

Технология муки и крупы

Кафедра «Машины и аппараты пищевых
производств»

Учебно-методический
комплекс

Авторы

Хозяев И.А.,

Тупольских Т.И.

Аннотация

В учебно-методическом комплексе по курсу «Технология муки и крупы» дан перечень и порядок выполнения практических работ по технологии производства муки и крупы. Каждая работа содержит краткое теоретическое и справочное описание.

Предназначены для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлениям 260100 Продукты питания из растительного сырья и 151000 Технологические машины и оборудование.

Автор

Хозяев И. А. –

ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР

Тупольских Т. И. –

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

Сфера научных интересов:

технология переработки зерна

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекционный курс (часть 1)	5
Введение.....	6
Раздел I.....	6
Раздел II Технология производства муки	17
Раздел III Технология производства крупы	40
Лекционный курс (часть 2)	82
Введение.....	83
Раздел I.....	84
Раздел II Технология производства муки	95
Раздел III Технология производства крупы	122
Раздел IV Частная технология крупы	139
Заключение.....	163
Методические указания для выполнения практических работ	164
Введение.....	165
РАБОТА 1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В МУКУ	166
РАБОТА 2. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ ЗЕРНА	170
РАБОТА 3. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО БАЛАНСА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛЬНИЦЫ	176
РАБОТА 4. ИЗМЕНЕНИЕ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНА ПРИ ХОЛОДНОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ.....	180
РАБОТА 5. КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ ПРОДУКЦИИ ПРИ СОРТОВЫХ ПОМОЛАХ ПШЕНИЦЫ	184
РАБОТА 6. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ	191
РАБОТА 7. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В КРУПУ.....	197
РАБОТА 8. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЕЛУШЕНИЯ	200
РАБОТА 9. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ	202

Технология муки и крупы

Методические указания для выполнения курсовой работы	207
ВВЕДЕНИЕ	208
1. ТЕМЫ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	208
2. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	210
3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	211
4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	215
5. ПОДБОР И ИЗУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	216

Лекционный курс (часть 1)



Введение

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе при подготовке студентов по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» дневной и заочной форм обучения, а также при подготовке дипломированных специалистов, изучающих переработку и хранение зерна.

Изложенные в пособии основные нормативы и приемы по производству муки и крупы будут способствовать эффективному использованию зерна, увеличению выработки муки и крупы высоких сортов, улучшению качества продукции, рациональной эксплуатации технологического оборудования, а также дальнейшему повышению производительности труда, рентабельности предприятий переработки зерна и снижению себестоимости продукции.

Нормативы и приемы, предлагаемые в пособии, разработаны на основе изучения опыта промышленности, а также последних достижений науки и техники в области переработки зерна крупяных культур.

Изучение предлагаемого курса позволит студентам знать схему всего процесса производства муки и крупы, правила ведения технологического процесса на мукомольном заводе и крупяном предприятии, правила эксплуатации машин, требования, предъявляемые к качеству зерна, готовой продукции, отходам.

Таким образом, пособие позволит студенту построить технологический процесс, по схеме, предусматривающей наиболее эффективное использование сырья и оборудования; правильно установить режим отдельных машин с учетом технологических особенностей перерабатываемого сырья; систематический контроль технологического процесса и качества продукции.

В пособии даны принципиальные схемы технологических процессов переработки зерна в муку и крупу, которые могут быть положены в основу разработки конкретных технологических схем на мукомольных предприятиях.

Раздел I

1.1 Общие сведения о сырье для производства муки и крупы

Зерно является стратегическим сырьем для мукомольной и крупяной промышленности. Различают зерно для продовольственных и для фуражных целей. Продовольственное зерно по назначению принято делить на мукомольное, крупяное, техническое (пивоваренное, крахмалопаточное, масложировое и спиртовое). Зерно одной и той же культуры может использоваться в разных целях. Например, кукуруза – это сырье для производства муки, крупы, крахмала, консервов, растительного масла и как кормовая культура.

Отечественная крупяная промышленность перерабатывает в крупу зерно восьми наименований. Гречиха, рис, просо – это собственно крупяные культуры, зерно которых используется исключительно на производство крупы. Кроме этого крупу вырабатывают из овса, ячменя, пшеницы, кукурузы и гороха. Возможна также переработка в крупу и других зерновых культур. Товарная партия зерна, поставляемого на мельницу или крупозавод, должна обеспечивать получение

Технология муки и крупы

муки и крупы заданного качества и ассортимента в соответствии с регламентом технологии. Поэтому качество зерна должно быть не ниже показателей, предусмотренных стандартами на зерно для переработки в муку или крупу. При этом технические условия на крупяное зерно включает органолептические показатели, определяющие цвет, запах и состояние зерна, а также показатели, определяемые объективными методами анализа, такие как массовая доля ядра, влажность, содержание примесей в процентах, предельные нормы зараженности и количество обрубленных зерен. Цвет и запах крупяного зерна должны соответствовать нормальному зерну. При этом должны быть исключены любые посторонние запахи, в том числе затхлый, солодовый и запах нефтепродуктов. Массовая доля ядра – один из специфических показателей качества, показывающий относительное содержание ядра к массе зерна с примесями. Рабочая формула для определения массовой доли ядра, **Я**,% имеет вид:

$$Я = \frac{[100 - (C + Z + M)](100 - П)}{100} + a \cdot O,$$

где; **С** – содержание сорной примеси, %; **З** – содержание зерновой примеси, %;

М – содержание мелкого зерна, %; **П** – пленчатость зерна, %;

О – содержание обрубленных зерен, %; **а** – постоянный коэффициент.

1.2. Классификация зерновых культур

Использование зерновых культур зависит от их химического состава. По химическому составу зерновые культуры принято делить на три группы:

- богатые крахмалом – хлебные злаки. Содержание крахмала 70 – 80%, белков – 10 – 15%. К ним относится пшеница, рожь, ячмень, овес, рис, просо, кукуруза и семейство гречишных;
- богатые белком – бобовые. Содержание углеводов 50 – 55%, белков – 25 – 40%, а у сои – до 50%;
- богатые жирами – масличные. Содержание жиров 25 – 35%, белков – 20 – 40%. К высокомасличным культурам относится подсолнечник (свыше 35%).

Возделываемые зерновые культуры по ботаническим признакам (плод, соцветие, стебель, корень) относят к трем семействам: злаковые, гречишные, бобовые.

Семейство злаковых

Семейство злаковых состоит из двух групп хлебных злаков:

- настоящие хлеба – пшеница, рожь, ячмень, овес;
- просовидные хлеба – кукуруза, рис, просо сорго.

Различаются эти группы в первую очередь строением плода, который называется зерновкой. У настоящих злаков зерновка продолговатой или овальной формы, со стороны спинки четко различим зародыш в виде вмятинки. На противоположном зародышу конце – бородка, образованная выростами клеток оболочек. Со стороны брюшка вдоль всей зерновки проходит бороздка.

Технология муки и крупы

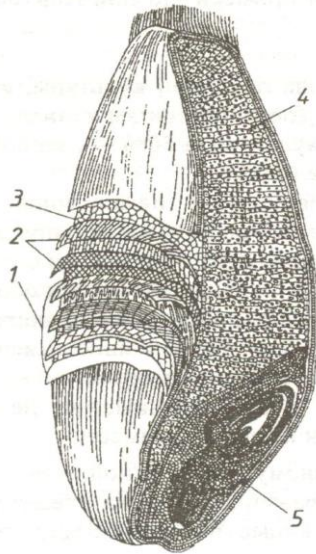


Рис. 1.1. Продольный разрез зерновки пшеницы

- 1 – плодовые оболочки; 2 – семенные оболочки; 3 – алейроновый слой эндосперма;
- 4 - крахмалистая часть эндосперма;
- 5 – зародыш

У просовидных злаков зерновка различной формы, например, у риса – продолговатая (разной конфигурации – длинозерная, среднезерная и короткозерная), у проса – округлая. Бороздка и бородка отсутствуют.

Зерновка семейства злаковых покрыта цветковой пленкой (за исключением кукурузы, которую называют ложным злаком). Если цветковая пленка легко отделяется, то злаки называют голозерными (пшеница, рожь), если трудноотделима – пленчатыми (ячмень, овес, рис, просо).

Различают две формы злаковых озимые и яровые. Настоящие злаки бывают как озимыми, так и яровыми, а просовидные только яровыми.

Различают две формы злаковых озимые и яровые. Настоящие злаки бывают как озимыми, так и яровыми, а просовидные только яровыми.

Строение зерна злаковых. Зерновка любого злака состоит из трех основных частей – зародыша, эндосперма и оболочек.

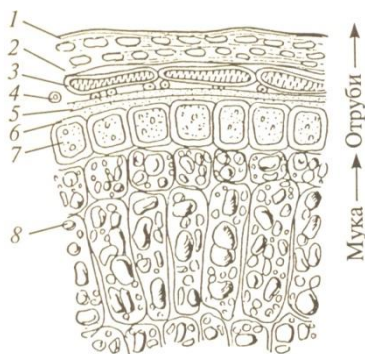


Рис. 1.2. Строение зерна пшеницы

- 1,2,3,4 – слои плодовой оболочки, из них:
 - 1 – эпидермис (верхняя кожица);
 - 2 – эпикарпий (клетки расположенные вдоль длинной оси зерна);
 - 3 – мезокарпий (клетки расположенные перпендикулярно длинной оси зерна);
 - 4 – эндокарпий с трубчатыми клетками;
- 5 – пигментный слой семенной оболочки;
- 6 – гиалиновый слой семенной оболочки;
- 7 – алейроновый слой эндосперма;
- 8 – эндосперм, в клетках которого видны крахмальные зерна

После цветковой пленки расположена плодовая оболочка состоящая из четырех слоев, затем идет семенная оболочка с ее пигментным и гиалиновым слоем.

Внутренняя часть зерна – эндосперм – подразделяется на наружный слой (алеироновый) и собственно эндосперм – мучнистое ядро.

Технология муки и крупы

Алейроновый слой по химическому составу и строению клеток отличается от оболочек и эндосперма, но при переработке зерна отделяется вместе с оболочками в виде отрубей. Клетки алейронового слоя заполнены белковыми тельцами с вкраплениями жира. Алейроновый слой богат водорастворимыми витаминами В₁, В₂ и РР. Он составляет в среднем 7% от массы зерна.

Эндосперм, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна. Он состоит из крупных клеток, заполненных крахмалом и белком. В зависимости от степени заполнения клеток эндосперм может быть *стекловидным* или *мучнистым*.

В том случае, когда все клетки эндосперма плотно, без воздушных прослоек, заполнены белком и крахмалом, они слабо преломляют лучи света и зерна становятся полупрозрачными – стекловидными.

Зерна, имеющие рыхлые клетки эндосперма, содержащие поры и прослойки воздуха, многократно преломляют лучи света, они непрозрачны – мучнистые.

Эндосперм содержит весь крахмал зерна, количество которого составляет до 82% массы всего эндосперма, белков образующих клейковину – 13 -15%.

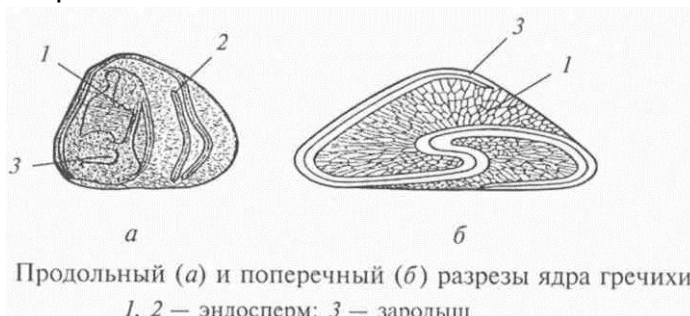
Благодаря химическому составу эндосперма, продукты, полученные из него отличаются высокой пищевой ценностью и усвояемостью. Масса эндосперма составляет до 85% массы зерна.

Зародыш представляет собой часть зерна, из которой развивается новое растение. Клетки зародыша живые, способные к размножению, содержат протоплазму и ядро, имеют мягкую консистенцию.

Зародыш содержит до 40% белка, свыше 25% - сахара, 12 – 15% - жира, около 3% - клетчатки и до 5% - минеральных веществ. Он богат витаминами В₁, В₂, В₆, Е, РР. Масса зародыша составляет 2 – 3% массы зерна.

Семейство гречишных

К этому семейству относится гречиха обыкновенная и татарская гречишка - сорное растение. Зерновка гречихи имеет трехгранную форму. Плодовые оболочки не срастаются с зерном, что позволяет их легко удалять. Собственно семя состоит из тонкой семенной оболочки, эндосперма и зародыша. Большая часть зародыша, имеющая S-образную форму, расположена в середине эндосперма.



По химическому составу плоды гречихи относятся к группе зерновых культур, богатых крахмалом – 50 – 70%. Содержание в гречихе белка составляет – 12 – 15%, клетчатки – до 15%, жира – до 3%.

Технология муки и крупы

Эндосперм гречихи приобретает стекловидную консистенцию, если ее подвергнуть сильному пропариванию и последующей сушке.

Семейство бобовых

К семенам бобовых культур относятся горох, фасоль, бобы, чечевица, соя, чина, нут. Они имеют общее строение. Плод – боб (стручок), состоит из двух створок - мощно развитых плодовых оболочек, между которыми находятся семена. У семян бобовых нет эндосперма, они представляют собой зародыш, состоящий из двух семядолей, покрытых семенной оболочкой.

Окраска семядолей является видовым и сортовым признаком и может быть желтой и зеленой - у гороха и белой, коричневой, пестрой – у фасоли.

Семена бобовых превосходят злаки по содержанию белка, количество которого доходит до 35%, а у сои – до 50%. Но белки бобовых в чистом виде плохо усваиваются, поэтому требуется специальная обработка – **денатурация белка**. Это процесс свертывания и выпадения в осадок белка под влиянием температуры или воздействия органических растворителей и кислот.

Самыми распространенными бобовыми культурами являются горох, фасоль и соя.

Горох. Плод гороха – стручок (боб) – содержит до восьми семян. Все сорта гороха делят на две группы: луцильные и сахарные. У луцильных сортов под кожурой имеется прочный пергаментный слой, поэтому в целом виде он для пищевых целей не предназначен. Используется для производства крупы гороховой – горох целый и колотый шлифованный.

Сахарные сорта гороха не имеют пергаментного слоя и используются для консервирования.

Фасоль. По пищевой ценности и потребительским свойствам фасоль превосходит горох. Она крупнее, содержит много белка и хорошо разваривается. По стандарту различают фасоль белую – тип I и цветную – типы II (однотонная коричневая) и III (пестрая).

Соя. Это бобовая культура с высоким содержанием азотистых веществ и жира. В отличие от других бобовых, зерно сои используют только после промышленной переработки – в виде дезодорированной муки, концентрата и масла. Из сои делают молоко, творог, мясо (соевый белок), блинную муку и т. д. Соевая мука используется как источник белка в хлебопечении, макаронном, кондитерском производстве для повышения питательности и биологической ценности продукта. Семена сои могут быть светлоокрашенные (желтые, зеленые) и темноокрашенные (бардовые, коричневые). Пищевыми являются светлоокрашенные сорта.

В сое содержится до 50% белка и в среднем 20% жира. Характерно, что в составе сои почти полностью отсутствует крахмал. Соя содержит значительное количество минеральных веществ и витаминов. Все изложенное показывает, что соя – один из самых ценных видов сырья для производства продуктов питания.

1.3. Технологический потенциал зерна

По современным научным представлениям, при оценке свойств зерна следует учитывать, что зерно является сложным физическим телом, вследствие органического соединения в единое целое резко разнородных по структуре и свойствам анатомических частей: эндосперма, оболочек и зародыша и, во-вторых, что зерно - живой организм, поэтому все протекающие в нем процессы, независимо от природы, подчиняются управляющему воздействию биологической системы зерна. С термодинамической точки зрения зерно представляет собой сложную открытую систему с большим числом внешних и внутренних связей.

Для комплексной оценки зерна, как сырья для переработки, удобно использовать понятие его технологического потенциала, который формируется под влиянием биологических особенностей сорта, почвенно-климатических особенностей выращивания и комплекса агротехнических мероприятий.

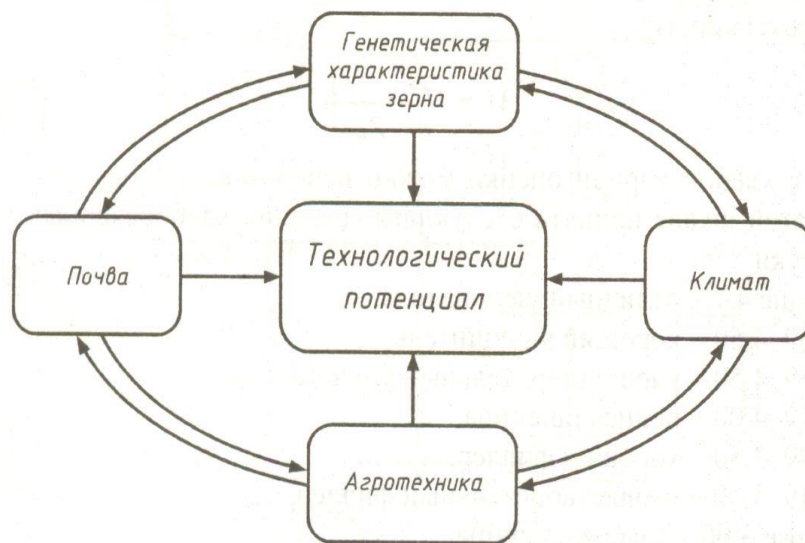


Рис 1.3. Схема формирования технологического потенциала зерна

В связи с этим возникает задача разработки такого метода оценки потенциальных возможностей зерна, чтобы одновременно учитывать не только технологическую эффективность помола, но хлебопекарные свойства полученной при этом помоле муки. Известно, что партии зерна различаются не только по мукомольным свойствам, но и по хлебопекарному качеству муки. Очевидно, что при такой постановке задачи технологический потенциал зерна (*ТП*) может быть выражен произведением показателя мукомольной характеристики *М* на показатель хлебопекарной характеристики *Б*:

$$ТП = М \cdot Б$$

В мукомольной промышленности этот технологический потенциал определяется двумя основными показателями:

- соотношением масс анатомических частей и, прежде всего, содержанием эндосперма;
- физической возможностью деления анатомических частей зерна в процессе переработки на самостоятельные продукты.

Технология муки и крупы

Зерно хлебных культур имеет сложное строение и структуру своих анатомических частей, а внешне - оригинальную форму для каждой группы культур.

Соотношение масс анатомических частей зерна определяет потенциальный выход продуктов его переработки. Глубоко проникающая бороздка у зерна пшеницы, ржи, тритикале существенно усложняет задачу избирательного измельчения крахмалистой части его эндосперма при сортовом помоле. Определенное значение имеет структура цветковых пленок, оболочек, конфигурация клеток алейронового слоя и т.д.

Результаты многочисленных научных работ свидетельствуют, что соотношение масс анатомических частей зерна заметно варьирует в зависимости от сорта, крупности, выполненности и других факторов. Например, содержание крахмалистой части эндосперма в зерне пшеницы у разных партий различается на 8% - от 85 до 77%, в зерне ржи - на 7% - от 78 до 71% и т.д. Поэтому неодинаковы и потенциальные технологические достоинства зерна. Для зерна пшеницы можно принять, что в среднем массовая доля крахмалистой части эндосперма составляет 82,5%, алейронового слоя - 8,0%, оболочек - 7,0%, зародыша - 2,5%.

На содержание эндосперма значительно влияет крупность зерна. Так, для крупной фракции зерна пшеницы, полученной сходом с решета 2а -28x20, оно равно 83... 85%, а при переходе к мелкой фракции, выделенной проходом 2а - 20x20 и сходом 2а - 18x20, содержание эндосперма снижается до 80. 78%.

Опыт показывает, что содержание эндосперма практически прямолинейно связано с выходом муки или крупы.

