

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

**В. Н. Сысоев, С.А. Толпекин**

# **ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Практикум

Самара 2013

УДК 664 (075)  
ББК 36.81 я7  
С-95

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, проф. кафедры технологии производства  
и экспертизы продуктов из растительного сырья  
ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная  
академия»

*А. П. Журавлев;*

д-р с.-х. наук, проф. кафедры технологии хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Нижегородская  
государственная сельскохозяйственная академия»

*М. Б. Терехов*

**Сысоев, В. Н.**

**С-95** Оборудование перерабатывающих производств : практикум /  
В. Н. Сысоев, С. А. Толпекин. – Самара : РИЦ СГСХА, 2013. –  
173 с.

**ISBN 978-5-88575-325-8**

В практикуме рассмотрены машинно-аппаратурные схемы линий и основное оборудование для производства муки, крупы, комбикормов, хлебобулочных изделий и растительных масел, а также технологическое оборудование для переработки продукции животноводства.

Практикум предназначен для студентов вузов, обучающихся по специальности 110900 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», магистров, обучающихся по смежным направлениям, а так же аспирантов, научных и инженерно-технических работников пищевой промышленности.

© Сысоев В. Н., Толпекин С. А., 2013  
© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших аспектов функционирования предприятий перерабатывающей промышленности является их эффективная работа. На современном этапе адаптации предприятий к рынку это условие приобретает особое значение, поскольку только эффективная работа дает им возможность успешно функционировать в новых экономических условиях.

Обеспечение предприятий сырьем хорошего качества и необходимого ассортимента, рациональная переработка сырья, снижение потерь и безопасность выпускаемой продукции, оснащение предприятий современным оборудованием и возможностями использования прогрессивной упаковки, сокращение трудозатрат, энергоэффективность, развитие базы основополагающих нормативных документов, подготовка и переподготовка кадров всех уровней, включая ведущие рабочие профессии. Но все эти задачи служат реализации одной глобальной цели – достижению высоко-го и стабильного качества продукции, произведенной в отрасли.

Длительное время развитие перерабатывающих предприятий двигалось в основном за счет расширения существующих основных производственных фондов, а вводимые новые мощности базировались на старых технологиях, которые обеспечивали выход товарной продукции и уровень производительности ниже, чем в развитых странах, в 1,5-2 раза. Производственные мощности предприятий переработки загружены в лучшем случае наполовину.

В целом по предприятиям отрасли не более 12-15% установленного оборудования способны обеспечить конкурентоспособное производство. Средний уровень механизации, например, на мясокомбинатах составляет 30-40%, причем 80% погрузочно-разгрузочных работ выполняется вручную, в отрасли ручным трудом занято более 50% работающих.

Таким образом, назрело масштабное техническое перевооружение предприятий отрасли, в том числе не только крупных, но и средних, и даже мелких.

Необходимость технического перевооружения объясняется следующими причинами. По мере использования техника (машины, оборудование, инструменты) постепенно изнашивается, причем физически и морально.

Физический износ техники, в конечном счете, приводит в негодность объекты, вызывая необходимость их замены новыми. Моральный износ заключается как в потере стоимости машин и оборудования до их физического износа, так и в обесценивании старых машин и оборудования вследствие появления новых, технически совершенных, с более высокой производительностью, экономичных машин.

По оценкам специалистов, срок морального износа оборудования в условиях высоких темпов научно-технического прогресса в промышленности составляет 7-10 лет.

В связи с этим, специалистам в сфере переработки сельскохозяйственной продукции необходимо владеть информацией о назначении технологического оборудования, его устройстве и влиянии на промежуточные и конечные продукты.

В книге приведены общие сведения об основных технологических процессах, протекающих в конкретных машинах или агрегатах. При описании оборудования указаны его регулировки и настройки для оказания прямого влияния на технологическую эффективность работы машины в зависимости от требований технологического процесса производства.

Данный практикум предназначен для студентов, обучающихся по направлению 110900 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» и будет способствовать формированию у учащихся следующих профессиональных компетенций:

- готовности эксплуатировать технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственного сырья с учетом различных процессов и аппаратов;
- готовности использовать механические и автоматические устройства при производстве и переработке продукции растениеводства и животноводства;
- готовности к анализу и критическому осмыслению отечественной и зарубежной научно-технической информации в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУКИ

**Цель работы:** овладеть основами принципиальной последовательности размещения оборудования для производства муки.

**Задачи работы:**

- 1) описать технологический процесс производства муки в соответствии с предложенной машинно-аппаратурной схемой;
- 2) зарисовать машинно-аппаратурную схему производства муки;
- 3) составить перечень технологического оборудования, составляющего участок помола зерна.

