна взвешивают 3-4 образца по 3 кг каждый.

4.2 Питающую заслонку устанавливают в среднее положение и при межвальцевом зазоре 1,2мм, измельчают один образец, фиксируя время измельчения.

4.3 Путем изменения положений питающей заслонки, устанавливают нагрузку, при которой измельчение одного образца происходит за 1 минуту.

4.4 Из каждого измельченного образца отбирают по 100 г продукта и просеивают в течение 3 минут на рассеве-анализаторе с ситом №71 для определения величины общего извлечения.

4.5 По формуле:

$$q = \frac{G_3 \cdot 60 \cdot 24}{15 \cdot t}; \text{кг / смсут}$$

где  $G_3$  - масса образца зерна, кг;

$t$  - время измельчения, мин, определяют удельную нагрузку при измельчении каждого образца и делают вывод о влиянии удельной нагрузки на общее извлечение.

#### **5 Выполнение работы в производственных условиях**

5.1 Определение удельной нагрузки на вальцовые станки в производственных условиях производят при помощи совка шириной 10 см с днищем, выполненным из мягкого материала.

5.2. В течение 10 секунд отбирают продукт в нижней части вальцового станка (под нижним вальцом), равномерно передвигая совок по всей длине вальца.

5.3. Удельную нагрузку рассчитывают по формуле:

$$q = \frac{G_{\text{прод}} \cdot 8640}{10}; \text{кг / см}$$

где  $G_{\text{прод}}$  - масса отобранного продукта, кг.

5.4 Определить удельную нагрузку на драные, размольные, шлифовальные системы и сравнить полученные результаты с рекомендациями "Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах".

5.5 По результатам работы подготовить заключение о соответствии удельных нагрузок по отдельным системам и ознакомить с данным заключением сменного инженера-технолога или начальника цеха.

## 2.1 Лабораторная работа № 20-21

### Тема «. Определение качества муки»

**2.1.1 Цель работы.** Освоить методику и получить навыки органолептической оценки запаха, вкуса и цвета муки.

**2.1.2 Задачи работы:** определить качество муки

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

Банка с притертым пробкой; дощечка размером 50x150 мм; стекло такого же размера; прибор Пекара; делительная воронка емкостью 100—200 мл; химический стакан емкостью 50—100 мл; сушильный шкаф; весы аналитические; СС14, СНС13.

#### 2.1.4 Описание (ход) работы:

Органолептическая оценка качества муки проводится по ГОСТ Р 52189 - 2003.

**Цвет** муки имеет большое значение, так как от него в основном зависит цвет мякиша хлеба. Чем ниже сорт муки, тем она темнее, так как в ней содержится больше оболочек зерна, а в них больше пигментов, придающих окраску муке. Кроме того, на цвет муки влияют оттенок цвета эндосперма, влажность муки, длительность её хранения, крупность, освещённость помещения и т.д. Органолептическую оценку цвета муки применяют на всех мукомольных заводах, так как она позволяет быстро контролировать стандартность получаемой муки и ход технологического процесса помола.

**Вкус** нормальной муки пресный, при длительном разжёвывании сладковатый, приятный, с ощущением свежести размолотого зерна. При порче муки появляется кислый или горький вкус. Горечь чаще наблюдается в муке обойной и низкосортной и обычно связана с прогорканием жира в связи с наличием в муке частичек алейронового слоя и зародыша зерна.

Кислый вкус, как правило, обнаруживается в муке высоких сортов при длительном хранении, что, по-видимому, связано с распадом белков и образованием при этом  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

При наличии в муке минеральных примесей при разжёвывании ощущается **хруст**. Он может быть очень резкий, что указывает на наличие в муке крупных частиц минеральных примесей, или слабый, что связано с наличием мелких частиц минеральных примесей: глины, земли, песка.