При производстве сортовой муки наружные покровы зерна необходимо выделить в виде побочных продуктов - отрубей, а эндосперм зерна превратить в готовую продукцию. Такое разделение анатомических частей зерна на самостоятельные продукты является сложной инженерной задачей. При сортовом помоле проводят многоступенчатый процесс измельчения и сортирования полученных продуктов; при этом тонко измельченный эндосперм направляется в муку, а оболочки с алейроновым слоем в виде крупных частиц - в отруби; зародыш желателно выделить в качестве самостоятельного продукта.

При простом помоле зерна в муку обойную зерно измельчают целиком, без разделения на отдельные продукты.

По химическому составу зерно хлебных культур характеризуется высоким содержанием крахмала. Известно, что все химические вещества неравномерно распределены по анатомическим частям зерновки, что связано с различной органической функцией зародыша, эндосперма и оболочек.

Так, в оболочке присутствуют, главным образом, не усваиваемые человеческим организмом вещества. Зародыш и алейроновый слой эндосперма содержат много белка, но в них много и жира, присутствие которого в муке или крупе резко снижает возможный срок их хранения; поэтому их удаляют в процессе размола. Крахмал, как основное запасное питательное вещество семени, необходимое для развития нового растения, накапливается во внутренней части эндосперма, расположенной под алейроновым слоем.

Технология муки и крупы

Белки, способные образовывать клейковину, также расположены только в крахмалистой части эндосперма пшеницы, ячменя, ржи, тритикале.

Неравномерно распределены вещества и в пределах эндосперма. Анализ показывает, что по мере продвижения от его центра к периферии возрастает содержание биологически ценных веществ: белков, витаминов. Особенно велико их содержание в субалейроновом и алейроновом слоях. Но клетки алейронового слоя не поддаются ферментам пищеварительного тракта человека, поэтому включать алейроновый слой в состав муки бессмысленно. Кроме того, в нем велико содержание жиров, что отрицательно сказывается на сохранности муки.

Физико-химические свойства твердых сыпучих материалов определяются большим числом показателей, выбор которых зависит от поставленной инженерной задачи. Для зерна, как сырья для производства муки, основное технологическое значение имеют его геометрические характеристики (линейные размеры, форма, объем, площадь внешней поверхности), крупность и выравненность зерновой массы, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность.

Так, форма и линейные размеры зерна определяют выбор схем сепарирования, характеристику рабочих органов сепарирующих машин, шелушителей, а также рабочих органов измельчающих машин. Объем и внешняя поверхность играют важную роль в процессах увлажнения, нагрева и охлаждения зерна.

Анализ данных показывает, что с уменьшением крупности зерна снижается значение соотношения объема и поверхности, следовательно, у мелкого зерна должно быть более высокое содержание оболочек и меньшее содержание эндосперма, поэтому мелкое зерно при помоле дает низкий выход муки, а качество ее не отвечает высоким требованиям; эту мелкую фракцию следует выделять на элеваторах и в помол не направлять, а использовать в качестве компонента комбикормов.

Вследствие снижения массы 1000 зерен удельная поверхность зернового слоя повышается. Следовательно, в случае мелкого зерна процесс тепловлагообмена с окружающей средой должен развиваться интенсивнее, чем в случае крупного.

В отечественной практике натуру зерна принято измерять в г/л. Ее величина существенно зависит от формы зерна, влажности, крупности, засоренности и вида примесей и т.п. Однако при опытах с очищенным от примесей зерном установлено положительное влияние натуры на выход муки. Имеются данные, что при натуре ниже 740 г/л выход муки снижается на 1% за каждые 17 г/л или даже 13 г/л снижения натуры. При натуре выше 740 г/л влияние ее менее заметно. При снижении натуры ухудшается и качество муки.

Масса 1000 зерен положительно коррелирует с крупностью зерна, его стекловидностью, плотностью, поэтому она оказывает заметное влияние на технологические свойства зерна.

Естественная высокая вариация зерна по длине, ширине и толщине не позволяет однозначно избирать наиболее эффективные параметры процессов сепарирования, измельчения, шелушения, гидротермической обработки. Для обеспечения высоких технологических результатов важное значение приобретает выравненность по размерам поступающих в переработку партий зерна. Для

Технология муки и крупы

повышения выравненности партий используют удаление мелкой фракции зерна, а также рассортирование партии на несколько фракций.

В мукомольной практике фракционирование зерна не применяется. Проведенные исследования показали, что если разделить помольную партию на две фракции, посредством сортирования на сите 2а-25х20, то полученные сходовая и проходная фракции заметно различаются по свойствам и требуют индивидуальных режимов увлажнения и отволаживания.

1.4 Общие операции при переработки зерна в муку и крупу

Современные мукомольные и крупяные заводы являются крупными механизированными предприятиями с высокой степенью автоматизации технологических процессов.

Технологический процесс производства муки и крупы предусматривает ряд операций, которые могут быть общими для мукомольной и крупяной промышленности – это операции сепарирования, гидротермической обработки, обработки поверхности зерна и ядра и измельчения зерна.

Сепарирование – одна из важнейших технологических операций - это разделение сыпучих материалов на однородные фракции. Задачи сепарирования:

1. Очистка зерна от примесей;
2. Сортирование исходного сырья на фракции по крупности для переработки в продукты разного назначения;
3. Фракционирование зерна для отдельной переработки в продукцию одинакового назначения;
4. Извлечение конечных продуктов переработки;
5. Извлечение промежуточных продуктов;
6. Обогащение промежуточных продуктов – крупок и дунстов в технологии муки и разделение ядра и зерна в технологии крупы;
7. Контрольное сепарирование конечных продуктов.

Гидротермическая обработка - это обработка влагой и теплом с целью изменения свойств зерна. Главная задача ГТО разделить плохо усвояемые, малоценные, грубые оболочки от эндосперма. Эндосперм зерна дает основную продукцию – муку или крупу, а оболочки – лузгу, отруби и мучку. При ГТО происходит улучшение питательных свойств продукта благодаря миграции растворимых биологически активных веществ из периферии зерна в эндосперм. При тепловом воздействии на зерно происходит улучшение перевариваемости, цвета, запаха и вкуса. ГТО включает в себя четыре операции.

Увлажнение – это массовое добавление влаги в зерно посредством воды или пара. При обработке паром происходит подогрев зерна, что активизирует процесс влагопереноса и процесс увлажнения сокращается по времени.

Отволаживание – это процесс переноса влаги вглубь эндосперма за определенный промежуток времени. Продолжительность отволаживания может меняться от 30 минут до 24 часов и более. **Обезвоживание зерна** - осуществляется с целью обеспечения заданной влажности зерна в целом или

Технология муки и крупы

отдельных его частей. Обезвоживание производится кондуктивным или конвективным способом. Кондуктивный – нагретая поверхность, конвективный – нагретый воздух. *Охлаждение зерна* – осуществляется с целью достижения оптимальной температуры зерна.

Обработка поверхности зерна и ядра – включает в себя операции шелушения зерна, шлифования и полирования ядра. В рушильном отделении мельзавода и шелушительном отделении крупозавода осуществляется комплекс процессов по удалению с зерна наружных, внутренних оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Шелушение – это операция по полному или частичному удалению наружных оболочек зерна. *Шлифование* – это операция по удалению с ядра внутренних оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Полирование – это операция по дальнейшей обработке шлифованного ядра с целью улучшения качества крупы и ее товарного вида.

Измельчение зерна – одна из основных и энергоемких операций при переработке зерна. Существует множество способов измельчения:

Дробление – это разрушение ядра на крупные части используется в технологии дробленых круп. *Резание* – процесс измельчения зерна на специальных вальцевых станках с взаимно перпендикулярной нарезкой валков.




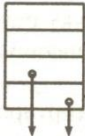

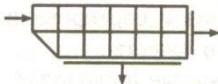

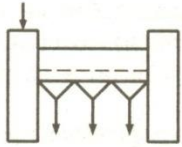


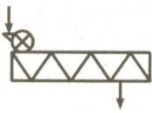
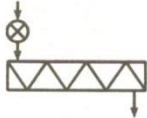
Размол – это процесс раздавливания (перетирания) зерна между быстровращающимся и медленновращающимся валками. Весь процесс размола зерна делится на ряд этапов с конкретными задачами.

Технология является основой производства. И поэтому грамотное управление производством на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Технологический процесс состоит из ряда взаимосвязанных операций, каждую из которых выполняет специальное оборудование – машины. Их эффективная эксплуатация требует знания их конструкции. Технологический процесс принято изображать в графической форме, в виде схем, отображающих последовательность выполнения технологических операций, с указанием рабочих параметров машин и аппаратов. Ниже приведены условные обозначения машин и аппаратов в технологических схемах.

Условное обозначение	Наименование машины	Условное обозначение	Наименование машины
	Воздушно-ситовый сепаратор		Бичевая машина (вымольная машина для отрубей)
	Триер-овсюгоотборник		Энтолейтор – стерилизатор зерна

Технология муки и крупы

Условное обозначение	Наименование машины	Условное обозначение	Наименование машины
	Триер-куколеотборник		Емкость для зерна (заком)
	Камнеотборник		Вальцовый станок с рифлеными вальцами
	Аспиратор		Рассев
	Дуаспиратор		Двухъярусная ситовейка
	Весы автоматические порционные		Трехъярусная ситовейка
	Магнитный сепаратор		Энтолейтор
	Концентратор		Деташер
	Вертикальная обоечная машина		Центробежный бурат
	Шнек интенсивного увлажнения		Горизонтальная обоечная машина с абразивным цилиндром
	Дозатор Смеситель		Мокрый шелушитель

Раздел II Технология производства муки

2.1 Ассортимент и качество муки

Мука - важнейший продукт переработки зерна является основным сырьем для производства хлеба, булочных, бараночных и макаронных изделий.

Муку классифицируют на виды, типы и сорта.

Вид муки определяется наиболее постоянными биохимическими и анатомическими особенностями, характерными в целом для зерна этой культуры, из которой мука получена.

Основные виды муки:

-пшеничная;

-ржаная;

-пшенично-ржаная.

В пределах вида муку подразделяют на типы.

Мука разных типов отличается особенностями ее физико-химических свойств и технологических достоинств, определяющих ее целевое назначение.

Различают следующие типы муки пшеничной: хлебопекарная, для макаронных и кондитерских изделий.

Мука ржаная чаще бывает только хлебопекарного назначения.

Пшеничная хлебопекарная (табл. 2.1) характеризуется средним выходом клейковины нормального качества, имеет относительно высокую водопоглотительную и сахарообразующую способности. Получают такую муку из мягкой пшеницы средней силы с добавкой или без добавки сильной и твердой пшеницы.

Макаронная мука отличается малой влагоемкостью, способностью образовывать плотное упругое тесто (не темнеющее). Используют твердую или высокостекловидную пшеницу с большим содержанием сырой клейковины, достаточно эластичной и светлоокрашенной.

При помолке измельчают продукт до относительно крупных частиц, в несколько раз больше, чем частицы хлебопекарной муки. Мука, готовая к потреблению, отличается от хлебопекарной тем, что к ней добавляют соли, сахара, химические разрыхлители, сухое молоко и другие компоненты по рецептуре.

Сорт муки является особенно важной категорией муки всех видов и типов. Основой, определяющей сорт муки, является количественное соотношение содержащихся в ней различных тканей зерна. Изменение количественного соотношения этих частей вызывает изменение состава и свойств муки.

Мука разных сортов отличается по многим признакам: цвету, зольности, содержанию клетчатки и других веществ, неравномерно распределенных в тканях зерна.

В зависимости от поставленной задачи по выходу муки и ее качеству может различаться количество технологических операций, их взаимосвязь и последовательность выполнения. Например, при помолке зерна в муку простого размола - обойную муку, измельчается все зерно, включая оболочки и зародыш. При современном уровне техники эта задача решается просто, поэтому весь

Технология муки и крупы

помол ограничивается всего лишь одним этапом измельчения и сортирования продуктов.

Таблица 2.1

Нормы качества муки хлебопекарной

Сорт муки	Зольность, %, не более	Крупность помола		
		Остаток на сите, № / %, не более	Проход через сито, № / %, не менее	Содержан. клейковины %, не менее
Мука пшеничная				
Высший	0,55	43/5	-	28
Первый	0,75	35/2	43/75	30
Второй	1,25	27/2	38/60	25
Обойная	Не менее чем на 0,07% ниже зольности зерна до очистки	067/2	38/30	20
Мука ржаная				
Сеяная	0,75	27/2	38/90	-
Обдирная	1,45	045/2	38/60	-
Обойная (То же, что и пшеничная)				

Наоборот, при производстве сортовой муки тонкому измельчению подвергают только крахмалистую часть эндосперма, а оболочки и алейроновый слой зерна направляют в отруби, в виде крупных частиц. Зародыш может быть при таком помолу выделен как самостоятельный продукт или также идет в отруби. Такая задача избирательного измельчения различных анатомических частей зерна вынуждает существенно усложнять технологию муки: необходимо вводить дополнительные этапы процесса, в которых происходит сортирование на фракции по добротности, на основе различия физико-химических и структурно-механических свойств эндосперма, оболочек и зародыша.

2.2 Классификация помолов

Для получения муки установленного ассортимента и качества используют разные типы помолов: *разовые* и *повторительные*, причем повторительные помолы бывают *простые* и *сложные*.

Технология муки и крупы

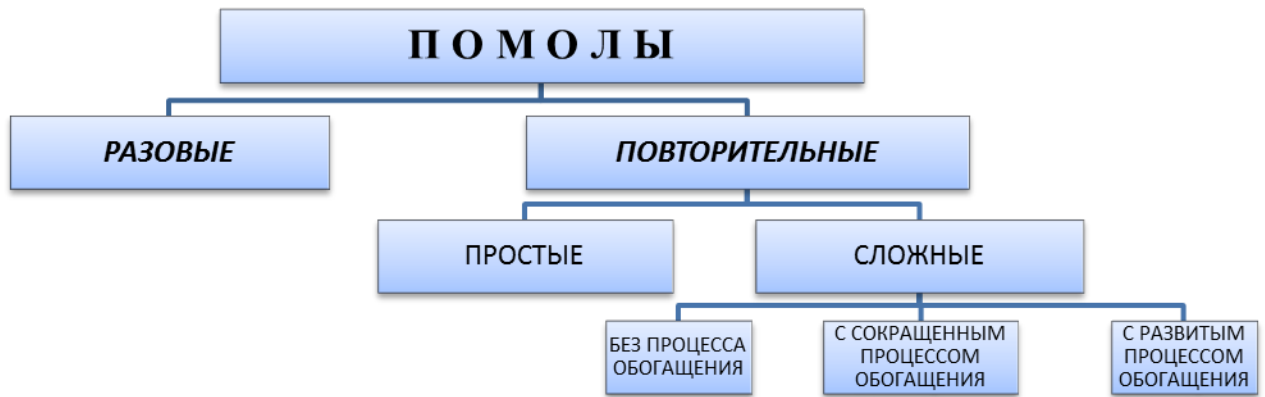


Рис. 2.1. Схема классификации помолов зерна

При **разовом** помоле муку получают за один проход через размалывающую систему. Качество муки при таком помоле низкое – обойная пшеничная или ржаная с выходом 95 – 96,5%.

При **повторительном** помоле для получения муки зерно неоднократно пропускают через драные и размольные системы.

Простые помолы состоят из одного технологического этапа связанного с простым измельчением и просеиванием продуктов помола. К простым помолам относятся все помолы пшеницы и ржи в обойную муку. Простым повторительным помолом вырабатывают муку только одного сорта. Измельчение ведут на 3 – 4 системах. Эти помолы могут быть без отбора отрубей – обойный с выходом 95 – 96% пшеничной или ржаной муки, с отбором отрубей – обдирной с выходом ржаной муки 87% и сеянный – 63%.

Сложные помолы имеют развитую технологическую схему с использованием метода избирательного измельчения для выделения эндосперма в чистом виде и последующего его измельчения в муку. Сложный повторительный помол состоит в пропускании зерна через драную систему, сортировку продуктов размола и их обогащения, а затем размола крупок на размольных системах.

К сложным относятся все сортовые помолы:

1. *Сложные повторительные помолы без обогащения крупок* предназначены для получения ржаной сортовой, обдирной и сеяной муки.
2. *Сложные повторительные помолы с сокращенным процессом обогащения крупок* предназначены для получения муки 2-го сорта с выходом 85% при односортном помоле или при двухсортном помоле с общим выходом муки 75%, получая 55% муки 1-го сорта и 20% муки 2-го сорта.
3. *Сложные повторительные помолы с развитым процессом обогащения крупок* являются основными, они позволяют получить 72% муки 1-го сорта при односортном помоле, а также осуществлять двух- и трехсортные помолы с общим выходом от 75 до 78% и помолы в макаронную муку с общим выходом 72-78%. Этот класс помолов применяется при односортных помолах, позволяющих получить 75% муки высшего сорта.

Правила организации и ведения технологического процесса на мельницах классифицируют помолы по назначению основной продукции (хлебопекарные и

Технология муки и крупы

макаронные), по виду сырья (ржаные и пшеничные). Существует 12 видов помола мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, 3 вида помола твердой пшеницы в макаронную муку, 1 вид помола в хлебопекарную муку с отбором макаронной крупки и 6 видов помола ржи в хлебопекарную муку. Все виды помолов имеют различную формулу, т.е. отличаются выходом и качеством муки, а также определенным соотношением побочных продуктов и отходов с учетом усушки. Это соотношение записывается в виде материального баланса:

$$C_m + C_{отр} + C_{муч} + C_{кзп} + C_{отх} + У = 100$$

Где C_m - суммарный выход муки или крупы %, $C_{отр}$ - выход отрубей,

$C_{муч}$ - выход мучки, $C_{кзп}$ - выход кормовых зернопродуктов,

$C_{отх}$ - выход отходов, $У$ - усушка.

Простые обойные помолы

При дранных помолах базисный выход пшеничной муки составляет 96%, отрубей 1%, а ржаной 95%, отрубей 2%.

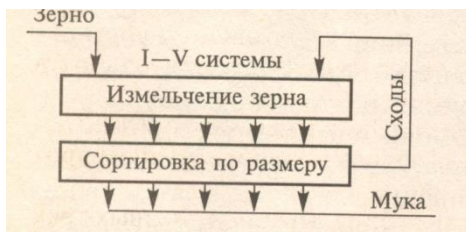


Рис. 2.2. Принципиальная схема обойного помола

Простой помол предусматривает четыре системы измельчения на вальцевых станках и четыре системы просеивания в отсевах. В отсевах получают сходовый и проходовой продукт. Сходовый продукт направляют на дальнейшее измельчение с предыдущей системы на последующую. Проходовой продукт представляет собой муку обойную. Сход с последней системы направляют в бичевую машину для вымола оболочек. Обойную муку контролируют по крупности в отсевах. Сходы контрольного отсева возвращают на 3-ю размольную систему для окончательной доработки.