**Оборудование, приборы и материалы:** плакат «Машинно-аппаратурная схема производства муки из зерна пшеницы», компьютерная программа по мукомольному производству.

#### Общие сведения о производстве муки

Сложная структура зерна требует последовательного и избирательного измельчения. Например, оболочка зерна в десять раз прочнее, чем эндосперм, поэтому, прежде чем получить муку необходимой крупности, приходится проводить измельчение в несколько этапов. На этих отличиях и строится весь процесс помола зерна, при котором осуществляется разделение муки по сортам.

Помол муки делится на две группы – разовый помол и повторяющийся помол. Разовый помол используется только для сельскохозяйственных нужд, например, для кормления животных. Повторяющийся помол осуществляется с помощью многоразового и постепенного измельчения зерна на вальцевых станках с последующим просеиванием. Повторяющиеся помолы также подразделяются на два типа – простой помол муки и сложный помол. С помощью простого помола получают обойные сорта муки, измельчение проводится в один этап. В муку растирается все зерно, а остатки идут на дальнейшие операции.

Сложный помол муки используется для получения основных сортов. Измельчению подвергается в основном эндосперм, а оболочка, алейроновый слой, а также зародыш зерна на этом помолу отделяются от основной массы муки. Сложный помол проводится

в два этапа – сначала зерно на специальных драных системах перемалывается в крупку.

В результате получают крупку из чистого эндосперма, пеструю крупку, которая образовалась из кусочков эндосперма и оболочки, а также дунсты. Дунсты – это частицы, которые мельче крупки, но крупнее, чем частицы муки. Далее следует второй этап измельчения, при котором помол делится на три вида – трехсортный помол муки, двухсортный помол и односортный помол.

После трехсортного помола получают муку первого, второго и высшего сортов. После двухсортного помола получают первый сорт и второй сорт муки. При односортном помоле можно получить первый сорт.

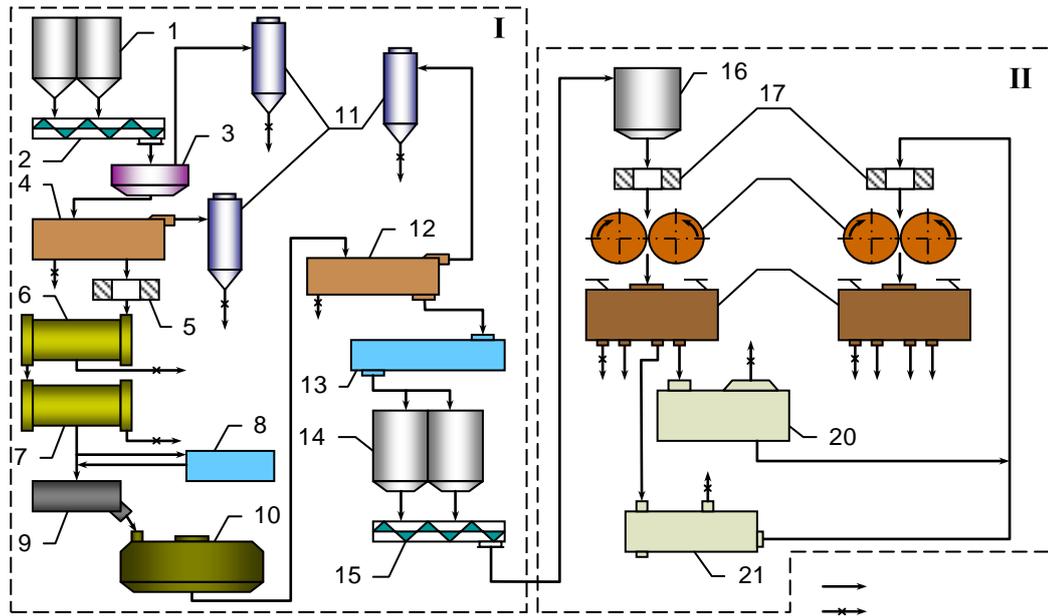
### **Машинно-аппаратурная схема производства муки пшеничной**

Для облегчения понимания назначения и места в общей технологической цепи той или иной машины рассмотрим машинно-аппаратурную схему мукомольного производства. Схема состоит из двух частей – участка подготовки зерна к помолу *I* и участка помола *II* (рис. 1).

Процесс подготовки зерна к помолу осуществляется следующим образом. Из бункеров для неочищенного зерна *1* продукт с помощью питателя *2* поступает на автоматические весы *3* и далее на сепаратор *4*. Лёгкие отходы из сепаратора отсасываются вентиляторами в циклоны *11*.