Образец муки	Цвет	Запах	Вкус
<b>Мука пшеничная х/п</b> Высший сорт	Белый или белый с кремовым оттенком	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный пшеничной муке без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Первый сорт	Белый или белый с желтоватым оттенком		
Второй сорт	Белый с желтоватым или сероватым оттенком		

<b>Мука ржаная х/п</b>			
Сеянная	Белый с кремоватым или сероватым оттенком	Свойственный ржаной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный ржаной муке без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Обдирная	Серовато-белый или серовато-кремовый с вкраплениями частиц оболочек зерна		
Обойная	Серый с частицами оболочек зерна		

**Запах** муки зависит от наличия в ней летучих веществ: эфирных масел, спиртов, эфиров, альдегидов и т.д. Свежая мука обладает почти незаметным запахом. При неблагоприятных условиях хранения муки белки, углеводы и жиры распадаются, в результате чего образуются вещества, придающие продуктам неприятный запах. Кроме того, возможно развитие плесеней, также придающих муке неприятный сильный запах. Иногда в муку переходит запах примесей (полыни, чеснока, головни, донника, кориандра и т.д.), засорявших зерновую массу, из которой выработана мука.

Таблица 14.1 – Требования к качеству муки по органолептическим показателям

Посторонние запахи мука может обретать при хранении вместе с пахучими веществами (нефтью, керосином, нафталином и другими) или при перевозках на транспорте, в котором сохранился запах этих веществ.

**Определение цвета.** Цвет муки устанавливают путём сравнения испытуемого образца с эталонным образцом или с характеристикой цвета, указанной в соответствующих стандартах на продукцию. При этом обращают внимание на наличие отдельных частиц оболочек и посторонних примесей, нарушающих однородность цвета муки.

Цвет муки определяют визуально при рассеянном дневном свете, а также при освещении лампами накаливания или люминесцентными лампами, для чего навеску муки массой 10-15 г рассыпают на стеклянную пластинку, разравнивают и придавливают другой стеклянной пластинкой для получения гладкой поверхности.

Определение цвета муки путём сравнения испытуемой пробы с эталонным образцом проводят следующим образом. Из испытуемой муки и муки эталонного образца берут навески массой по 5-10 г и насыпают на стеклянную пластинку. Обе порции муки осторожно, не смешивая, разравнивают лопаточкой. Толщина слоя муки должна быть около 5 мм, при этом испытуемая мука должна соприкасаться с мукой эталонного образца. Затем поверхность муки сглаживают и, накрыв стеклянной пластинкой, спрессовывают. Края спрессованного слоя срезают с помощью лопаточки так, чтобы на пластине осталась плитка в виде прямоугольника.

Цвет муки определяют сначала по сухой пробе, сравнивая испытуемую муку с мукой эталонного образца, а затем по мокрой. В мокрой пробе цвет муки и его оттенки выступают яснее.

Для определения цвета муки по мокрой пробе пластину со спрессованными пробами муки осторожно, в наклонном положении ( $30^{\circ} - 45^{\circ}$ ) погружают в сосуд с водой комнатной температуры и держат до полного выделения пузырьков воздуха. Затем пластину с пробами извлекают из воды и держат в наклонном положении, пока не стечёт лишняя вода. После этого приступают к определению цвета муки.

**Определение запаха, вкуса и хруста.** Для определения запаха отбирают из пробы навеску муки массой около 20 г, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и устанавливают запах. В случае неопределённости запаха для его усиления навеску муки переносят в стакан, обливают горячей водой температурой  $60^{\circ}\text{C}$ , воду сливают и определяют запах продукта.

Вкус и наличие хруста определяют путём разжёвывания 1-2 навесок муки массой около 1 г каждая.

Результаты исследований образцов муки сводят в таблицу 14.2. На основе проведённых испытаний составляют заключение о соответствии требованиям стандарта (таблица 14.1) органолептических показателей качества: запаха, вкуса, цвета исследуемого образца муки.

Таблица 14.2 – Протокол органолептической оценки качества муки

Образец Муки	Запах	Вкус	Хруст	Цвет			
				по сухой пробе		по мокрой пробе	
				эталон	образец	эталон	образец