Сложные сортовые помолы

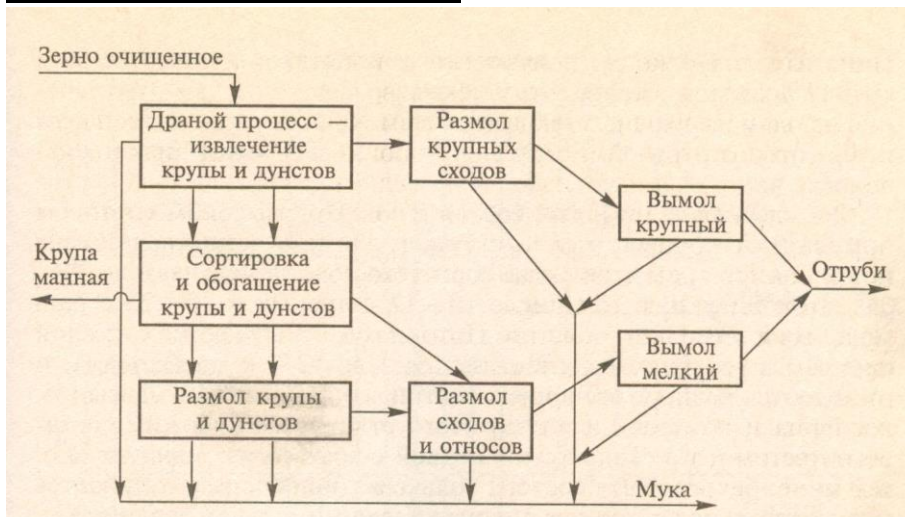


Рис. 2.3. Принципиальная схема сортового помола

Технология муки и крупы

Нормы выхода продукции и виды сложных хлебопекарных помолов пшеницы с развитым процессом обогащения приведены в таблице

ПРОДУКТЫ ПОМОЛА	П О М О Л Ы							
	трехсортные			двухсортные			односортные	
Мука всего (%)	73	75	78	73	75	78	72	75
Высшего сорта	30-55	25-50	15-40	35-45	30-40	55-65	72	75
Первого сорта	15-40	20-45	20-50	28-38	35-45	-	-	-
Второго сорта	5	5-10	13-18	-	-	13-23		
Побочные продукты								
Мучка кормовая	5	3	-	5	3	-	6	3
Отруби	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
Отходы 1-2 категории	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Отходы 3 категории	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
И т о г о	100	100	100	100	100	100	100	100

Технологический процесс размолла зерна в сортовую муку отличается сложным многоэтапным построением. В размольном отделении мукомольного завода сортового помола пшеницы последовательно осуществляются следующие операции: 1. дранной процесс - грубое дробление зерна и отбор эндосперма в виде крупок и дунстов; 2. сортировочный процесс – сортирование продуктов дранного процесса по крупности; 3. вымол оболочек зерна на конечных системах дранного процесса; 4. процесс обогащения крупок – сортирование крупок по крупности и качеству в ситовечных машинах; 5. размольный процесс – размол обогащенных крупок и дунстов с целью получения муки; 6. контроль муки – контрольное просеивание муки в отсевах; 7. витаминизация – добавление в муку синтетических витаминов.

Измельчение зерна в муку осуществляется на размольных системах которые состоят из измельчающего и просеивающего устройств. Весь процесс измельчения зерна и классификация продуктов измельчения последовательно осуществляются на 5 – 6 драных системах и 10 - 12 размольных системах. В задачу драных систем входит отделение покровных оболочек зерна, включая алейроновый слой и зародыш. Каждая из драных систем состоит из вальцового станка с рифленной поверхностью вальцов, вращающихся навстречу друг другу с разными окружными скоростями, и отсева с необходимым набором сит. На отсевах драных систем проходом отсеивается 15 – 20% муки, а сходовые продукты направляются на основные размольные системы.

Драной процесс - главный этап помола, на котором необходимо провести избирательное измельчение зерна. В сортовых помолах этот процесс крупнообразующий, т.е. предназначенный для получения крупок и дунстов.

Сортировочный процесс – предназначен для дополнительного фракционирования продуктов измельчения прошедших сортирование в отсевах драных систем. Схемы отсевов драных систем не позволяют четко разделить продукты сортирования на такие фракции как: крупки и дунсты. Для этого проводится операция сортирования продуктов дранного процесса.

Технология муки и крупы

Ситовеечный процесс – в зависимости от типа помола может быть сокращенным, развитым и наиболее развитым. Например, развитый процесс используют при трехсортных хлебопекарных помолах пшеницы, а наиболее развитый используется при получении макаронной муки. В ситовеечном процессе получают такие продукты как крупки (крупные, средние и мелкие), дунсты (жесткий и мягкий), муку и муку крупчатку. В ситовеечном процессе получают **манную крупу** путем двукратного последовательного сортирования наиболее низкосольной крупной крупки, полученной со второй драной системы.

Шлифовочный процесс - это процесс измельчения крупок на вальцевых станках с целью отделения эндосперма от оболочек и зародыша. Применяется как правило, при сортовых помолах зерна с использованием от 1-й до 6-ти шлифовочных систем. Рациональная организация и правильное ведение процесса шлифования позволяют упростить схему ситовеечного процесса.

Размольный процесс – это заключительный этап в измельчении промежуточных продуктов. Задача его состоит в получении возможно большего количества муки лучшего качества. Этот процесс состоит из 10 – 12 размольных систем. Проходом сит рассевов каждой системы получают муку, направляемую на контроль, а сходом дунст, который идет на следующую размольную систему. При размольном процессе получают 60% муки, после драного и шлифовочного процесса получают 15% муки.

Контроль муки и формирование сортов. Мука, полученная с разных систем, отличается по качеству. В ней колеблется содержание белка, клейковины, крахмала она отличается зольностью и цветом. Поэтому формирование потоков осуществляется следующим образом: муку высшего сорта отбирают с 1,2 и 3-й размольных систем, муку 1-го сорта с 4,5 и 6-й размольных систем, муку 2-го сорта со всех остальных систем. Контроль муки осуществляется на рассевах для каждого сорта отдельно.

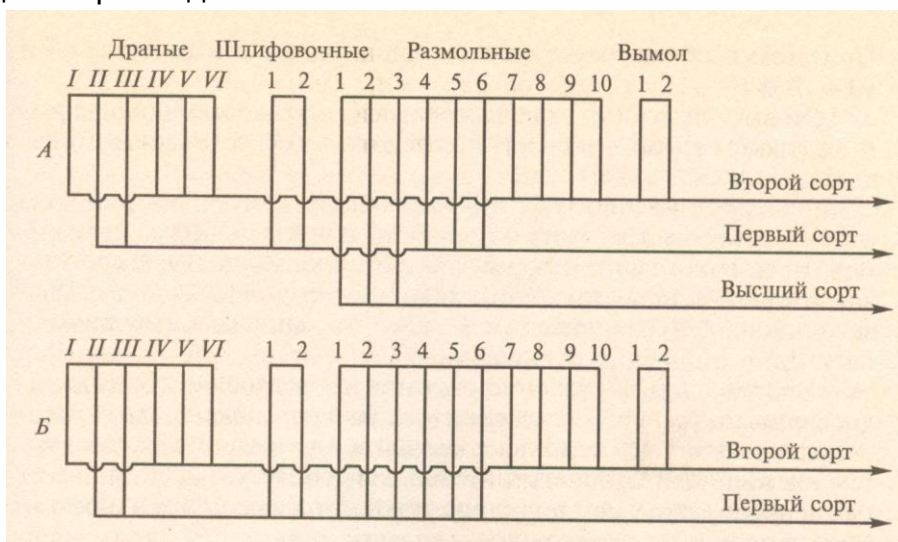


Рис. 2.4. Схема формирования товарных сортов муки:
А – при трехсортном помоле; Б – при двухсортном помоле.

Витаминизация муки. При производстве сортовой муки максимально отделяются оболочки и зародыш, в которых содержатся такие важные вещества, как соли кальция, лизин и витамин РР. Поэтому витаминизация муки высоких

Технология муки и крупы

сортов является целесообразной, и осуществляется путем ввода синтетических витаминов B_1, B_2, PP согласно инструкции Минздрава.

2.3 Общая характеристика продуктов измельчения

Для характеристики продуктов на первом этапе измельчения используют два показателя – крупность и качество.

Крупность – это показатель геометрических размеров продуктов измельчения.

Качество – это содержание в продуктах измельчения высокозольных оболочек. Продукты измельчения делятся на два класса качества: 1-й класс качества – это низкозольные продукты; 2-й класс качества – высокозольные продукты с большим содержанием оболочек.

На промежуточных и конечных системах измельчения продукты измельчения классифицируют по соотношению оболочек и эндосперма. При этом выделяют три группы продуктов: а) частицы крахмалистого эндосперма, б) сростки эндосперма и оболочек, в) частицы оболочек с незначительным содержанием эндосперма. Соотношение частиц с различным содержанием эндосперма отличается в зависимости от этапа технологии. Частицы эндосперма обладают наивысшими потенциальными возможностями для получения низкозольной муки, а частицы оболочек пригодны для получения отрубей – побочного продукта технологии. При совместном их измельчении получаем низкокачественную высокозольную муку. Поэтому продукты измельчения требуют тщательной сортировки. Еще один аргумент в пользу необходимости сортирования продуктов измельчения – это наличие в составе измельченной смеси конечных продуктов – муки, манной крупы, отрубей. Эти продукты должны быть выделены из процесса и направлены на контрольные операции. Таким образом, продукты измельчения на различных этапах технологии слишком разнокачественные и должны быть рассортированы на однородные фракции как по крупности, так и по качеству.

Полученные фракции направляют на соответствующие системы тех. процесса:

1. частицы, размером с зерно, требуют повторного измельчения.
2. частицы чистого эндосперма (крупки) могут быть или конечным продуктом (макаронной мукой или манной крупой) или могут быть направлены на дальнейшее измельчение в тонкодисперсную муку.
3. «сростки» - частицы, требующие измельчения с целью разделения высокозольных оболочек и низкозольного эндосперма.
4. оболочки с незначительным содержанием эндосперма должны быть направлены на выбой в бичевые машины.

Промежуточные по крупности продукты измельчения (полупродукты)

Полупродукты принято разделять на классы по крупности и качеству. В технологии муки крупность продуктов выражают дробью, в числителе номер сита проходом которого получен продукт, а в знаменателе номер сита сходом которого получен продукт.

Классификация продуктов измельчения (полупродуктов)

Технология муки и крупы

Продукт	С И Т А				Размер частиц, мм
	Металотканые	шелковые		Капроновые	
		крупочное	мучное		
Сходовые продукты	1			7	> 1,15
Крупка крупная	$\frac{1}{0,56}$	$\frac{71}{120}$	–	$\frac{7}{11}$	0,56-1,15
Крупка средняя	$\frac{0,56}{0,4}$	$\frac{120}{160}$	–	$\frac{7}{11}$	0,40-0,63
Крупка мелкая	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{160}{200}$	–	$\frac{17}{23}$	0,32-0,45
Жесткий дунст	–	$\frac{200}{260}$	$\frac{25}{29}$	$\frac{23}{29}$	0,25-0,32
Мягкий дунст	–	$\frac{260}{270}$	$\frac{29}{28}$	$\frac{29}{43}$	0,16-0,25
Мука крупчатка	–	–	$\frac{23}{25}$	$\frac{27}{29}$	0,20-0,25
Мука в/сорт	–	–	$\frac{38}{43}$	$\frac{43}{58}$	0,14-0,16
Мука 1-й сорт	–	–	$\frac{35}{43}$	$\frac{43}{49}$	0,14-0,18
Мука 2-й сорт	–	–	$\frac{32}{38}$	$\frac{38}{46}$	0,16-0,20

Технология подготовки зерна к помолу

В подготовительном отделении мельзавода поступающее зерно подвергают сепарированию для удаления из его массы различных посторонних примесей. Их начальное содержание ограничено следующими нормами: сорной примеси - не более 2,0 % , зерновой - не более 5,0 %. После очистки, на выходе из подготовительного отделения их остаточное содержание не должно превышать: сорной 0,3 % , зерновой -3,0% .

На оболочках зерна могут присутствовать различные загрязнения, поэтому проводят специальную операцию по очистке поверхности зерна; в некоторых случаях осуществляют легкое шелушение зерна, частично удаляя его плодовые оболочки.

Особое значение имеет направленное изменение исходных структурно-механических и технологических свойств зерна - это достигается путем проведения процесса гидротермической обработки (ГТО). Помимо того, для стабилизации свойств зерна проводят формирование помольных партий, причем преследуют цель обеспечить в течение возможно более длительного периода постоянные значения стекловидности, содержания клейковины и других показателей свойств зерна.

Завершают операцию в подготовительном отделении увлажнением оболочек зерна для придания им повышенной сопротивляемости измельчению; это обеспечивает формирование при помолу крупных отрубей, которые легко отделяются от частиц муки при сортировании продуктов измельчения.

Очистка зерновой массы от примесей.

Партии зерна, поступающие на зерноперерабатывающие предприятия, содержат некоторое количество посторонних примесей, которые должны быть удалены из них в подготовительном отделении.

Кроме удаления примесей сепарирование используют для выделения мелкого зерна, а также фракционирования зерна по крупности для повышения выравненности зерна по одному из размеров.

Таким образом, сепарирование представляет собой разделение исходной смеси на составляющие ее компоненты, а машина, в которой смесь разделяется по одному или более признаку, называют сепаратором.

При организации сепарирования используют различие компонентов исходной смеси по следующим признакам:

- геометрической характеристики частиц (размерам, форме, сферичности);
- аэродинамическим свойствам;
- гидродинамическим свойствам;
- плотности, упругости, коэффициенту трения;
- магнитным свойствам;
- электрофизическим свойствам.

Например, сепарирование по длине зерен осуществляют на триерах, по ширине зерен - на ситах с круглыми отверстиями, по толщине зерен - с

Технология муки и крупы

продолговатыми отверстиями; при очистке гречихи от семян дикой редьки применяют сита с треугольными отверстиями.

Возможность сепарирования исходной смеси с заданной эффективностью определяется ее делимостью по избранному признаку, опытное определение которой основано на статистическом анализе вариации значения признака у компонентов смеси.

Эффективность сепарирования считается наивысшей, если имеет место полное выделение в чистом виде каждого из составляющих смесь компонентов.

При очистке зерна от примесей задача формулируется в упрощенном варианте: должно быть обеспечено полное выделение в чистом виде только одного компонента.

В этом случае технологическую эффективность процесса оценивают по формуле:

$$E = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \cdot (100 - m),$$

где X_1 и X_2 - содержание выделяемых примесей в зерновой смеси до и после сепарирования, %; m -содержание в отходах годного зерна, %.

Практический опыт выработал следующую последовательность расположения сепараторов в схеме очистки зерна от примесей: воздушно - ситовой сепаратор - камнеотделитель-триеры - магнитный сепаратор или же: воздушно- ситовой сепаратор – камнеотделитель - концентратор-триеры - магнитный сепаратор.

Воздушно - ситовой сепаратор устанавливают в самом начале процесса в связи с тем, что он позволяет сразу освободить зерновую массу от основной массы примесей: легких, крупных и мелких. Это существенно облегчает работу расположенных далее по схеме очистки сепараторов.

Для выделения крупной примеси рекомендуется на верхнем - сортировочном сите применять отверстия продолговатой формы размером 4, 5 x 25 мм, для выделения мелкой примеси - сито с круглыми отверстиями 2 мм; скорость воздушного потока для выделения легких примесей - 5,5...6,5 м/с для зерна пшеницы и 5,0...6,0 м/с для ржи.

На следующем этапе очистки освобождают зерно от минеральной примеси- гальки, т. к. ее присутствие в зерне вызывает повышенный износ триерной поверхности. Современные конструкции камнеотделительных машин обеспечивают практически полное удаление этих примесей, эффективность их находится на уровне 98...99 % .

Для триеров - куколеотборников рекомендуется применять рабочие поверхности машин с ячейками размером 4...5 мм при первичной обработке и 3...4 мм - на контрольном пропуске выделенных примесей. Для овсюгоотборников применяют ячейки размером 8...10 мм на первом этапе и 9...11 мм на контроле. Эффективность триеров составляет 65...75%.

Высокую эффективность очистки зерна от примесей обеспечивает концентратор. На первом участке установлено сито 2 мм, сквозь которое удаляется оставшаяся в зерне мелкая примесь. При этом слой зерна разделяется по плотности, на поверхность всплывает легкая (менее плотная) фракция, которая

Технология муки и крупы

состоит из щуплых, изъеденных, недоразвитых, поврежденных клопом-черепашкой зерен и включает в себя также овсюг, ячмень и другие подобные зерна. На второй половине длины машины установлено сито 9 мм, сквозь которое вначале просеивается тяжелая фракция зерна, затем более легкая, а верхний слой со всеми примесями идет сходом.

Тяжелая фракция зерна не нуждается в очистке на триерах, а мелкая фракция проходит обработку только на куколеотборниках.

Современные магнитные сепараторы обеспечивают высокую эффективность выделения своего класса примесей, так что в зерне на выходе из подготовительного отделения не обнаруживаются.

Обработка поверхности зерна

Зерновая масса, освобожденная от примесей, нуждается в дополнительной очистке. Необходимо удалить загрязнения и пыль с поверхности зерна, накопившиеся при его транспортировании и хранении. Кроме того, в результате травмирования зерна его оболочки могут частично отслаиваться. При неблагоприятных условиях хранения на поверхности зерна развиваются плесневые грибки. Для удаления всех этих загрязнений поверхность зерна обрабатывают сухим или мокрым способом перед направлением в помол. В первом случае применяют обоечные машины или проводят шелушение зерна в машинах ЗШН. При мокром способе обработки поверхности зерна используют моечные и машины для мокрого шелушения зерна.

Применение моечных машин обеспечивает высокий технологический эффект, но при этом расход воды питьевых кондиций находится на уровне 2 м^3 на 1 т зерна, а после мойки вода содержит большое количество загрязнений, в том числе и микробиологических. Такую воду перед сбросом в канализацию необходимо очищать, однако надежные и относительно дешевые методы такой очистки еще не разработаны. В связи с этим, а также благодаря дефициту и высокой стоимости питьевой воды, моечные машины практически на всех мельзаводах вышли из употребления. Для мокрой очистки поверхности зерна используют машины для мокрого шелушения, которые обеспечивают эффект на уровне моечных машин, но при этом расход воды снижается почти в 10 раз.

Эффективность очистки поверхности зерна оценивают величиной снижения его зольности, при этом дополнительно учитывают прирост количества битого зерна, а для мокрого способа определяют также приращение влажности зерна.

Принимают, что при обработке в обоечных машинах с абразивным цилиндром зольность его должна уменьшиться на 0,03...0,05%, в обоечных машинах со стальным цилиндром - на 0,01...0,03%, в моечных машинах и машинах для мокрого шелушения - на 0,03...0,05 %, а при шелушении в машинах ЗШН - на 0,08...0,12 %.

Увеличение содержания битых зерен не должно превышать 2% при обработке зерна в обоечных машинах с абразивным цилиндром и 1% - со стальным цилиндром, а при мойке - до 2%.

Гидротермическая обработка зерна.

Технология муки и крупы

Основная цель гидротермической обработки зерна (ГТО) на мельницах состоит в направленном изменении исходных технологических свойств зерна для стабилизации их на оптимальном уровне.

Поступающее зерно обычно имеет невысокую влажность, структурно-механические свойства эндосперма и оболочек различаются незначительно, поэтому и разделить их трудно, и результаты переработки такого зерна получаются невысокими. При проведении ГТО достигается существенное повышение различия структурно-механических свойств оболочек и эндосперма. На мельнице процесс ведут так, чтобы снизить прочность эндосперма и повысить прочность оболочек. Степень изменения этих свойств зависит от конкретного способа ГТО и параметров этого процесса.

Основным способом ГТО является так называемое холодное кондиционирование зерна, при котором зерно увлажняют, после чего некоторое время его выдерживают в закромах - проводят его отволаживание. В результате этого в зерне развиваются сложные процессы физико-химической, коллоидно-химической и биохимической природы, что вызывает изменение всех свойств зерна. Зерно поглощает воду, набухает, плотность его снижается, т.е. возрастает его удельный объем.

Этот эффект означает, что происходит разрыхление эндосперма, в нем развиваются микротрещины.

В соответствии с развитием этого процесса изменяются мукомольные свойства зерна: возрастает извлечение эндосперма при помоле, повышается выход муки, снижается расход энергии на измельчение. При выборе режима ГТО следует иметь в виду, что время достижения максимальной степени разрыхления эндосперма зависит от исходной характеристики зерна: его твердозерности, стекловидности, ботанического типа. Например, в опытах с яровой белозерной пшеницей получено, что оптимальная длительность отволаживания составляет 6 час., а для яровой краснозерной - 10...12 час., для озимой краснозерной - 16 час. При повышении температуры протяженность периода сокращается и возрастает интенсивность и степень разрыхления эндосперма, для различного зерна температурный оптимум лежит в границах 45...55°C, однако процесс холодного кондиционирования проводят при температуре атмосферы, т.е. 20С±2°C.