Из сепаратора зерно, проходя через магнитную колонку *5*, поступает в куколеотборочную машину *6* и затем в овсюгоотборочную машину *7*. Очищенное от примесей зерно далее поступает в обоечную машину *9*, энтолейтор *10*, ещё раз сепарируются в сепараторе *12*, проходит через увлажнитель *13* и собирается в бункерах для отволаживания *14*.

После выдержки в бункерах питателем *14* зерно подаётся на помол. В схему подготовки зерна к помолу включают также моечную машину *8*, которая промывает и ополаскивает зерно для очистки поверхности от пыли, плесени и т. д. Кроме того зерно освобождается от тяжёлых минеральных и органических примесей.



7

Рис. 1. Машинно-аппаратурная схема производства муки:

- I – участок подготовки зерна к помолу; II – участок помола;
- 1, 16 – бункера; 2, 15 – питатели; 3 – весы; 4, 12 – сепараторы; 5, 17 – магнитная колонка;
- 6 – овсюгоотборочная машина; 7 – куколеотборочная машина; 8 – моечная машина; 9 – обоечная машина;
- 10 – энтолейтор; 11 – циклоны; 13 – увлажнительный шнек; 14 – бункер для отволаживания;
- 18 – вальцовый станок; 19 – шкафный рассев; 20 – ситовечная машина; 21 – вымольная машина

Помол зерна проводится так. Очищенное зерно из бункера 16, пройдя через магнитный сепаратор 17, поступает в вальцовый станок 18.

Продукты размола направляются на сепаратор шкафного типа 19. Мучная фракция выводится из сепаратора в бункер – накопитель муки. Образовавшиеся отходы направляются через циклон-отделитель в бункеры отходов. Промежуточный продукт (крупки) – поступают на обогащение в ситовые 20 или вымольные машины 21. После обогащения крупки поступают на вальцовый станок второй ступени и т. д.

Количество ступеней размола, сепарирования и обогащения зависит от вида зерна (рожь, пшеница и т. д.), требуемого сорта муки, её выхода и т. п.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основное оборудование участка подготовки зерна к помолу?
2. Какое оборудование осуществляет очистку от примесей, отличающихся от зерен основной культуры длиной?
3. С какой целью проводится увлажнение зерна перед помолом?
4. Какое оборудование осуществляет сортирование продуктов помола зерна?
5. От каких факторов зависит количество ступеней размола?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА И КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ ОТ ПРИМЕСЕЙ

**Цель работы:** изучить устройство и принцип работы сепаратора зерноочистительного и горизонтального циклона.

**Задачи работы:**

- 1) описать технологический процесс работы сепаратора А1-БЛС-12;
- 2) зарисовать схему сепаратора А1-БЛС-12 с горизонтальным циклоном А1-БЛД;
- 3) выписать основные регулировки и настройки сепаратора А1-БЛС-12 (четкость выделения из зерна легких примесей, регулирование расхода воздуха).

**Оборудование, приборы и материалы:** плакат «Зерноочистительный сепаратор», компьютерная программа по мукомольному производству.

#### Общие сведения о процессе очистки зерна от примесей

Ситовое сепарирование – это один из основных рабочих процессов очистки зерна и сортирования продуктов его измельчения. В соответствии с размерами зерна и примесей сита, используемые для сепарирования, различаются по размерам и форме отверстий, материалу. В сепараторах применяют: штампованные (пробивные) сита с круглой, продолговатой и треугольной формами отверстий; тканые с квадратной формой отверстий.

Для сортирования зерновой смеси по толщине зерен устанавливают сита с продолговатыми отверстиями, а по ширине – сита с круглыми отверстиями. В сепараторах с возвратно-поступательным движением используют сита с продолговатыми отверстиями, ориентированными по направлению колебаний, а в сепараторах с круговым поступательным движением – сита с отверстиями, ориентированными во взаимно перпендикулярных направлениях. Такая ориентация повышает эффективность очистки зерна. Сито характеризуется рабочим размером и коэффициентом живого сечения.

Под рабочим размером, например, прямоугольного отверстия сита, понимают минимальный в свету промежуток между противоположными сторонами отверстия. Для круглого отверстия рабочим размером служит диаметр, для треугольного – сторона правильного треугольника. Коэффициент живого сечения есть отношение площади отверстий ко всей рабочей площади сита.