Для увлажнения зерна используют различные машины, из которых наилучший эффект обеспечивают машины БШУ-шнеки интенсивного увлажнения, в которых имеется специальная система точного дозирования воды, причем влажность зерна может быть за один проход через машину повышена на 3...5%, а за счет конструкции шнека вода равномерно распределяется по всем зернам и хорошо ими впитывается.

Важным фактором холодного кондиционирования зерна является организация процесса отволаживания. Для этой цели в настоящее время применяют закрома с особой конструкцией днища, в котором имеется несколько выпускных отверстий. Это необходимо для того, чтобы достигнуть равномерного перемещения зерна в закроме сверху вниз, чтобы длительность отволаживания всей массы зерна была бы строго одинаковой.

В современных закромах зерно непрерывно движется, поэтому такой способ получил название непрерывного или поточного отволаживания. Второй этап

Технология муки и крупы

увлажнения - отволаживания проводят только для зерна пшеницы средней и высокой стекловидности, для ржи и тритикале ограничиваются одним этапом.

Формирование помольной партии зерна.

Свойства зерна формируются в процессе выращивания его в поле и существенно зависят от типа, сорта, почвенно-климатических условий данного района страны и конкретного года урожая. После уборки эти свойства в некоторой степени изменяются вследствие воздействия внешних факторов: транспортирования, послеуборочной обработки, хранения. Все это приводит к огромному разнообразию поступающих на перерабатывающие предприятия партий зерна по всем показателям качества.

Различие свойств зерна требует корректировки режимов всех технологических операций, т.е. постоянной переналадки всех машин и аппаратов. Чтобы этого избежать, зерно должно поступать в переработку, после прохождения подготовительного отделения, с устойчивыми показателями технологических свойств. Стабилизация показателей свойств зерна на неизменном уровне является необходимой предпосылкой автоматизации технологического процесса. Такая стабилизация достигается посредством ГТО, а также путем смешивания разнородных по характеристике отдельных партий в одну так называемую помольную смесь. При этом показатели качества этой смеси могут быть заданы заранее. Задача в этом случае сводится к подбору компонентов смеси и расчету их соотношения.

Помимо этого, формирование помольных партий позволяет экономно расходовать наиболее ценное зерно сильной пшеницы, а также использовать определенное количество малоценного зерна, при самостоятельной переработке которого невозможно получить муку стандартного качества.

Предварительное формирование помольной партии ведут на элеваторах или в зерноочистительном отделении мельзавода, а окончательное - после основного этапа ГТО, т.к. продолжительность отволаживания зависит от стекловидности зерна.

Обычно при формировании помольной смеси учитывают стекловидность, устанавливая ее на уровне 50...60%, а также содержание и качество клейковины, зольность. Составляют помольную смесь из двух, трех или четырех компонентов. Состав помольной партии определяют расчетом, основываясь на требуемых показателях качества смеси. При расчете исходят из того, что все показатели качества подчиняются закону аддитивности, т.е. могут быть найдены посредством расчета их средней арифметической величины.

Технология подготовки зерна к простому помолу.

При подготовке зерна к простому помолу основное внимание уделяют выделению из зерновой массы примесей. Для этого используют воздушно-ситовые сепараторы (один или два прохода), камнеотборник, триеры. Обработку поверхности зерна ведут на обоечных машинах с абразивным цилиндром (отсюда и название муки - обойная) - один или два прохода. Вместо обоечных машин применяют также шелушители типа ЗШН, при этом удаляют 2...4% оболочек; в результате мука получается с пониженным содержанием клетчатки, зольность ее также снижается.

Технология муки и крупы

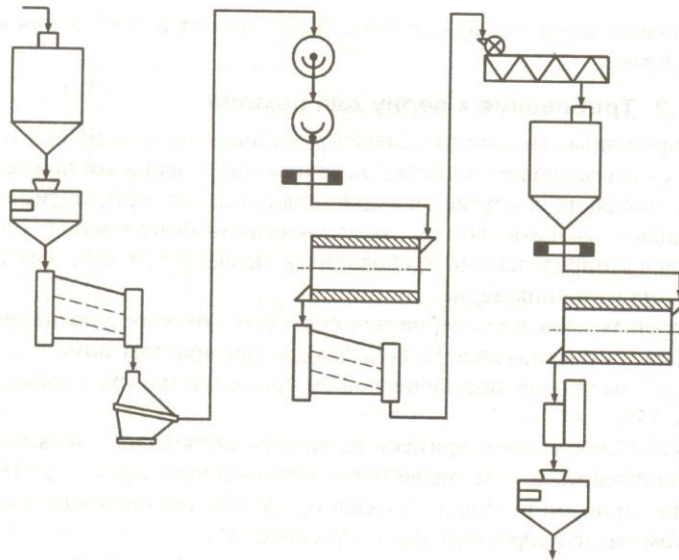


Рис. 2.4. Технологическая схема подготовки зерна к простому помолу

Гидротермическую обработку зерна по методу холодного кондиционирования производят лишь в том случае, если его исходная влажность ниже 14%. Рекомендуется, чтобы перед измельчением влажность зерна пшеницы соответствовала 15,5... 16,0%, а ржи - 14,5... 15,0%.

В начале и в конце процесса подготовки зерна устанавливают автоматические весы для учета количества зерна.

Технология подготовки зерна ржи к сортовому помолу.

Зерно ржи по всем свойствам существенно отличается от зерна пшеницы. Особое значение для технологии муки имеет его повышенная пластичность, а также прочное срастание алейронового слоя с крахмалистой частью эндосперма и наличие более толстых оболочек. В результате при сортовом помолу возрастает трудность осуществления избирательного измельчения эндосперма, мука формируется с заметным присутствием в ней периферийных анатомических частей зерна.

Для снижения этого эффекта зерно ржи при подготовке к размолу подвергают интенсивному шелушению. Это оказывается возможным также и потому, что зерно ржи отличается высокой пластичностью и поэтому хорошо переносит механическое воздействие.

После очистки от примесей на воздушно-ситовом сепараторе, камнеотборнике и триерах зерно подвергают гидротермической обработке по методу холодного кондиционирования. В связи с наличием у зерна ржи пластических свойств его увлажняют в меньшей степени, чем зерно пшеницы - не выше 14,5% и отволаживают не свыше 8 часов. Затем проводят интенсивное шелушение на машинах ЗШН или же на обоечных машинах с абразивной поверхностью. При этом удаляют 2...4% оболочек, что благоприятно сказывается на белизне муки. После повторного пропуска через воздушно-ситовой сепаратор зерно доувлажняют на 0,3...0,4% и отволаживают перед размолом в течение 15...30 минут.

Технология подготовки пшеницы к сортовому помолу.

Технология муки и крупы

При сортовом помоле пшеницы к процессу подготовки зерна предъявляются повышенные требования. Кроме тщательной очистки зерна от примесей, большое внимание уделяют гидротермической обработке зерна, с целью придания ему оптимальных технологических свойств; основным вариантом ГТО является холодное кондиционирование.

Рекомендуется вести отдельно подготовку к размолу компонентов помольной смеси различной исходной характеристики. Однако это требует организации двух или более независимых технологических потоков, что осуществимо только при достаточно высокой производственной мощности мельзавода.

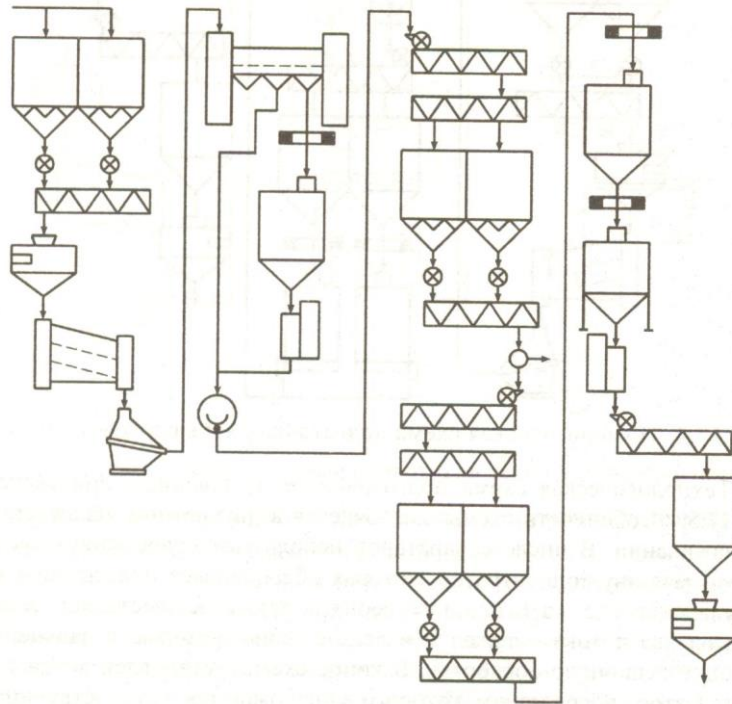


Рис. 2.5. Технологическая схема подготовки пшеницы к сортовому помолу

Предварительная очистка от примесей, до ГТО, осуществляется последовательно на воздушно-ситовом сепараторе, камнеотборнике, триере - куколеотборнике, концентраторе или триере – овсюгоотборнике. Затем проводят обработку зерна на обоенной машине и после провеивания на аспираторе осуществляют холодное кондиционирование зерна в один или два этапа, в зависимости от исходной стекловидности зерна. Для тщательной очистки поверхности зерна после ГТО его пропускают вновь через обоенную машину. Далее зерно обрабатывают на энтолейторе для уничтожения клещей и скрытой зараженности; при этом, вследствие интенсивного механического воздействия на зерно в рабочей зоне энтолейтора, происходит дополнительное разрыхление эндосперма. Завершается очистка зерна на аспираторе или воздушно-ситовом сепараторе.

Перед измельчением обязательно проводят доувлажнение зерна на 0,3...0,5% и отволаживают в течение 20...40 минут. В результате этого влажность оболочек повышается, их прочность возрастает и при измельчении они образуют

Технология муки и крупы

крупные частицы и легко выделяются в отруби при сортировании продуктов в отсевах.

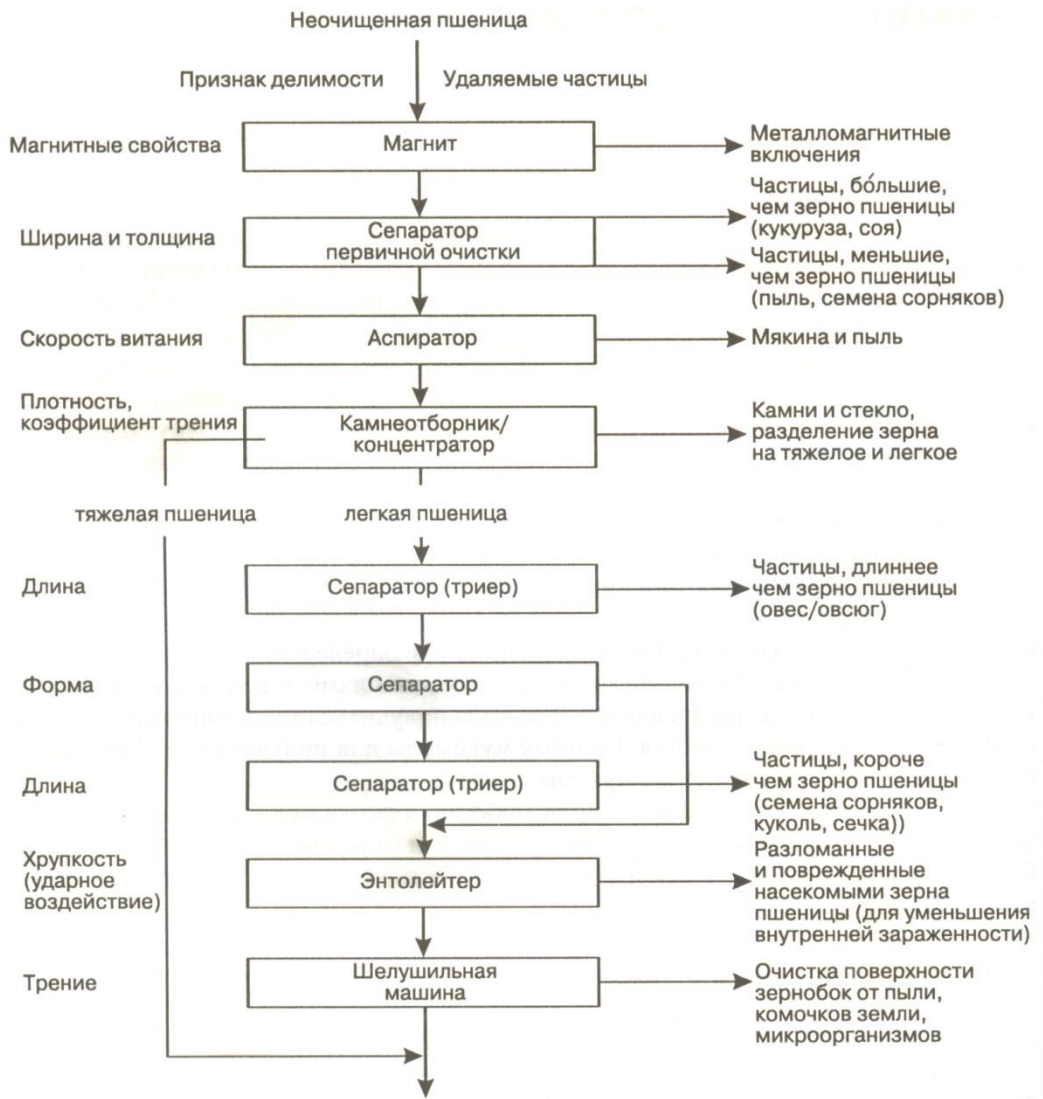


Рис. 2.6. Схема процесса подготовки пшеницы к кондиционированию

Для увлажнения зерна на всех этапах ГТО применяют шнеки интенсивного увлажнения, После закроев устанавливают дозаторы и шнеки-смесители, что позволяет формировать помольную смесь в заданном соотношении компонентов, в случае их раздельной подготовки.

Перед обоечными машинами установлены магнитные аппараты для удаления ферромагнитных примесей. В начале и в конце очистки контролируют массу зерна на автовесах.

В местности с достаточно холодной зимой, где возможно поступление на мельницу зерна с пониженной температурой, в самом начале схемы, перед первым сепаратором, необходимо установить подогреватель зерна. Для нормального протекания процессов в зерне при ГТО и помола зерна его температура должна находиться в пределах 18...22°C.

Процессы измельчения и сортирования на мукомольных заводах

Измельчение зерна и промежуточных продуктов в мукомольном производстве осуществляют на вальцовых станках.

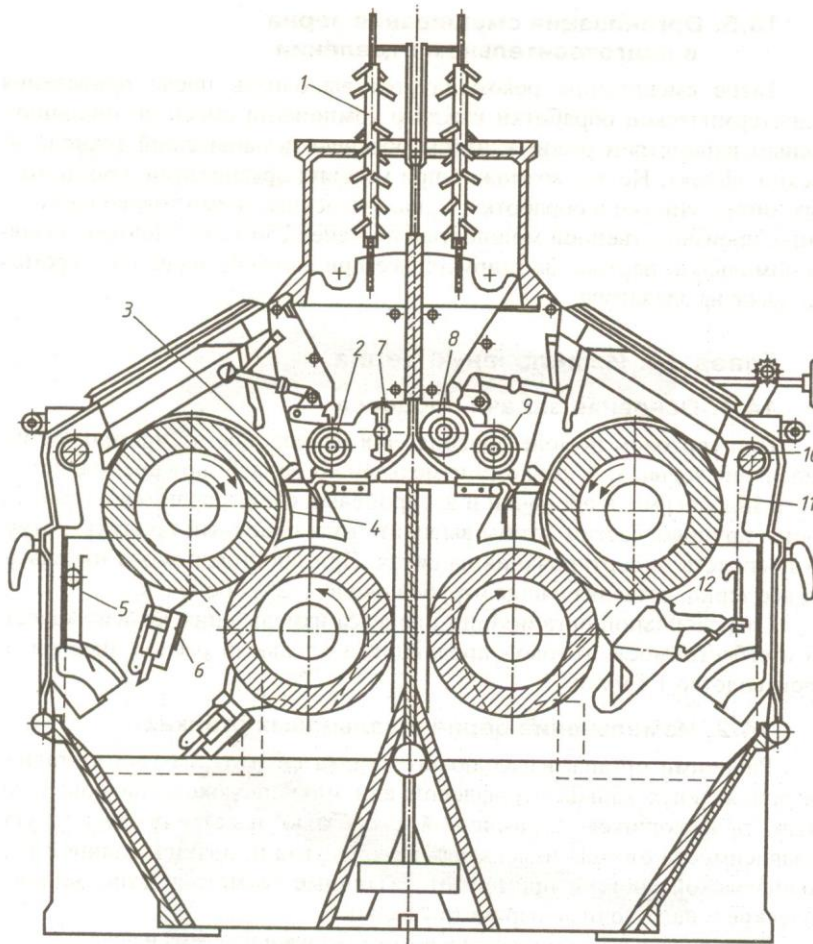


Рис. 2.7. Технологическая схема вальцового станка:

1 – датчики наличия продукта в питающей патрубке, 2,9 – питающие валики, 3,4 – ограничители сыпи, 5 – фартук вальца, 6 – щетки очистители, 7,8 – дозирующие валики, 10 – механизм выравнивания и установки подвижного вальца, 11 – тяга, 12 – нож очиститель вальца.

Рабочими органами станка являются два горизонтально расположенных цилиндрических вальца с рифленой или микрошероховатой поверхностью и вращающихся навстречу друг другу с различными скоростями. В зависимости от вида измельченного продукта, требований к операции измельчения на данном участке технологической схемы применяют различные геометрические, кинематические и нагрузочные параметры вальцов.

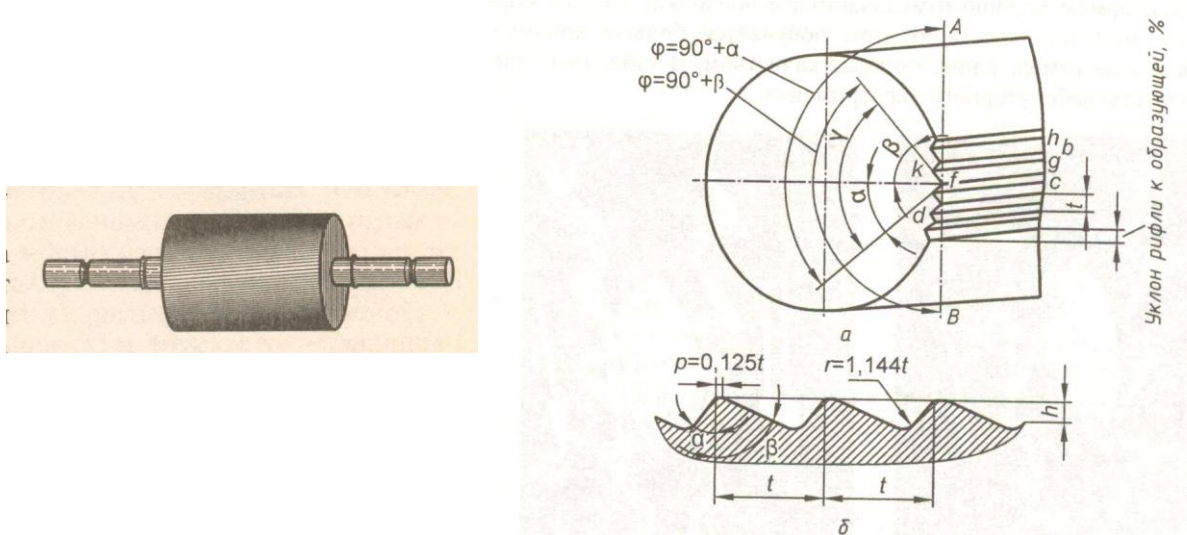


Рис. 2.8. Форма и профиль рифлей вальца

В качестве основных критериев технологической эффективности измельчения используют следующие показатели: степень измельчения материала, удельная энергоёмкость процесса, удельная нагрузка на рабочие органы машины.

Степень измельчения численно равна отношению величины суммарной поверхности частиц продукта после измельчения к ее величине до измельчения; определение ее требует особой процедуры и в производственных условиях неосуществимо. В мукомольной практике поэтому используют другой показатель - извлечение продуктов на данной технологической системе. Этот показатель представляет собой массу продукта, просеявшегося через сито с определенным размером отверстий, т.е. характеризует, как именно измельчается поступающий на систему продукт. При этом учитывают содержание таких проходовых частиц в продукте до измельчения. Расчет этого показателя ведут по формуле:

$$I = (m_2 - m_1) / (100 - m_1) \cdot 100\% ,$$

где m_2 и m_1 - относительное содержание проходовых частиц в продукте до и после вальцового станка.

Однако этот показатель отражает только количественную сторону процесса. Необходимой объективностью обладает критерий эффективности процесса измельчения, учитывающий не только извлечение $I\%$, но и относительное снижение зольности измельченных продуктов по сравнению с зольностью поступающего продукта:

$$E = I \cdot (Z_0 - Z_i) / Z_i, \%$$

где Z_0 и Z_i - зольность продукта до и после вальцового станка.

Чем выше значение E , тем на более высоком уровне проведен процесс измельчения при том же значении $I\%$.

Удельная энергоёмкость измельчения определяется как работа, затраченная на образование единицы вновь образованной поверхности частиц продукта в результате измельчения и ее оценивают обычно расходом энергии на производство 1 т готовой продукции. Удельные нагрузки на вальцовые станки выражают в кг продукта, поступающего на 1 см длины вальцев в течение суток,

Технология муки и крупы

т.е. кг/см. сутки. При сортовых помолах пшеницы удельная нагрузка составляет 65...85 кг/см. сутки, при сортовых помолах ржи и тритикале - от 70 до 170 кг/см. сутки, при простом помоле зерна в муку обойную — до 300 кг/см. сутки. Снижение удельной энергоёмкости процесса измельчения является важной инженерной задачей. Достигается ее решение в результате проведения ГТО, рациональной организации технологии помола и выбора оптимального варианта распределения продукта по измельчающим системам. Следует иметь в виду, что в общем балансе энергозатрат на помол, около 70% приходится на долю измельчения. На степень измельчения влияют: форма поверхности валцов, характеристика рифлей, отношение окружных скоростей парноработающих валцов, величина зазора между ними, удельная нагрузка, технологические свойства зерна и другие факторы. Рифли на поверхности валцов располагают не параллельно образующей, а под некоторым углом, величину которого принято измерять уклоном и выражать в %. При прочих одинаковых условиях увеличение уклона рифлей обуславливает повышение интенсивности измельчения, так как уменьшается расстояние между точками пересечения вершин рифлей парноработающих валцов.

На характер измельчения большое влияние оказывает взаимное расположение рифлей валцов, что связано с изменением угла резания. Несимметричность поперечного сечения рифлей и различие в окружных скоростях валцов обеспечивает четыре варианта расположения рифлей по отношению друг к другу. При расположении рифлей «острие по острию» грани острия обоих парноработающих валцов врезаются в частицу, когда она поступает в зону измельчения. Так как быстровращающийся валец опережает медленновращающийся, то его рифли срезают часть зерна, в то время как рифли медленновращающегося вальца сдерживают его. При расположении рифлей «спинка по спинке» эффект среза проявляется меньше. В случае установки валцов в положение «острие по острию» наряду с эндоспермом зерна интенсивно разрушаются и его оболочки, что при многосортных помолах нежелательно. При этом зольность образуемых промежуточных продуктов измельчения оказывается выше, чем при варианте «спинка по спинке».

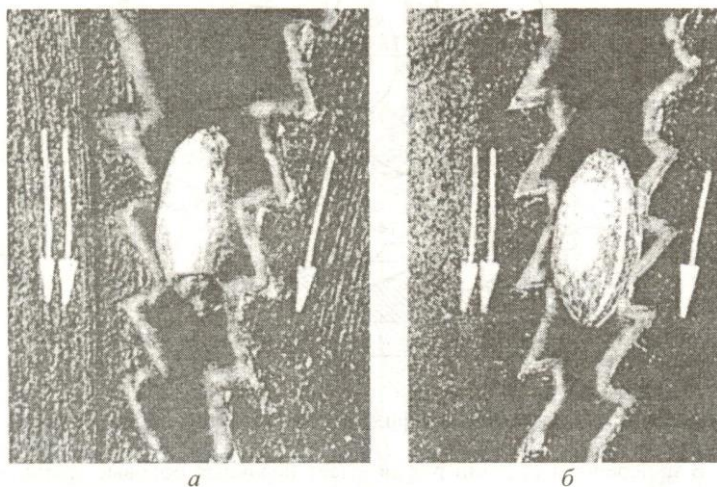


Рис. 2.9. Варианты расположения рифлей парноработающих валцов: а – «острие по острию», б – «спинка по спинке».

Заметное влияние на измельчение продуктов оказывает и уклон рифлей. Чем больше уклон рифлей, тем выше степень измельчения. Плотность рифления, т. е. количество рифлей на 1 см окружности вальца, зависит от типа помола, крупности измельчаемых частиц на данной технологической системе и их качества. Чем меньше крупность частиц, тем выше должна быть плотность рифления.

При любом взаиморасположении рифлей плотность нарезки играет важную роль: с ее увеличением измельчение продуктов на технологической системе возрастает. Это можно объяснить повышением кратности воздействия рифлей на частицы продукта в зоне измельчения.

На эффективность измельчения зерновых продуктов: степень измельчения, энергоемкость, качество получаемых продуктов, а также на производительность вальцового станка, - большое влияние оказывают кинематические параметры машины, к которым относят окружную скорость быстровращающегося (V_b) и медленновращающегося (V_m) валцов, их относительную скорость (V_o), соотношение этих скоростей (V_b/V_m).

Таким образом, эффективность измельчения зависит от многих факторов, в значительной степени она должна определяться частотой воздействия рифлей на продукт. Для определения этого числа воздействия проф. П.А.Козьмин предложил следующую формулу:

$$N = S \cdot n \cdot (V_b/V_m - 1),$$

где S - длина пути измельчения, мм - зависит от размера частицы, величины межвальцевого зазора и диаметра валцов;

n - число рифлей на 1 см окружности вальца, 1/см.

Существенно влияет на эффективность измельчения также удельная нагрузка на валцы, т. е. количество продукта, поступающего на 1 см длины парноработающих валцов в течение суток.

Сортирование продуктов измельчения зерна по крупности в технологии муки является важнейшей технологической операцией.

В мукомольном производстве при измельчении в вальцовых станках образующиеся продукты резко различаются по крупности, что значительно затрудняет их дальнейшую обработку. Эффективность операций с этими продуктами на последующих технологических системах зависит от гранулометрического состава поступающих на них продуктов: чем выше их выравненность по крупности, тем точнее можно отрегулировать режим работы этих систем и достигнуть более высокого технологического эффекта операции. Кроме того, при фракционировании продукта по крупности одновременно наблюдается и определенное разделение продуктов по добротности. Наконец, мука и отруби - конечные продукты помола также выделяются посредством сортирования продуктов на ситах.

Для сортирования продуктов измельчения по крупности в мукомольном производстве используют отсеивы. В зависимости от их конструкции они насчитывают от 14 до 22 ситовых рам, собранных по различным схемам,

что обусловлено различной характеристикой продуктов на отдельных технологических системах измельчения и разными задачами работы этих систем.

Технология муки и крупы

Наибольшее применение на отечественных мельзаводах имеют рассевы марки БРБ. Рассев РЗ-БРБ отличается большим разнообразием технологических схем, общее их число составляет 21, которые по принципу компоновки сит подразделяются на три типа.

Технологическая эффективность процесса сортирования продуктов измельчения в отсевах зависит от большого числа разнородных факторов:

свойств частиц продукта, коэффициента их трения по материалу сита, гранулометрического состава продукта, удельной нагрузки на сито, характеристики сита, особенностей конструкции отсева, кинематических параметров его работы и т.п. Многие из этих факторов взаимосвязаны и действуют совместно.

Поэтому при оценке эффективности сортирования используют обобщенные показатели: коэффициент извлечения и коэффициент недосева. Если принять, что в поступающем продукте содержание проходовых частиц составляет m_0 , то коэффициент извлечения определяется формулой:

$$n = (m_1 / m_0) \cdot 100\%,$$

где m_1 – содержание проходовых частиц в проходе.

Коэффициент недосева характеризует относительное количество проходовых частиц, оставшихся в сходовом продукте, т.е. не просеявшихся сквозь сито:

$$n = (m_0 - m_1) / m_0 \cdot 100\%.$$

Сумма этих коэффициентов равна 100%.

Выделенные в отсевах фракции крупок достаточно однородны по геометрическим размерам. Однако отдельные частицы значительно отличаются друг от друга по добротности, т.е. по содержанию эндосперма. Если частицы в процессе дробления зерна образовались из внутренних слоев эндосперма, то они представляют собой низкосоленую чистую крупку. Если же частицы получены из поверхностных слоев зерна, то они могут содержать также алейроновый слой и даже оболочки; такую крупку называют сростками. В массе крупок могут присутствовать также частицы зародыша.

Из этой разнокачественной смеси должны быть выделены частицы чистого эндосперма, при размоле которых и получают высокосортную муку. Эту задачу решают в ситовом процессе.

Принцип работы ситовых машин.

Принцип работы основан на различии крупок по плотности и аэродинамическим свойствам, обусловленном особенностями их структуры и химического состава. Известно, например, что плотность крахмала $1,4 - 1,5 \text{ г/см}^3$, белка $1,1 - 1,3$, жиров менее $1,0 \text{ г/см}^3$. Уже одно это определяет разность в плотности частиц, полученных из центральных и периферийных частей зерна, так как содержание крахмала по мере движения к центру зерна возрастает, а белка снижается. Кроме того, оболочки зерна представляют собой пористые образования, поэтому их кажущаяся плотность (определенная без удаления воздуха из них) заметно ниже плотности эндосперма. Следовательно, при создании надлежащих условий можно достичь разделения слоя крупки по плотности.

Технология муки и крупы

Если слой продукта, содержащего частицы одинакового размера, но различающиеся по плотности, привести в колебательное движение, то после некоторого времени более плотные частицы опустятся в нижний слой (потонут), а частицы меньшей плотности переместятся в верхний (всплывут). Это разделение частиц сыпучего продукта по плотности носит название стратификации.

В мукомольном производстве это явление оказалось выгодно использовать для сортирования по качеству крупки, полученной при дроблении зерна. Плотность чистой крупки выше, чем сростков, поэтому она в результате стратификации опускается вниз. Если продукт поместить на сито, то через него будут просеиваться сначала частицы чистого крахмалистого эндосперма и лишь затем частицы, содержащие на своей поверхности алейроновый слой или оболочки.

Кроме разделения по плотности крупка может быть расклассифицирована по добротности на основе различий в аэродинамических свойствах, поэтому на продукт дополнительно следует воздействовать воздушным потоком; при этом воздух должен пронизывать слой продукта снизу вверх, что способствует стратификации.

На этом принципе и сконструированы ситовые машины; основными рабочими органами являются сита, совершающие возвратно-поступательное движение под некоторым уклоном, и воздух, подаваемый под сита. Таким образом, продукт сортируется по крупности (на ситах) и по аэродинамическим и гравитационным свойствам (в восходящем потоке воздуха).

Эффективность процесса обогащения зависит от многих факторов: характеристики сит, установленных на данной ситовоечной системе, выравнивания фракции крупок по размерам, кинематических параметров работы машины и т.п.

Крупка поступает на сита, которые совершают возвратно-поступательные колебания; очень важно, чтобы продукт покрывал все сито. Для повышения эффективности процесса сквозь сито и слой продукта на нем просасывается воздух с такой скоростью, чтобы обеспечить разрыхление слоя крупок - в этом случае создаются условия для расслоения крупок по плотности частиц: более плотные опускаются вниз, к ситам, а менее плотные перемещаются в верхние слои. Так как плотность эндосперма выше плотности оболочек, то в нижних слоях оказываются более чистые крупки, низкостольные, которые и просеиваются преимущественно сквозь сито. Сростки и частицы с высоким содержанием оболочек образуют сход. Таким образом, достигается фракционирование крупок по добротности.

Подбор сит в ситовых машинах зависит от класса крупности поступающих на машину крупок, т.е. от номеров тех сит, посредством которых они были получены при сортировании на отсевах. Можно принять, что номера сит, установленных на ситовоечной системе, должны находиться внутри диапазона сит, определяющих фракцию поступающей крупки. Например, если крупка получена проходом капронового сита №7 и сходом с сита № 12, то в машине можно установить сито в пределах от №10...12 до №7...8. По ходу движения продукта в машине сита постепенно разрежают, так что в начале проходом

Технология муки и крупы

выделяют наиболее мелкую фракцию крупок, а в дальнейшем их крупность возрастает. Как правило, одновременно с этим повышается и их зольность.

Оценку технологической эффективности ситовеечного процесса следует вести по комплексному критерию эффективности, учитывающему размер извлечения обогащенной крупки, т.е. количественный показатель, и величину относительного снижения зольности:

$$E = m/M \cdot (Z_0 - Z_1)/Z_0,$$

где m - количество (масса) очищенной крупки, %;

Z_0, Z_1 — зольность поступающей на систему и извлеченной крупки, %;

M - количество поступающий на систему крупки, %.

Особенности технологии муки для макаронных изделий

К муке для макаронных изделий предъявляют особые требования и по крупности, и по характеристике клейковины. Традиционно эта мука получается при помоле твердой пшеницы Дурум, но в настоящее время широко используют также мягкую твердозерную пшеницу высокой стекловидности.

По крупности макаронная мука высшего сорта представляет собой смесь средней и мелкой крупки с небольшой примесью жестких дунстов; поэтому она получила название «крупка». Нормы устанавливают так, что при просеивании на крупочном сите №140 остаток не должен превышать 3%, а проход сита №260 - не более 12%. Для муки 1-го сорта – «полукрупки» - принято, что остаток на сите №190 должен быть не выше 3%, а проход сита №43 - не более 40%.

Зольность крупки из пшеницы Дурум ограничена величиной 0,75%, полукрупки - 1,10%, а муки 2-го сорта - 1,80%; это связано с более высокой зольностью эндосперма твердой пшеницы по сравнению с мягкой. Содержание сырой клейковины в крупке должно быть не ниже 30%, а в полукрупке - 32%, т.е. по сравнению с мукой хлебопекарной норма повышена на 2%.

Общий выход муки при макаронном помоле установлен также в размере 75%, при этом муки 2-го сорта должно быть лишь несколько процентов.

В связи с такими особыми требованиями к муке технологический процесс помола значительно усложнен. После многократного сортирования продуктов по крупности и добротности мука высшего и 1-го сортов извлекается с ситовеечных систем. Измельчение на всех системах ведут в таком режиме, чтобы формировались крупные продукты. Поэтому драной процесс удлинен до шести систем. Очень развиты ситовеечный и шлифовочный (6-8 систем) процессы. Наоборот, размольный процесс играет незначительную роль, служит только для тонкого измельчения таких продуктов, из которых невозможно получить макаронную муку заданного качества. Поэтому он сокращен и включает всего две или три системы, на которых измельчение ведут на рифленых вальцах. Полученная мука 2-го сорта не используется в макаронной промышленности, а идет в некоторые сорта хлеба, в качестве добавки к обычной муке из мягкой пшеницы. Извлечение муки второго сорта составляет 2 ...5%.

Раздел III Технология производства крупы

3.1 Ассортимент продукции крупозаводов

В технологии крупяного производства вырабатывают из зерна различных видов (форм и анатомического строения) широкий ассортимент круп с высокими пищевыми и питательными достоинствами, которые занимают важное место в рационе питания нашего народа.

Технологические свойства зерна находятся в тесной связи с цветом, крупностью, выравненностью, пленчатостью, формой, консистенцией эндосперма и его влажностью (12-14 %).

Крупяные культуры оценивают по:

- выходу и качеству крупы;
- степени отделения оболочек или пленок от ядра в шелушильных машинах;
- величине расхода энергии на 1 т выработанной продукции.

Химический состав зерна, из которого вырабатывают крупы (в %).

Таблица 3.1

Наименование	Зола	Жиры	Белки	Клетчатка	Крахмал	Сахар
Просо	4,5	3,2	13,0	11,0	65	0,20
Гречиха	2,5	2,0	12,0	14,0	67	0,40
Овес	4,7	6,2	15,0	13,0	56	-
Ячмень	4,5	2,4	11,0	5,0	66	7,0
Рис	4,5	1,8	7,0	11,0	73	-
Горох	3,0	2,0	27,0	7,0	62	-
Кукуруза	1,8	6,0	10,0	2,5	75	3,0
Пшеница	1,8	1,7	12,0	1,9	65	0,15

Крупяные культуры, особенно овес, горох, гречиха, обладают высокими пищевыми достоинствами.

Механическая прочность зерна обусловлена прочностью связи цветочных пленок (у гречихи - плодовых) с ядром, консистенцией ядра (степень стекловидности), крупностью и однородностью массы, влажностью.

Например, величина усилий для дробления ядра проса стекловидного- 29-30 кг/см², а мучнистого ядра-24-25 кг/см², ядра ячменя стекловидного- 40-42 и мучнистого 37-38 кг/см², ядра овса – 28-40 кг/см².

Плодовые оболочки проса, овса, ячменя и риса хрупки и сравнительно легко отделяются при шлифовке.

Технология муки и крупы

Чем зерно крупнее, тем менее плотно прилегают цветочные пленки, тем легче и лучше они отделяются при шелушении.

Сухое зерно проса, гречихи, риса дает большой бой ядра. Избыточно влажное зерно затрудняет процесс шелушения, т.к. цветочные пленки становятся эластичными.

Основной показатель качества большинства видов крупы - содержание доброкачественного ядра, в крупе ограничивают также содержание органической и минеральной вредной, металломагнитной примесей, нешелушенных зерен, в целой крупе ограничивают количество дробленой крупы.

Для дробленой номерной крупы установлен такой показатель качества, как выравненность, т.е. количество частиц определенной крупности.

Для отдельных видов крупы действует ряд дополнительных показателей качества, например содержание пожелтевших, клейких зерен в рисовой крупе, кислотность и зольность в хлопьях, содержание нешелушенных зерен и мучки в ячменной крупе и ряд других.

Влажность установлена для крупы текущего потребления и длительного хранения в зависимости от вида крупы.

Ассортимент продукции крупозаводов

Таблица 3.1.

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта
Рис	Рис шлифованный	Высший, первый, второй, третий сорта
	Рис дробленый шлифованный	На сорта не делится
	Рис шлифованный для производства детского питания	Высший, первый сорта
Гречиха	Ядрица	Первый, второй, третий сорта
	Продел	На сорта не делится
	Ядрица быстро разваривающаяся	Первый, второй, третий сорта
	Продел быстро разваривающийся	На сорта не делится
	Ядрица, быстро разваривающаяся для производства детского питания	Первый сорт
	Крупа гречневая, не требующая варки	На сорта не делится
Овес	Крупа овсяная не дробленая	Высший, первый, второй, третий

Технология муки и крупы

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта
	Крупа овсяная плющенная Крупа овсяная для производства детского питания Овсяные хлопья Геркулес Овсяные хлопья Экстра Толокно Толокно для детского питания	сорта Высший, первый, второй, третий сорта Высший сорт На сорта и номера не делятся № 1, 2, 3 На сорта не делится На сорта не делится
Просо	Пшено шлифованное Пшено шлифованное быстро разваривающееся	Высший, первый, второй, третий сорта Высший, первый, второй, третий сорта
Ячмень	Крупа перловая Крупа ячневая Крупа ячневая быстро разваривающаяся Крупа перловая с сокращенным временем варки Крупа ячневая, не требующая варки	№ 1, 2, 3, 4, 5 № 1, 2, 3 № 1, 2, 3 № 1, 2, 3, 4, 5 На сорта и номера не делятся
Горох	Горох шелушенный целый Горох шелушенный молотый Крупа гороховая быстро разваривающаяся	Первый, второй сорта Первый, второй сорта На сорта и номера не делятся
Кукуруза	Крупа кукурузная шлифованная Крупа кукурузная крупная для хлопьев Крупа кукурузная мелкая для	№ 1, 2, 3, 4, 5 На сорта и номера не делятся На сорта и номера не делятся На сорта и номера не делятся

Технология муки и крупы

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта
	палочек Мука кукурузная	
Пшеница	Крупа пшеничная Полтавская Артек Крупа пшеничная быстро разваривающаяся Крупа повышенной питательной ценности Юбилейная Здоровье Спортивная Пионерская Сильная Южная Флотская Союзная	№ 1, 2, 3, 4 № 1, 2, 3 На сорта и номера не делятся

Нормы качества крупы всех видов и сортов (а также толокна и хлопьев) регламентируются ГОСТ, ТУ или Временными нормами качества.