По конструкции ситовые рабочие органы могут быть плоскими (горизонтальные и наклонные), цилиндрическими (горизонтальные и вертикальные), призматическими. Просеивание происходит при различных видах колебательного движения сит: возвратно-поступательном, круговом поступательном, вращательном или при различных их сочетаниях.

Кинематические параметры колебаний сит характеризуются частотой и амплитудой (или радиусом) для возвратно-поступательного и кругового поступательного движения, а для вращательного – окружной скоростью. Каждому типу ситовых устройств соответствуют оптимальные кинематические параметры.

Процесс сортирования состоит из двух одновременно протекающих стадий: самосортирование (расслоение) и просеивание. При самосортировании тяжелые и мелкие частицы осаждаются в нижние слои, а крупные и легкие – концентрируются в верхних. Чем быстрее мелкие проходные частицы опустятся вниз и войдут в контакт с ситом, тем эффективнее осуществляется процесс просеивания, т. е. прохождение через отверстия сита.

Сравнительная значимость процессов самосортирования и просеивания определяется в основном соотношением сходовой и проходной фракций. При наличии относительно малого количества проходной фракции (песок, мелкие примеси) эффективность ее выделения существенно зависит от самосортирования. Если почти вся сортируемая смесь состоит из проходной фракции, эффективность определяется только условиями просеивания. Например, выделение крупных примесей сходом с сита.

Эффективность процесса сортирования зависит от большого числа факторов: физико-механических свойств компонентов зерновой смеси; влажности; соотношения компонентов различной крупности; удельной нагрузки на сито (толщина слоя); материала и качества изготовления сита, размеров и формы его отверстий; технологических схем сепараторов; условий транспортирования смеси; кинематических параметров; способа очистки сит и др.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРУПЫ

**Цель работы:** овладеть принципами размещения оборудования для производства крупы из зерна гречихи.

**Задачи работы:**

- 1) описать технологический процесс производства крупы из зерна гречихи в соответствии с предложенной машинно-аппаратурной схемой;
- 2) зарисовать машинно-аппаратурную схему производства крупы из зерна гречихи;
- 3) выписать технологическое оборудование, составляющее участок шелушения зерна гречихи.

**Оборудование, приборы и материалы:** плакат «Машинно-аппаратурная схема производства крупы из зерна гречихи», компьютерная программа по крупяному производству.

### Общие сведения о технологическом процессе производства крупы

Процесс переработки зерна в крупу, как и на мукомольных заводах, включает три основных этапа: подготовку зерна к переработке; переработку зерна в крупу и крупяные продукты; затаривание и отпуск готовой продукции. Этапы подготовки и переработки зерна гречихи состоят из нескольких основных операций:

- 1) очистка зерна и подготовка;
- 2) сортирование по фракциям;
- 3) гидротермическая обработка;
- 4) шелушение;
- 5) отбор ядра (крупотделение);
- 6) дробление.

Подготовка зерна к переработке в свою очередь подразделяется на два основных этапа: выделения примесей из зерновой массы и гидротермической обработки зерна. В отличие от подготовки зерна в мукомольном производстве на крупяных заводах отсутствуют обработка поверхности зерна сухим способом и его мойка.

Это объясняется тем, что технологический процесс переработки всех без исключения крупяных культур включает такую операцию, как удаление наружных пленок в результате шелушения. Естественно, что подвергать очистке сухим или мокрым способами поверхность зерна в этом случае нет необходимости.

Процесс очистки зерна от примесей на крупяных заводах практически основан на тех же принципах, что и на мукомольных заводах. Однако рабочие органы зерноочистительных машин имеют различные установочные и кинематические параметры, наиболее подходящие для того или иного зерна.

При подготовке к переработке зерна овса, гречихи, кукурузы, пшеницы и гороха применяют гидротермическую обработку. Она повышает выход крупы, ее качество, облегчает процессы последующей переработки. В связи с большим разнообразием технологических свойств зерна и ассортимента вырабатываемой продукции применяют и разные способы гидротермической обработки. На выбор способов и режимов обработки существенно влияют также способы последующего шелушения зерна и применяемые для этой цели шелушильные машины. Перед шелушением зерна применяют разделение его на фракции, т. е. калибрование.

Процесс переработки зерна включает ряд обязательных для всех технологических схем операций: шелушение зерна, сортирование продуктов шелушения, контроль готовой продукции. При переработке большинства крупяных культур используют шлифование и полирование крупы. Кроме того, обязательной операцией является контроль отходов после сортирования продуктов шелушения зерна.

Для отдельных культур применяют также операцию дробления ядра. Для некоторых схем характерна раздельная переработка зерна по фракциям крупности, что достигается калиброванием зерна перед шелушением.