3.2. Очистка зерна крупяных культур от примесей

В элеваторах крупяных заводов формируют крупные партии зерна, которые можно перерабатывать при стабильной работе технологического оборудования со стабильными конечными результатами. При составлении партий подбирают однородное зерно, имеющее примерно одинаковые показатели качества – влажность, содержание испорченных зерен, примесей и т.д.

В элеваторе осуществляют предварительную очистку зерен от примесей, его сушку. Особенно важно выделить мелкое зерно, которое можно использовать для производства комбикормов. Многочисленные исследования показали, что зерна мелких фракций мало отличаются по химическому составу от более крупных,

Технология муки и крупы

поэтому целесообразно отделение такого зерна в элеваторах, что улучшает технологические свойства основной партии, передаваемой для переработки.

Технологическая схема подготовки зерна к переработке не может быть универсальной, так как зерно имеет различные размеры, форму, примеси, в том числе трудноотделимые. При подготовке зерна применяют разные способы гидротермической обработки или избегают ее применения. Последовательность операций при подготовке зерна к переработке общая для всех крупяных культур, хотя количество этих операций может быть различным, т.е. могут отсутствовать те или иные операции.

Подготовка зерна к переработке начинается с бункеров для неочищенного зерна, вместимость которых должна обеспечивать устойчивую работу крупяного завода в течение 28...30 ч, т.е. более 1 сут. Зерно, подаваемое на переработку, взвешивают на автоматических весах для определения его количества.

В крупяном сырье часто содержится большое количество различных примесей, которые должны быть выделены. Невыделенные и попавшие в крупу примеси ухудшают ее качество, делают невозможным получение крупы высших сортов или стандартной.

Большинство примесей, находящихся в зерновой массе, отличается от зерна основной культуры физическими свойствами: размерами (тремя или двумя), длиной (одним из размеров), плотностью (удельным весом), аэродинамическими свойствами (сопротивлением воздушному потоку), магнитными свойствами (металломагнитные примеси), формой, коэффициентами внешнего и внутреннего трения, упругими свойствами, электрофизическими свойствами, прочностью, цветом и т.д.

Выделение примесей, как и любое другое разделение смеси на две или несколько фракций, называют сепарированием, а применяемые для этого машины – сепараторами. Отделение примесей, отличающихся от зерна двумя-тремя размерами, производят на ситах, размеры отверстий которых подбирают таким образом, чтобы через них просеялись примеси, а зерно основной культуры осталось, или наоборот – просеялись зерна основной культуры, а примеси – остались.

Примеси, отличающиеся одним размером – длиной, выделяют в триерах, по плотности – в камнеотборочных машинах, аэродинамическими свойствами – в воздушных сепараторах-аспираторах, металломагнитные примеси – в магнитных сепараторах и т.д.

Во всех случаях очистка зерна от примесей начинается с его сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, применяя две-три последовательно установленные системы. В сепараторах выделяют основную массу крупных, мелких и легких примесей.

Размер и форма отверстий сит в сепараторах устанавливается в зависимости от перерабатываемой крупяной культуры.

Однако общий принцип подбора формы и размеров отверстий сит сводится к тому, что приемные сита сепараторов должны полностью выделять грубые примеси, а также равномерно распределять зерно при его поступлении на сортировочные сита. На сортировочных ситах выделяют крупные примеси.

Технология муки и крупы

Однако не всегда на сепараторах удается в полной мере выделить мелкое зерно, для дополнительного выделения которого применяют просеивающие машины – крупосортировки и рассевы. Кроме того, в этих машинах возможно, если необходимо, разделение зерна на две-три фракции с последующей их раздельной обработкой. Далее зерно общим потоком или по фракциям направляют для отделения минеральных примесей в камнеотделительные машины.

Для ряда крупяных культур (кроме гороха и кукурузы) устанавливают либо овсюгоотборочные, либо куколеотборочные машины, либо и те и другие. Дополнительное выделение легких примесей может быть произведено в воздушных сепараторах, дуоаспираторах, аспирационных колонках, пневмоканалах.

Некоторые примеси отличаются от зерна основной культуры формой и состоянием поверхности, а также фрикционными свойствами, т.е. коэффициентом трения о поверхность.

Пример фрикционного сепаратора – горохоотборочная ленточная машина. В этой машине полноценные добротные семена гороха могут быть отделены от различных примесей – незрелого и поврежденного гороха, изъеденного гороховой зерновкой или плодояжкой. Семена добротного гороха имеют правильную шаровидную форму, поэтому они легко скатываются по наклонной плоскости.

Некоторые примеси отличаются от основного зерна и продукта цветом. Для выделения этих примесей применяют фотоэлектронные сепараторы. Недостаток таких сепараторов – небольшая производительность – устранен в связи с применением микропроцессорной техники. Созданы сепараторы, производительность которых при сортировании рисовой крупы составляет 6...12 т/ч.

Принцип действия сепараторов заключается в том, что при прохождении по каналам цвет каждого зерна сравнивается с цветом эталонов. В случае несовпадения с цветом эталона это зерно воздушной струей сдувается в сторону.

Эффективность работы зерноочистительных машин тем выше, чем большее количество примесей выделено из зерна. Однако стремление выделить максимальное количество примесей может привести к тому, что в отходы может попасть и большое количество зерна. При нормальной работе зерноочистительных машин содержание зерна в отходах не должно превышать 2% массы отходов.

В этом случае эффективность работы E (%) машин может быть определена по формуле:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100,$$

где C_1 – содержание примесей в зерне, поступающем в машину, %; C_2 – содержание примесей в зерне, выходящем из машины, %.

В том случае, когда количество зерна в отходах превышает 2%, может быть применена другая формула:

$$E = \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right) \cdot (100 - m),$$

где m – содержание зерна в отходах по отношению к их массе, %.

3.3. Гидротермическая обработка (ГТО) крупяного зерна

Для улучшения технологических свойств зерна применяют ГТО, заключающуюся в воздействии на зерно влаги (пара) и тепла. В результате такого воздействия происходит направленное изменение свойств составных частей зерна – ядра и оболочек. При применении рациональных способов и режимов обработки оболочки легче отделяются от ядра, ядро меньше дробится, что ведет к повышению выхода крупы и улучшению ее качества.

В настоящее время на крупяных заводах применяют в основном два способа ГТО зерна. Первый способ заключается в пропаривании зерна, его кратковременном отволаживании, сушке и охлаждении. Этот способ используют в технологии переработки гречихи, овса и гороха. Второй способ – увлажнение зерна с последующим отволаживанием – применяют для пшеницы и кукурузы.

При первом способе добиваются повышения прочности ядра при пропаривании и повышении хрупкости оболочек в результате резкого снижения их влажности при сушке и охлаждении.

При обработке паром зерно увлажняется и прогревается одновременно. В результате конденсации пара на более холодном зерне образуется пленка воды, быстро проникающей в глубь зерна. Выделение теплоты парообразования при конденсации пара резко повышает температуру зерна, которая повышается также и в результате действия температуры паровоздушной среды в пропаривателе.

Из-за проникновения влаги в глубь ядра и прогрева оно пластифицируется, т.е. становится менее хрупким, в меньшей степени разрушается при дальнейших механических воздействиях в процессе шелушения. Пропаривание зерна характеризуется двумя параметрами – давлением пара и длительностью (экспозицией) пропаривания. Установлено, что чем выше давление пара и длительность пропаривания, тем более высокую влажность и температуру имеет зерно.

Выбор режимов пропаривания зависит от достижения зерном наиболее высоких технологических свойств. Пропаривание вызывает тепловую деструкцию крахмала с образованием декстринов. Оклеистеризованный крахмал и декстрины обладают клеящими свойствами, делают структуру ядра более монолитной. Этому способствуют также частичная денатурация белков, т.е. снижение их растворимости, в результате чего создается впечатление, что белок и крахмальные гранулы склеиваются в единую монолитную массу. Следует отметить, что такое изменение структуры делает ядро более устойчивым прежде всего к ударным нагрузкам, оно меньше дробится при шелушении и шлифовании.

Параметры пропаривания неодинаково влияют на технологические свойства зерна. Так, замечено, что повышение давления пара и длительности пропаривания снижает выход дробленого ядра и повышает эффективность шелушения зерна гречихи, поэтому для нее приняты наиболее жесткие

Технология муки и крупы

параметры, а именно давление пара до 0,30 МПа (при таком давлении пара температура его достигает 143°C) и экспозиция – 5 мин. Более высокие параметры обработки ухудшают потребительские достоинства крупы.

Для овса зависимость эффективности переработки от параметров гидротермической обработки несколько иная. Хорошие результаты получают при пропаривании зерна овса паром давлением 0,05...0,10 МПа в течение 3...5 мин. Более высокие параметры пропаривания не приводят к лучшим результатам. Влияние параметров пропаривания риса на его технологические свойства отличается от рассмотренных выше.

В результате пропаривания зерна увлажняется не только ядро, но и оболочки, состоящие в основном из клетчатки и минеральных веществ. Эти компоненты претерпевают незначительные изменения, хотя из-за большого количества капилляров они интенсивно насыщаются влагой, которая проникает в пространство между оболочками и ядром, ослабляет их связь или способствует отслаиванию оболочек от ядра. Этому способствует и набухание полимеров зерна при увлажнении и прогреве.

Пропаривают зерно в пропаривателях непрерывного и периодического действия. Пропариватели непрерывного действия – шнековые горизонтальные, компактны, конструктивно просты, не требуют бункеров до и после аппарата. Их достоинство – равномерное пропаривание зерна, так как в процессе обработки оно постоянно перемешивается. Их недостатки – невозможность создания высокого давления в рабочей камере, отсутствие регулирования длительности пропаривания. В лучшем случае в них можно создать давление 0,03...0,05 МПа.

Пропариватели периодического действия А9-БПБ не имеют недостатков, свойственных пропаривателям непрерывного действия. Так, в них можно обрабатывать зерно при практически любых допустимых давлениях, регулировать длительность пропаривания. Пропаривание производят в автоматическом режиме, по командам с пульта управления. Зерно загружают в сосуд аппарата (длительность пропаривания 1...6 мин в зависимости от вида и качества зерна), выгружают через разгрузочный затвор. Максимальная длительность цикла около 8 мин. При пропаривании гречихи с использованием рекомендуемых режимов ее влажность повышается на 3,5...4,5%. Недостатки пропаривателя периодического действия: большие габариты, обязательное наличие бункеров до и после аппарата, недостаточная равномерность пропаривания зерна (особенно при относительно низких давлениях пара и длительности пропаривания, так как зерно пропаривается в неподвижном слое). При пропаривании зерна некоторых культур, например овса, в результате набухания затрудняется его выпуск. В настоящее время пропариватели периодического действия применяют только для пропаривания зерна гречихи, так как только в них можно обеспечить необходимое давление пара. Для пропаривания овса применяют пропариватели непрерывного действия, так как при обработке зерна не требуется высоких параметров пара.

Пропаривание – начальный этап обработки, после которого следует непродолжительное отволаживание. В процессе отволаживания завершаются преобразования, начатые при пропаривании, при этом влага продолжает поступать в ядро, протекают физико-химические процессы. Так как из

Технология муки и крупы

пропаривателя выходит нагретое и влажное зерно, то его следует отволаживать в бункерах, имеющих теплоизолированные стенки и днища. В противном случае интенсивное испарение влаги из горячего влажного зерна вызовет значительную конденсацию влаги на стенках бункеров, что затруднит истечение из них зерна.

Сушка зерна – важный этап ГТО, в результате которого зерно приобретает оптимальную для дальнейшей переработки влажность, не превышающую норм, установленных стандартом.

Однако сушка не просто снижает влажность зерна, но и усиливает преобразования структурно-механических свойств оболочек и ядра. В результате сушки оболочки, находящиеся на поверхности зерна и имеющие структуру с крупными капиллярами, сравнительно легко отдают влагу. Ядро, находящееся внутри зерна и более прочно удерживающее влагу, высыхает значительно медленнее, поэтому в процессе сушки возникают различия во влажности оболочек и ядра. Оболочки со значительно более низкой (на 3...8%) влажностью по сравнению с ядром. Сухие оболочки более хрупки, легко раскалываются при шелушении и отделяются от ядра, которое, имея достаточно высокую влажность, остается пластичным и мало дробится при механическом воздействии на зерно. Хрупкость оболочек повышается не только в результате снижения влажности, но и из-за их частичного растрескивания при обезвоживании.

Сушку следует проводить довольно быстро, чтобы влага из влажного ядра не успевала переходить к сухим оболочкам. Пересушивание зерна при гидротермической обработке резко повышает хрупкость не только оболочек, но и ядра, ведет к его растрескиванию и снижению механической прочности.

Сушат зерно в вертикальных паровых сушилках. Нагрев зерна в таких сушилках осуществляется благодаря его контакту с горизонтальными паровыми трубками, в которые подают пар под давлением 0,2...0,5 МПа при температуре 133...158°C. Проходя вплотную с паровыми трубами, зерно нагревается, влага испаряется и удаляется с помощью аспирации из шахты сушилки. Используют также воздушные сушилки, в которых зерно сушат воздухом, нагретым в паровых или электрических калориферах.

После сушки горячее зерно охлаждают либо в специальных охладительных колонках, либо в воздушных сепараторах, но не с замкнутым циклом воздуха. Иногда зерно охлаждают в процессе транспортирования, при пневмотранспортировании. Охлаждение способствует дальнейшему снижению влажности зерна (хотя и незначительному). При охлаждении также повышается хрупкость оболочек в результате снижения их температуры и влажности, но одновременно то же самое происходит и с ядром, поэтому на некоторых заводах зерно не охлаждают, а перерабатывают теплым, температурой 35...40°C.

Второй способ ГТО зерна включает две операции – увлажнение (пропаривание) и отволаживание.

Увлажнение зерна производят в увлажнительных аппаратах, широко применяющихся в мукомольном производстве. Сразу после увлажнения вода сосредотачивается в оболочках зерна, заполняет его капилляры, затем начинает проникать в ядро. Сам процесс увлажнения весьма краток, он происходит в течение нескольких десятков секунд, учитывая непосредственную подачу воды, а

Технология муки и крупы

также перемешивание зерна с водой в шнеках перед направлением в бункера для отволаживания.

Увлажнение оболочек несколько размягчает их, последующее проникновение влаги в наружный слой эндосперма ослабляет его связь с оболочками. Гидротермическая обработка зерна кукурузы способствует также лучшему отделению зародыша. При дроблении зерна влажный зародыш остается целым, ослабляется его связь с эндоспермом.

Для более эффективного изменения свойств составных частей зерна и увлажнения применяют теплую воду температурой 35...40°C. Увлажнение может быть заменено кратковременным пропариванием зерна в пропаривателях непрерывного действия при давлении пара до 0,1 МПа. Пропаривание обеспечивает не только увлажнение, но и прогрев зерна.

Конечная влажность зерна после увлажнения зависит от его вида и конечных целей переработки. Например, может быть 15...16 и 19...22%. Это объясняется тем, что в первом случае получают мелкую крупу для палочек, поэтому при первичном дроблении для выделения зародыша эндосперм может быть раздроблен на сравнительно мелкие части. Во втором случае получают крупную крупу для хлопьев. В этом случае нужно дробить более влажное зерно, при этом получают крупные части эндосперма.

Отволаживание зерна необходимо для проникновения влаги в пространство между оболочками и ядром, в результате чего происходит отслаивание оболочек вследствие неравномерного набухания составных частей зерна, размягчения оболочек и наружных слоев ядра. С этим связана сравнительная кратковременность отволаживания. Во всех случаях длительность отволаживания зерна не превышает 2...3 ч. Данный способ может быть применен и для обработки овса в тех случаях, когда его шелушат способом однократного удара в центробежных шелушителях.

Параметры гидротермической обработки зависят от вида зерна, в отдельных случаях от способов его шелушения и ассортимента вырабатываемой продукции.

Эффективность работы оборудования подготовительного отделения приведена в табл. 3.2:

Таблица 3.2

<i>Оборудование</i>	<i>Эффективность работы</i>
Сепараторы, аспираторы с замкнутым циклом воздуха (после всех последовательных пропусков)	Полное отделение крупного сора. Отделение мелкого и легкого сора не менее 95%
Триеры	Отделение куколя и коротких примесей не менее 90%. Отделение овсюга, овса, ячменя не менее 80%
Обоечные машины (для пшеницы)	Снижение зольности после одного пропуска на 0,04... 0,06%, после второго пропуска на 0,03... 0,05%

Технология муки и крупы

Камнеотделительные машины	Содержание минеральной примеси в зерне после камнеотборника не более 0,05... 0,1%
Сушилки	Влажность зерна после сушилки не выше для (%) : - гречихи 13,5; - овса 10,0; - гороха 15,0
Охладительные колонки	Температура охлаждения зерна не более чем на 6...8°C выше температуры воздуха в производственном помещении
Аппарат для увлажнения	Влажность зерна после увлажнения должна быть для (%): - пшеницы – 14,5... 15; - кукурузы – 15... 16 (при выработке пятиномерной крупы), 19... 22 при выработке крупы для хлопьев и палочек;
Магнитные аппараты	Содержание металломагнитных примесей в продукции перед выбоём должно быть не выше 3 мг. на 1 кг. крупы

3.4. Технология переработки зерна в крупу

Не все операции необходимы в технологии переработки каждой крупяной культуры, однако шелушение и сортирование продуктов шелушения обязательны для всех культур без исключения.

Сортирование (фракционирование) зерна на начальном этапе переработки на фракции способствует лучшему его шелушению, а в отдельных случаях – выделению после шелушения оставшихся в смеси нешелушенных зерен, дополнительному выделению примесей. Сортирование проводят в отсевах, крупосортировочных машинах, в отдельных случаях – в воздушно-ситовых сепараторах. Рабочие органы просеивающих машин должны быть подобраны так, чтобы достичь наибольшей эффективности сортирования.

Шелушение зерна – одна из основных операций, от эффективности которой в значительной степени зависит выход и качество крупы. Сущность процесса шелушения заключается в отделении наружных оболочек – цветковых, плодовых или семенных – от ядра.

В связи с большим разнообразием свойств зерна крупяных культур применяют разные способы его шелушения. Выбор способов шелушения и шелушительных машин, в которых воплощены эти способы, зависит от нескольких

Технология муки и крупы

факторов. Во-первых, имеет большое значение прочность связи оболочек и ядра, прочная – оболочки срослись с ядром, непрочная – оболочки с ядром не срослись. Во-вторых, выбор способа шелушения зависит от прочности ядра. В-третьих, имеет значение ассортимент крупы, вырабатываемой из данного зерна, т.е. вырабатывают целую или дробленую крупу.

В современных шелушительных машинах использован один из трех основных способов шелушения зерна: сжатие и сдвиг, однократный или многократный удар, продолжительное истирание (соскабливание) оболочек.

При сжатии и сдвиге рабочие органы шелушительных машин – две поверхности из сравнительно жесткого или упругого материала, расстояние между которыми меньше размеров зерна. Одна из поверхностей подвижна, вторая неподвижна, или движутся обе поверхности, но с разными скоростями.

Зерно, попадая в зону между поверхностями, сжимается, при этом оболочки раскалываются, а при относительном движении поверхностей происходит сдвиг оболочек, в результате чего они отделяются от ядра. Такой способ эффективен лишь для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, а именно риса, гречихи, проса и овса. Основные машины, работающие по этому принципу, - вальцедековые станки, шелушительные поставы, шелушители с обрешеченными валками.

При однократном и многократном ударе шелушение происходит в результате удара зерна о твердую поверхность. При ударе оболочки раскалываются, ядро освобождается. Если оболочки плотно соединены с ядром, то в результате многочисленных ударов, сопровождающихся трением зерна о поверхность удара, оболочки постепенно скалываются.

Способ шелушения зерна многократным ударом применяют в тех случаях, когда зерно имеет нехрупкое ядро. Например, для риса и гречихи этот способ не может быть приемлемым, так как ядро у этих культур хрупкое и будет легко раскалываться при шелушении. Этот способ можно применять для шелушения зерна с относительно хрупким ядром, но только в том случае, когда из этого зерна получают не целую, а дробленую крупу.

Многократный удар используют и для шелушения зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, и для шелушения зерна, у которого оболочки срослись с ядром, но при его переработке получают дробленую крупу, а именно ячменя, пшеницы, кукурузы. Однократный удар может быть применен для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, а ядро не хрупкое, как у зерна овса. На принципе многократного удара основана работа бичевых обочных машин, однократного – центробежного шелушителя.

Шелушение истиранием зерна об острошероховатую поверхность применяют для зерна тех культур, у которых оболочки плотно срослись с ядром (ячмень, горох, пшеница, кукуруза). В этом случае шелушение зерна приводит к меньшему его дроблению по сравнению с шелушением многократным ударом.

Основные машины, работающие по этому принципу, - вертикальные шелушительно-шлифовальные машины типа ЗШН. Общие требования к шелушительным машинам заключаются в том, чтобы они шелушили максимальное количество зерна при минимальном дроблении ядра.

Технология муки и крупы

Технологическую эффективность шелушения оценивают коэффициентом шелушения и коэффициентом цельности ядра.

Отношение количества нешелушенных зерен, подвергшихся шелушению, к количеству нешелушенных зерен, поступивших в машину, выраженное в процентах, принято называть коэффициентом шелушения $K_{ш}$, который определяют по формуле (%):

$$K_{ш} = [(N_1 - N_2) / N_1] \cdot 100,$$

где N_1 – содержание нешелушенных зерен в продукте, поступающем на шелушение, %;

N_2 – количество нешелушенных зерен в продукте после шелушения, %.

При первичном шелушении зерна, если в нем не содержится шелушенных зерен, формула приобретает вид (%):

$$K_{ш} = \frac{100 - H_2}{100} \cdot 100.$$

Коэффициент шелушения можно рассматривать как количественный показатель работы шелушительной машины. Практически на любой шелушительной машине можно получить коэффициент шелушения, близкий к 100%. Однако стремление к этому может привести к резкому повышению дробимости ядра, что ухудшит результаты шелушения.

Качественным показателем процесса шелушения можно считать коэффициент цельности ядра - $K_{ц.я}$:

$$K_{ц.я} = \frac{K_2 - K_1}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)},$$

где K_1 , d_1 , m_1 – соответственно содержание целого, дробленого ядра и мучки в продукте, поступающем на шелушение, %;

K_2 , d_2 , m_2 – соответственно содержание целого, дробленого ядра и мучки в продукте после шелушения, %.

Эта формула показывает, что с увеличением выхода дробленого ядра и мучки при шелушении коэффициент цельности ядра снижается.

Коэффициент цельности ядра зависит от состояния рабочих органов машин, технологических свойств зерна и других факторов. Он изменяется также в зависимости от коэффициента шелушения. Коэффициент цельности ядра снижается с увеличением коэффициента шелушения. Объясняется это так: чтобы повысить коэффициент шелушения в шелушительных машинах, либо уменьшают зазор, либо повышают скорость рабочих органов, продолжительность обработки зерна и т.д. Все это, повышая коэффициент шелушения зерна, неизбежно приводит к большей дробимости ядра, причем наиболее резкое повышение дробимости ядра начинается при достижении какого-то значения коэффициента шелушения.

Общую эффективность процесса E шелушения зерна можно оценить с учетом количественного и качественного показателей процесса:

$$E = K_{ш} \cdot K_{ц.я}.$$

Общая эффективность процесса шелушения E с повышением коэффициента шелушения $K_{ш}$ возрастает, затем она начинает снижаться в результате резкого уменьшения коэффициента цельности ядра. Шелушение зерна следует вести в

Технология муки и крупы

условиях, обеспечивающих наиболее высокую его эффективность. Для овса и проса рекомендуют коэффициенты шелушения 80...95%, а для гречихи – 45...55%.

На эффективность шелушения зерна влияют его технологические свойства, а также условия эксплуатации шелушительных машин. Из технологических свойств зерна на эффективность его шелушения оказывают значительное влияние влажность, крупность и выравненность, содержание шелушенных зерен.

Влажность зерна неоднозначно влияет на эффективность шелушения. С повышением влажности эффективность шелушения снижается, так как влажные оболочки менее хрупки и труднее отделяются от ядра. Сухое зерно шелушится лучше, но при этом часто существенно повышается выход дробленого ядра. Выравненное, разделенное на фракции зерно шелушится лучше, особенно снижает эффективность шелушения наличие неотделенного мелкого зерна.

В результате шелушения зерна получают смесь, которая состоит из пяти основных продуктов. Первый продукт – нешелушеное зерно или ядро, представляющие собой готовую крупу или полуфабрикат для ее получения.

Второй продукт – нешелушеное зерно, остающееся в смеси, так как полного шелушения зерна ни в одной машине не происходит. Выделенные нешелушенные зерна должны быть подвергнуты повторному шелушению.

Третий продукт – лузга, свободные оболочки, которые отделены при шелушении.

Четвертый продукт – дробленое ядро, которое образуется при дроблении целого ядра. Дробленое ядро некоторых культур (риса, гречихи, гороха) используют в качестве пищевого продукта либо непосредственно (гречневый продел), либо после дополнительной обработки. При переработке зерна других крупяных культур дробленое ядро используется как кормовой продукт. Исключение составляет дробленое ядро номерной крупы, являющейся основным продуктом.

Пятый продукт – мучка, представляющая собой мелко измельченные частицы ядра и оболочек. Мучка – ценный кормовой продукт, используемый чаще всего для производства комбикормов и кормовых смесей.

Следующая после шелушения операция – сортирование продуктов шелушения. Процесс сортирования продуктов шелушения включает просеивающие машины для отделения мучки и дробленки, воздушные сепараторы для отделения лузги, машины для разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен (крупноотделительная машина).

Мучка и дробленое ядро имеют меньшие размеры по сравнению с целым ядром, поэтому их выделяют в просеивающих машинах. Крупность мучки и дробленки определяется стандартами на крупу и крупяные продукты, она варьирует в зависимости от определенного подбора металлотканых или штампованных сит. Так, гречневое дробленое ядро (продел) получают проходом через сито с продолговатыми отверстиями размерами 1,6х20 мм и сходом металлотканого сита № 08. Мучку получают проходом через сито № 08.

После выделения мучки и дробленки из оставшейся смеси может быть выделена лузга в воздушных сепараторах. В дальнейшем возможно разделение оставшейся смеси шелушенных и нешелушенных зерен для последующего

Технология муки и крупы

повторного шелушения последних. Выделяют мучку, дробленку и лузгу в просеивающих и провеивающих машинах. Существуют некоторые особенности применения тех или иных машин в технологии переработки зерна различных крупяных культур. Разделение шелушенных и нешелушенных зерен, т.е. крупотделение, возможно в просеивающих машинах, триерах и специальных крупотделительных машинах. Применяют для тех крупяных культур, зерно которых имеет оболочки, не сросшиеся с ядром. В этом случае после шелушения получают две фракции – ядро и нешелушеное зерно.

Если пленки плотно срослись с ядром, то при шелушении такого зерна наряду с полностью шелушенными и нешелушенными зернами могут встречаться частично шелушенные зерна, причем степень отделения оболочек будет различной. В такой смеси невозможно провести четкую границу между шелушенными и нешелушенными зернами, поэтому разделить такие зерна на две фракции практически невозможно. В этом случае нешелушенные зерна повторно шелушат в смеси с шелушенными зернами.

Это шелушение без промежуточного отбора ядра, т.е. без разделения шелушенных и нешелушенных зерен, предусматривает многократную обработку смеси шелушенных и нешелушенных зерен до тех пор, пока в смеси не останется меньшего количества нешелушенных зерен, чем предусмотрено стандартом для крупы. Недостаток этой схемы - повторный пропуск через шелушительные машины значительного количества шелушенных зерен. Применяют, например, при шелушении проса.

Целесообразнее же на повторное шелушение направлять только нешелушеное зерно, количество которого значительно меньше, чем шелушеного. Это снижает загрузку машин, предотвращает повторную обработку шелушенных зерен, сокращает выход дробленого ядра и мучки.

Эффективность крупотделения (разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен) основана на различиях в физических свойствах компонентов смеси. Шелушенные зерна отличаются от нешелушенных меньшими размерами, большей плотностью (меньшей массой, большими коэффициентами трения и т.д.).

Смесь разделяют, используя различия в одном из признаков или комплексе свойств.

Технология муки и крупы

Классификация методов крупотделения.

Признаки делимости	Культура	Оборудование
Размеры (ширина, толщина)	Гречиха	Просеивающие машины (рассевы, крупосортировочные и другие машины)
Длина	Овес (рис)	Триеры
Комплекс свойств, обеспечивающих самосортирование смеси (плотность, масса, размеры и т.д.)	Рис, овес (гречиха, просо)	Крупотделительные машины (падди-машины, крупотделительные машины А1-БКО, самотечные крупотделительные машины)

В результате крупотделения стремятся получить две фракции продуктов, которые отличаются составом шелушенных и нешелушенных зерен. Чем меньше во фракции шелушенных зерен (ядра) нешелушенных зерен и, наоборот, во фракции нешелушенных зерен – ядра, тем выше эффективность процесса. Идеальный случай сортирования, когда в одной из фракций только ядро, а в другой – только нешелушенные зерна. При этом эффективность крупотделения равна 100%, или 1, если она оценивается в долях единицы.

Целое или дробленое ядро, получаемое после шелушения зерна, - еще не готовая крупа. На поверхности ядра остаются плодовые, семенные оболочки, алейроновый слой, содержащие значительное количество клетчатки, минеральных веществ. Некоторые оболочки имеют разную окраску, что придает шелушеному зерну (ядру) непривлекательный вид. Содержащий большое количество жира зародыш способствует быстрой порче крупы, поэтому его следует удалить.

Удаляют оставшиеся оболочки и зародыш в процессе шлифования крупы, что улучшает внешний вид крупы, сокращает время ее варки, повышает стойкость при хранении. Шлифуют ядро либо на специальных шлифовальных машинах, либо используют для этой цели некоторые шелушильные машины.

Принцип действия большинства машин заключается в интенсивном трении зерна о движущиеся абразивные или другие поверхности, неподвижные ситовые или выполненные из другого материала поверхности, а также во взаимном интенсивном трении ядер.

Эффективность работы шлифовальных машин оценивают выходом мучки и дробленого ядра, а также сравнением качества полученной крупы с эталонными образцами.

При шлифовании ядра большое количество белка, жира, витаминов переходит в мучку – основной побочный продукт. В мучке высока концентрация белка и особенно жира, благодаря чему многие ее виды весьма нестойки при хранении.

Технология муки и крупы

При шлифовании крупы (кроме мучки) образуется также и дробленое ядро. Дробленое ядро служит либо кормовым продуктом, либо пищевым, но ценность его по сравнению с крупой из целого ядра значительно ниже, поэтому чем меньше в процессе шлифования при одном и том же количестве образующейся мучки прирост дробленого ядра, тем выше должна быть эффективность процесса.

Количеством образованной при шлифовании мучки можно оценить степень шлифования, хотя этот показатель не всегда может характеризовать качество полученной крупы. Степень обработки ядра с точки зрения качества крупы может быть оценена разными способами, например по изменению химического состава – зольности, клетчатки и т.д. Однако все эти способы очень громоздки, длительны.

Для оценки качества шлифования некоторых видов крупы, например зерна риса, может быть использован показатель белизны, определяемый с помощью фотометров. На определение показателя белизны затрачивается не более 5 мин.

Полирование крупы производят для улучшения ее товарного вида. В результате полирования удаляется оставшаяся на поверхности мучка, заглаживаются царапины. Эту операцию осуществляют либо в специальных полировальных машинах, либо в шлифовальных и других установках.

Специальных полировальных машин в настоящее время не изготавливают, для этого используют шелушительно-шлифовальные машины типа ЗШН. Так, для полирования номерной ячменной, пшеничной, кукурузной крупы применяют шелушители ЗШН, в которых абразивные диски выполнены из мелкозернистого материала. Для полирования гороха рекомендуется применять зерновые щеточные машины.

В технологии производства некоторых видов крупы применяют операцию – дробление или резание. Характер дробления и используемое оборудование зависят от ассортимента вырабатываемой продукции. Так, при производстве мелкой дробленой крупы, например ячневой, ядро измельчают сразу до частиц необходимого размера. При выработке дробленой шлифованной крупы учитывают, что размеры частиц крупы, получаемой после дробления, в процессе последующего шлифования уменьшаются.

Крупное дробление кукурузы в специальных машинах может сопровождаться отделением оболочек и зародыша. Независимо от способа дробления к нему предъявляют основное требование – получение наименьшего количества тонко измельченного продукта. Кроме того, полученные частицы должны быть как можно меньше деформированы, не быть смятыми, рваными, развернутыми по бороздке. Для измельчения применяют вальцовые станки, дежерминаторы, барабанные крупорезки. Вальцовые станки используют при измельчении ядра в мелкую и более крупную шлифованную крупу.

При измельчении ячменя в ячневую крупу или кукурузу в мелкую крупу для палочек применяют вальцовые станки с обычной продольной нарезкой вальцов.

При дроблении некоторых видов крупы требуется получать крупные части ядра. Это возможно при специальной нарезке вальцов – взаимно перпендикулярной.

Контроль крупы и побочных продуктов.

Основные готовые продукты процесса переработки зерна – крупа разных видов, мучка и лузга. Каждый из получаемых продуктов подлежит контролю

Технология муки и крупы

(дополнительному сортированию). Основная цель контроля крупы – выделение из нее оставшихся примесей, разделение крупы по номерам (размерам) и видам – целой и дробленой. Контролируют побочные продукты с целью выделения из них нормального ядра, которое используют для выработки крупы, а также разделения лузги и мучки.

Схема контроля целой крупы зависит от вида вырабатываемой продукции, но все схемы включают просеивающие машины для отделения примесей и дробленого ядра. Кроме того, для выделения остатков лузги и других легких примесей применяют воздушные сепараторы, а для выделения металломагнитных примесей – магнитные сепараторы.

Мучка – весьма ценный кормовой продукт, особенно полученная в процессе шлифования крупы. Лузга состоит из наружных оболочек, отделенных в процессе шелушения, в ней содержится некоторое количество мучнистых частиц, которых особенно много в тех случаях, когда мучку не отсеивают перед отделением лузги, а отвеивают вместе с лузгой в аспираторах. При сортировании продуктов шелушения и шлифования мучку часто отделяют вместе с дробленным ядром, кроме того, в нее может попасть лузга, целое ядро вследствие неисправности оборудования. С этим связан контроль мучки, заключающийся в выделении из нее частиц дробленого и целого ядра, а также лузги.

Мучку обрабатывают в просеивающих машинах на ситах, размер отверстий которых определен стандартом для этого продукта.

Лузга может содержать мучку, дробленое целое ядро, а также щуплые нешелушенные зерна, поэтому в процессе контроля сначала высеивают мучку, которую направляют на контроль мучки, а сход сита провеивают в аспираторах для выделения из лузги частиц ядра и нешелушенных зерен.

3.5. Частная технология крупы

Рис (*Oryza sativa*) относится к просовидным злакам. Его стебель – соломина, соцветие – метелка, колоски одноцветковые. По условиям произрастания различают рис *орошаемый* – не затопляемый, но требующий большого количества орошения, и *затопляемый* – растущий в воде на затопляемых полях. По внешнему виду рис бывает округлый и удлинённый, по консистенции – стекловидный и мучнистый.

Основная продукция при производстве рисовой крупы – это рис шлифованный и рис дробленый.

Рис шлифованный – это продукт, получаемый из целого зерна риса в результате удаления цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Рис дробленый – это продукт состоящий из частей шлифованного ядра риса не прошедших через сито с размерами отверстий 1,5 мм.

Разновидности риса-крупы подразделяют по размеру и форме зерен на три вида: *короткозерные, среднезерные и длиннозерные*.

Так, например, длиннозерный рис после варки становится сухим и рассыпчатым и чаще всего он используется для изготовления риса быстрого

Технология муки и крупы

приготовления, консервированных супов и пищевых полуфабрикатов. Среднезерный и короткозерный рис после варки становится влажным и клейким и чаще всего используется для приготовления сухих завтраков, детского питания и рисовой муки. Крупы из риса обладают высокими потребительскими свойствами.

Время варки 20 – 40 мин (быстрорастворяющейся – 10 мин), увеличение в объеме ядра риса при варке – в 4 – 6 раз.

Разновидность риса и его физические свойства определяют и операции технологического процесса. Весь технологический процесс производства риса осуществляется в два этапа: *подготовительный и рушальный*.

В подготовительном отделении осуществляются операции зерноочистки и сепарирования. ГТО риса не производится, так как тепловая обработка приводит к потемнению крупы и изменению физико-механических свойств риса.

В рушальном отделении осуществляются операции шелушения, шлифования и полирования риса с контролем продуктов производства.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

В зерноочистительное отделение крупозавода зерно риса поступает после предварительной очистки на элеваторе. Операция очистки риса происходит в четыре этапа:

1. Выделение грубых и крупных примесей путем пропуска зерновой массы через скальператорные блоки.
2. Выделение легких примесей и незрелых зерен риса в дуаспираторах, работающих в форсированном воздушном режиме при скорости воздуха 12 м/с.
3. Очистка от растительных примесей и фракционирование риса по крупности на сортировочном сепараторе.
4. Выделение мелких и минеральных примесей путем отдельной очистки крупной, средней и мелкой фракций в результате просеивания зерна в сепараторе с тремя группами решет.

Крупную фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 7мм, после выделения минеральной примеси в камнеотборнике направляют на шелушение.

Среднюю фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 5мм, после провеивания в пневмоканалах направляют в камнеотборник а за тем на шелушение.

Мелкую фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 3мм, после выделения минеральной примеси в камнеотборнике, дополнительно просеивают и провеивают в сепараторе, после чего направляют на шелушение.

Относы пневмоканалов для окончательного выделения незрелых зерен направляют в центробежную сортировку. Незрелые зерна риса направляют в зависимости от цели использования: либо на шелушение для последующего размола в муку или в цех отходов для использования на кормовые цели.

Проходы с сит диаметром 3мм, относы дуаспираторов, сход с верхнего сита и проход нижнего сита сортировочного сепаратора направляют в отходы III категории.

Технология муки и крупы

При производстве длинозерного риса в зерноочистительном отделении используют сепараторы типа ЗСМ (зерноочистительная сортировальная машина) и очистка зерна производится в следующей последовательности:

1. Провеивание всей массы зерна в аспираторах при форсированном воздушном режиме с целью отделения незрелых зерен и легких примесей.
2. Очистка и фракционирование зерна в сепараторе ЗСМ.
3. Повторная раздельная очистка крупной фракции – сход с сита с отверстиями 3х20мм, и мелкой фракции – проход через сито с отверстиями 3х20мм.
4. Однократное провеивание каждой фракции в аспираторах.
5. Однократный пропуск зерна каждой фракции через камнеотборочную машину.