### **Машинно-аппаратурная схема производства крупы**

Подготовка зерна к переработке происходит в следующей последовательности (рис. 8).

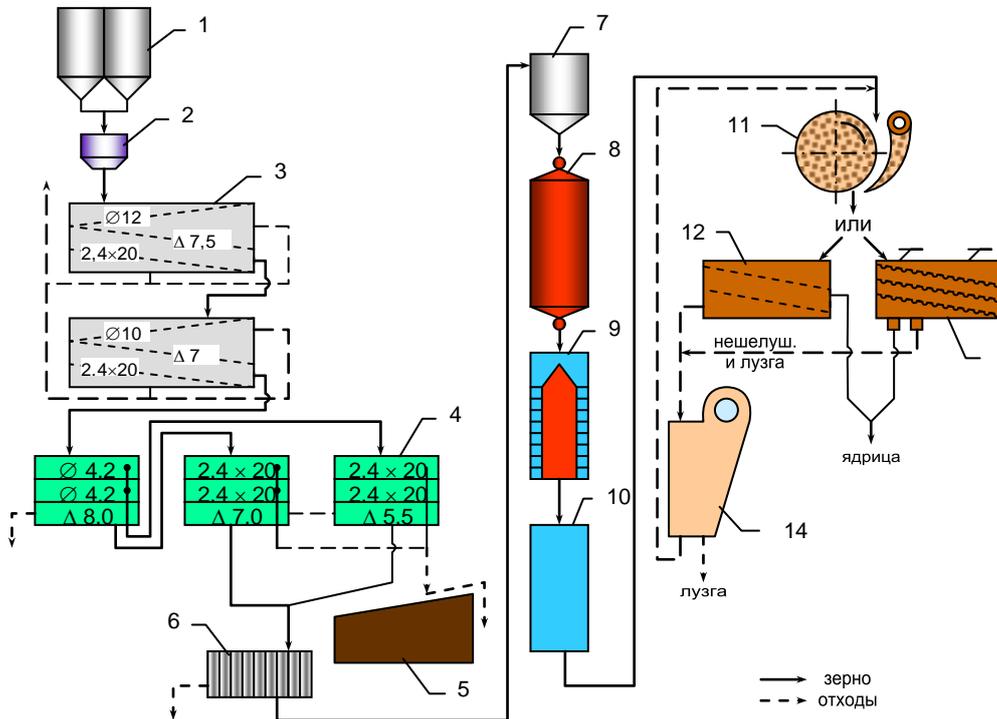


Рис. 8. Машинно-аппаратурная схема производства крупы из зерна гречихи:

- 1 – бункер; 2 – автоматические весы; 3 – ситовый сепаратор; 4 – рассев; 5 – камнеотделительная машина; 6 – триер; 7 – бункер; 8 – пропариватель; 9 – сушилка; 10 – охлаждающая колонка; 11 – вальцедековый станок; 12 – рассев; 13 – крупосортировка; 14 – пневмосепаратор

Из бункера 1 через автоматические весы 2 зерно поступает на воздушно-ситовые сепараторы 3, а затем на систему рассевов 4, где очищается от мелких трудноотделимых и крупных примесей, а также разделяется на две фракции.

Минеральные примеси содержатся в основном в мелкой фракции, поэтому эту фракцию направляют в камнеотделительную машину 5. Затем фракция проходит через триеры 6 и подаётся в бункер 7. Из бункера 7 она поступает в пропариватель 8, затем сушится в сушилке 9, охлаждается в охлаждающей колонке 10 и подаётся на переработку.

Особенность технологии гречневой крупы состоит в раздельной переработке зерна по фракциям (обычно разделяют на шесть фракций).

Процесс переработки зерна гречихи в крупу рассматривается на примере одной фракции (остальные фракции перерабатываются аналогично).

Зерно поступает в вальцедековый станок 11, где происходит процесс шелушения. Продукты шелушения сортируют в отсевах 12 или крупосортировках 13. Сход с этих машин состоит из нешелушенных зёрен и лузги. Поэтому его пропускают через пневмосепаратор 14, где отделяют лузгу, а нешелушенное зерно снова подаётся на вальцедековый станок.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные этапы технологического процесса переработки зерна гречихи в крупу?
2. В чем заключается особенность технологии переработки зерна гречихи?
3. В какой по размеру фракции зерна содержится основное количество минеральных примесей?
4. С какой целью проводится гидротермическая обработка зерна гречихи перед шелушением?
5. Перечислите основное оборудование, используемое при шелушении зерна гречихи?