При переработке длинозерного риса производительность оборудования уменьшается на 15 – 20%.

ШЕЛУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

После очистки рис-зерно пофракционно направляют на шелушильные машины. Крупное и среднее зерно шелушат с использованием шелушителей с обрезиненными валками, мелкое зерно шелушат в шелушильных поставах с абразивными поверхностями.

Шелушение длинозерного риса рекомендуется проводить только на валковых шелушителях с обрезиненными поверхностями. Нагрузка на станок должна быть снижена на 15 – 20%.

Технологический режим работы шелушителей устанавливают так, чтобы коэффициент шелушения за один пропуск зерна составлял не менее 85%.

После шелушения крупного, среднего и мелкого зерна продукты шелушения направляют на рассев, в котором получают три сходовые фракции и одну проходную. Все три схода (с сит с отверстиями диаметром 5мм, 3,8мм и 1,5мм) раздельно подвергают последовательному двукратному провеиванию в дуаспираторах. Проход с сита с диаметром отверстий 1,5мм направляют в отходы I и II категорий.

Относы дуаспираторов первичного провеивания направляют в лузгу, относы дуаспираторов вторичного провеивания направляют на контроль, где из них извлекают легкое зерно и частицы ядра. Содержание в лузге битого ядра и незрелого зерна не должно превышать 1,5% от ее массы.

Крупную фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 5мм) после двукратного провеивания подвергают повторному шелушению.

Среднюю фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 3,8мм) после двукратного провеивания направляют на падди-машину для выделения ядра.

Мелкую фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 1,5мм) после двукратного провеивания направляют на шлифование.

Полученные после шелушения три потока ядра, не смешивая, направляют на шлифование. Массовая доля нешелушенных зерен риса в каждом потоке не должна превышать 1%.

ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ

Технология муки и крупы

При шлифовании происходит отделение плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша. Шлифование осуществляется в машинах с горизонтально расположенным абразивным барабаном или в поставах с конусным абразивным барабаном и вертикальной осью вращения.

Шлифование короткозерного и среднезерного риса осуществляется путем четырехкратной последовательной обработки ядра: на 1-й системе – в рисошлифовальных машинах, на последующих трех – в поставах. Количество шлифовальных систем зависит от сортовых особенностей риса и наличия красного зерна.

Шлифование длинозерного риса следует проводить только в станках с вертикальным коническим барабаном при сокращенном шлифовочном процессе на одну систему. Окружная скорость абразивного барабана должна быть снижена на 10 – 15%.

Рисовую крупу после каждой шлифовальной системы провеивают для отделения мучки и после последней системы направляют на рассев для отделения дробленых ядер.

Интенсивность процесса шлифования на всех системах неодинакова: на 1-й – 4%, на 2-й – 3,5%, на 3-й – 3%, на 4-й – 2,5%. Уменьшение степени шлифования связано с необходимостью исключить дробимость ядра из-за снижения его прочности по мере удаления оболочек.

Процесс шлифования построен по конвейерному принципу с отбором после первой, третьей и четвертой систем мучки пневмосепарированием, а после второй системы – с отсеиванием мучки и дробленного ядра в отсеивателе.

При переработки высокостекловидного зерна риса для улучшения товарного качества и потребительских свойств риса используется **операция полирования**.

Для полирования используют те же конструкции оборудования, что и для шлифования. Однако для обеспечения оптимального полирующего эффекта рабочие поверхности выполняют из кожи, замша или специальных полировочных мелкозернистых материалов. Окружную скорость конусного полировального ротора рекомендуется принимать не более 10 м/с.

Рисовую крупу после 4-й шлифовальной или 5-й полировальной системы, пересеивают на трех последовательных системах с использованием металотканых сит №3, №2,8, №2,5.

Перед накопительными бункерами готовой продукции устанавливают магнитные сепараторы и пробоотборники.

Цвет, запах и вкус должен быть свойственным нормальной рисовой крупе.

Гречиха (*Polygonum fagopyrum*) – относится к семейству гречишных растений. Характерная особенность гречихи – строение ее цветков, которые не приспособлены к опылению ветром или самоопылению, а опыляются с помощью насекомых и пчел. Поэтому неблагоприятная погода во время цветения гречихи влияет на ее урожайность.

Технология муки и крупы

Гречневая крупа варится в течение 10 – 20 мин, увеличиваясь при этом в объеме в 4 -5 раз. Высокая пищевая и потребительская ценность гречневой крупы обуславливает ее исключительную роль в питании.

Из зерна гречихи вырабатывают два вида крупы – ядрицу и продел.

Ядрица – это ядро гречихи, освобожденное от плодовых оболочек, сохранившее семенные оболочки и зародыш. Следовательно при производстве ядрицы основной технологической операцией является шелушение. Цвет непропаренной ядрицы – серый с зеленоватым оттенком, пропаренной – коричневый. Пропаривание ядрицы (ГТО) необходимо для того чтобы крупа сохранялась при неудаленном зародыше.

Продел – это дробленные ядра гречихи прошедшие через сито 1,6х20. Зерно гречихи имеет трехгранную форму со специфическим расположением зародыша S-образной формы. Поэтому отделить зародыш от ядра невозможно. Этим обусловлено производство либо пропаренной ядрицы либо непропаренного продела. В основе технологического процесса производства гречневой крупы лежит двухэтапное сепарирование поступающего в переработку зерна. Первый этап – *предварительное сепарирование* – осуществляется в зерноочистительном отделении, второй – *окончательное сепарирование* – в шелушильном отделении.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

При очистки зерна гречихи используют следующие три операции:

1. Однократный пропуск всей массы зерна через скальператор для отделения наиболее крупных примесей.
2. Двукратный пропуск всего зерна через сепараторы с целью отделения примесей несовпадающих с гречихой по форме.
3. Однократный пропуск зерна через камнеотборник.

После второго сепараторного прохода для более эффективного выделения примесей зерно делится на две фракции: крупную – сход с сита диаметром 4,2мм и мелкую – проход сита диаметром 4,2мм.

Мелкие и крупные примеси, выделенные из потока зерна в сепараторах, контролируют в отсевах. Для выделения крупных примесей в отсевах устанавливают сита с отверстиями треугольной формы диаметром 7мм, а для выделения мелких примесей сита с прямоугольными отверстиями 2,2х20мм.

Выделенное в отсевах и очищенное зерно гречихи провеивают в аспираторах и пропускают через триер-овсюгоотборник для выделения зерен пшеницы и других сорных семян удлиненной формы. Размер ячеек триера – 8-9мм.

После этого проводят ГТО по схеме: пропаривание – сушка – охлаждение. Пропаривание гречихи осуществляется в пропаривателях «Неруша» при давлении пара 0,25 – 0,30 МПа (2,5 – 3 атм) продолжительностью 5 минут.

Сушка осуществляется до достижения зерном влажности 13,5%. Охлаждение до температуры производственного помещения. После охлаждения гречиху провеивают в аспираторах для отделения легких примесей. Затем осуществляется операция предварительного сортирования. Необходимость этой операции вызвана тем, что зерно товарных партий варьируется по диаметру

Технология муки и крупы

описанной окружности вокруг наибольшего поперечного сечения от 5 до 3мм, что затрудняет эффективность шелушения.

После предварительного сортирования получают три потока зерна:

первый – сход с сита диаметром 4,2мм;

второй – сход с сита диаметром 4мм;

третий – проход через сито диаметром 4мм и сход с сита с отверстиями 2,2x20мм.

Эти потоки после провеивания в аспираторах отдельно направляют в шелушительное отделение для окончательного сортирования на шесть фракций:

- первая – сход сита диаметром 4,5мм;

- вторая – сход сита диаметром 4,2мм;

- третья – сход сита диаметром 4,0мм;

- четвертая – сход сита диаметром 3,8мм;

- пятая – сход сита диаметром 3,6мм;

- шестая – сход сита диаметром 3,3мм.

Рассевы, калибрующие первую фракцию, располагают на трех этажах один под другим. На всех трех отсевах последовательно обрабатывают сход с сит с диаметром отверстий 4,5мм. Сход с сита третьего пропуска представляет собой откалиброванную первую фракцию, направляемую на шелушение.

Проходные продукты сит с отверстиями 4,5мм всех трех пропусков поступают на калибрование второй фракции. И так по каждой фракции.

Контроль осуществляют на ситах с треугольными отверстиями на всех шести фракциях.

Для окончательной очистки 5 и 6 фракций применяются пневмостолы или падди-машины. Размеры отверстий сит для предварительного и окончательного сортирования должны уточняться в зависимости от крупности зерна перерабатываемых партий гречихи.

ШЕЛУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Шелушение гречихи производят пофракционно на вальцедековых шелушительных станках, имеющих валок и деку из песчаного камня или абразивного материала. В рабочем зазоре происходит сжатие зерна гречихи по ребру грани и скалывание плодовой оболочки. Рекомендуется дифференцированно устанавливать окружные скорости валков:

- на 1 – 2-й шелушительных системах - 14 – 15 м/с;

- на 3 – 4-й шелушительных системах - 12 – 14 м/с;

- на 5 – 6-й шелушительных системах - 10 – 12 м/с.

После вальцедековых станков продукты шелушения каждой фракции просеивают на отсевах для отделения:

1. гречихи с лузгой – сходом с сита с диаметром отверстий на 0,3мм меньше, чем отверстия сита, которым характеризуется фракция;
2. ядрицы с лузгой – сходом с сита с отверстиями 1,7x20мм;
3. продела с мучкой и частицами лузги – проходом через сито с отверстиями 1,7x20мм.

Зерно гречихи каждой фракции после выделения из него лузги направляют на повторное шелушение.

Технология муки и крупы

Каждый поток ядра подвергают провеиванию для отделения лузги и направляют на контроль. Контроль крупы ядрицы производят путем двукратного просеивания в отсевах, последовательного провеивания в аспираторах и аспирационных колонках и однократного пропуска через магнитные сепараторы.

В отсевах ядрицу отбирают проходом с сит с треугольными отверстиями диаметром 5,5мм и сходом с сит с прямоугольными отверстиями 1,6х20мм.

Существенно улучшить качество крупы можно, осуществляя дополнительный контроль на пади-машине. Верхний сход с пади-машины в зависимости от засоренности направляют либо на калибрование 5-й фракции, либо в отходы.

Контроль крупы продел производится путем двукратного просеивания ее в отсевах, на ситах с отверстиями 1,6х20мм или диаметром 2,5мм и проволочном металлотканом сите №0,85. Продел двумя потоками направляют на раздельное провеивание в аспирационных колонках, после чего оба потока объединяют и подвергают однократному пропуску через магнитные сепараторы.

Контроль лузги осуществляют двумя потоками на отсевах. В потоке крупной лузги объединяют лузгу после шелушения 1 и 2-й фракций гречихи, в потоке мелкой лузги объединяют лузгу после шелушения 3,4,5 и 6-й фракций. Содержание частиц ядра в лузге не должно превышать 1%.

С каждого отсева на контроле лузги получают три вида продуктов:

1. сходы с верхних сит с отверстиями 1,8х20мм провеивают в аспираторах, на которых получают крупную лузгу;
2. сходы средних сит с диаметром отверстий 2мм объединяют и дважды провеивают, получая мелкую лузгу;
3. проходы сит с диаметром отверстий 2мм объединяют и после магнитного контроля направляют в мучку.

На современных крупозаводах в процессе ГТО используется операция гидросепарирования на моечной машине. В процессе гидросепарирования с эффективностью до 100% выделяются семена подсолнечника, до 65% - испорченного ядра и практически полностью смывается пыль и микроорганизмы с поверхности зерна. Наряду с эффективной очисткой зерновой массы от сорной примеси гидросепарирование играет важную роль при насыщении зерна влагой, что в сочетании с операцией подогрева улучшает процесс пропаривания.

Просо (*Panicum miliaceum*). Относится к хлебным просовидным злакам. Это ценная засухоустойчивая культура, произрастает в центрально-черноземных областях, в Поволжье и Оренбургской области.

Зерно проса шарообразное массой 4 – 7 мг. Ядро пшена охватывает несросшаяся цветочная пленка, которая соединена с ядром у зародыша. Поэтому при обрушивании пленки раскалываются на две части и легко отделяются от ядра. Алейроновый слой и зародыш пшена очень богаты жиром (22 – 25 %).

Пшено – это ядро проса, полностью освобожденное от цветковых пленок, частично от плодовых и семенных оболочек и зародыша. Зародыш проса относительно всего зерна достаточно велик и занимает 17% его объема. В процессе обработки зародыш удаляется не полностью, образуя на поверхности

Технология муки и крупы

зерна маленькую темную точку. В результате в крупе остается значительное количество липидов, поэтому пшено плохо хранится, быстро прогоркая.

В переработку поступает просо белого или кремового цвета 1-го и 2-го класса. Разделение на классы производится на элеваторах через сито 2а-18х20мм. Это сито 2-го типа (с прямоугольными отверстиями), рабочим размером отверстия является ширина отверстия «а», которая равна 1,8мм, а длина 20мм. Сходом этого сита является фракция проса 1-го класса, проходом – 2-го класса.

При переработке проса 1-го класса вырабатывается крупа высшего и первого сортов, а при переработке 2-го класса – второго и третьего сортов.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Очистку проса от сорных примесей, крупных, мелких и недоразвитых зерен производят, последовательно выполняя следующие операции:

1. Однократный пропуск всей массы зерна через скальператор для отделения наиболее крупных примесей.
2. (Первая сепараторная система). Однократный пропуск всей массы зерна через пневмосепаратор для отделения мелких и легких примесей.
3. Однократный пропуск всего зерна через камнеотборочную машину.
4. (Вторая сепараторная система). Однократный пропуск всего зерна через сепаратор для разделения на две фракции крупности. На этой операции используется сито 2а-17х20мм.
5. (Третья сепараторная система). Дополнительная очистка схода с сита с отверстиями 1,7х20мм, в сепараторе для лучшего отбора зерна мелкой фракции.
6. Просеивание зерна мелкой фракции, полученного со 2-й и 3-й сепараторных систем, в отсевах на ситах с отверстиями 1,5х20мм.
7. Просеивание зерна крупной фракции в отсевах для дополнительной очистки от крупных примесей (сход с сита диаметром 3мм), и дополнительного высеивания зерна мелкой фракции (проход сита 1,7х20мм).
8. Просеивание зерна мелкой фракции в сепараторе, полученного в отсевах проходом через сита 1,5х20мм и 1,7х20мм. На этой операции проходом через сито 1,5х20мм и сходом с сита 1,2х20мм отбирают отходы I и II категории, а проходом через сито 1,2х20мм – отходы III категории.
9. Контроль сходов верхних сит сепараторов с отверстиями диаметром 3,5мм 2-й и 3-й сепараторных систем. Сходом с сит с отверстиями диаметром 3,5мм, 3,4мм и 3,2мм отбирают отходы I и II категорий, а проходом через сита диаметром 3,4мм и 3,2мм – зерно проса крупной фракции.

После проведения этих операций зерно проса пофракционно подается в шелушильное отделение.

ШЕЛУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Шелушение проса производят путем трехкратного последовательного пропуска зерна через вальцедековые станки, которые имеют абразивный валок и деку из корд резины. Для шелушения создается клиновидная форма рабочего

Технология муки и крупы

зазора между неподвижной декой и вращающимся валком, что обеспечивает деформацию сжатия и сдвига в рабочей зоне.

После каждой шелушильной системы для отделения лузги, мучки и битого ядра продукт провеивают в аспираторах: трижды после первой шелушильной системы и дважды после 2-й и 3-й. Наиболее эффективны для этих целей аспираторы с двукратным продуванием – дуоаспираторы. В результате трехкратного шелушения и провеивания получают пшено-дранец с содержанием нешелушенных зерен не более 1%.

Пшено-дранец после отсеивания мучки и дробленого ядра может использоваться как продукт питания. Однако, технология предусматривает операцию шлифования.

Шлифование пшена - это операция, в результате которой удаляются плодовые и семенные оболочки и частично зародыш (у 85% ядер). При этом даже у хорошо шлифованного пшена часть зародыша сохраняется в виде визуально обнаруживаемой точки. Интенсивность шлифования определяется по массе образовавшейся мучки 4,5 – 5%. В процессе шлифования разрушенные зерна перерабатываются в дробленку и мучку. Процесс шлифования осуществляется на шлифовальных машинах, шелушильно – шлифовальных машинах с абразивными дисками или вальцедековых станках. Пшено шлифованное получают проходом через сито диаметром 2,3мм и сходом с сита диаметром 1,6 мм.

Готовую крупу дважды пневмосепарируют для удаления остатков мучки и после контроля на наличие металломагнитных примесей направляют в цех готовой продукции.

Обязательному контролю подвергаются полученные побочные продукты.

Кормовая дробленка просеивается на металлотканых ситах № 1,4. Сход сита направляют на вторую шелушильную систему, а проход в емкость для кормовой дробленки.

Мучку кормовую пересееивают на металлотканом сите № 063, проход которого представляет конечный продукт – мучку, а сход направляют на контроль дробленки.

Контроль лузги осуществляется на металлотканом сите № 1,2. Проход направляют на контроль мучки, а сход представляет собой лузгу, которую дважды провеивают в дуоаспираторах. Выделенное после дуоаспираторов зерно возвращают на третью шелушильную систему.

На операциях ситового контроля дробленки, мучки и лузги применяются бураты, центрофугалы, крупосортировки и отсеивы.

Пшено шлифованное должно иметь желтый цвет, свойственный пшену вкус и не затхлый, не плесневелый запах.

Обычно, пшено разваривается за 25 – 30 мин, увеличиваясь при этом в объеме в 4 – 6 раз.

Необходимо отметить, что вещества входящие в состав пшена, имеют некоторые особенности. Жир темный, с высоким кислотным числом, относится к нестойким при хранении жирам. Белки не вполне полноценны по аминокислотному составу, почти не содержат триптофана, плохо набухают в холодной воде, не образуют связного теста. Крахмал клейстеризуется сравнительно медленно, при варке сильно набухает и увеличивается в объеме.

Овес (*Avena sativa*). Это одна из самых распространенных культур России. Хотя существуют разнообразные формы овса – озимые, яровые, пленчатые и голозерные, практическое значение имеет только яровой овес, дающий пленчатое зерно.

Для переработки в крупу, толокно, муку наиболее пригодно зерно шведское и шатиловское, имеющее короткие, хорошо выполненные ядра. Зерно остальных форм (длиннопленчатое, игольчатое, лейтевицкое) имеет в основном фуражное назначение

Основная продукция переработки овса – **крупа овсяная недробленая**, при более глубокой переработке овса получают – **крупу овсяную плющеную, хлопья овсяные: «Экстра», «Геркулес», «Лепестковые» и толокно.**

Овсяная крупа отличается высоким содержанием полноценных белков, жиров и витаминов. Поэтому она является основным компонентом диетического, детского и лечебного питания.

Овсяная крупа, вырабатываемая обычным способом, представляет собой ядро овса, предварительно пропаренное и просушенное, освобожденное от цветковых пленок и покрывающего ядро опушения.

По потребительским свойствам обычная овсяная крупа значительно уступает таким крупам, как пшено, рис, гречка. Она медленно варится (90 мин), мало увеличивается в объеме, дает плотную кашу невысоких вкусовых достоинств. В связи с этим, для повышения потребительских свойств овсяной крупы используют различные способы ее обработки – плющение, резание или длительную пропарку.

Первым этапом переработки овса в крупу является его тщательная очистка. Кроме удаления обычных примесей (посторонних семян, соломы, камней) в процессе очистки также удаляются зерна, непригодные для переработки. К ним относятся сдвоенные зерна, в которых первичная оболочка (цветковая пленка) покрывает два зерна вместе, в этом случае оба зерна плохо развиты.

Крупа овсяная недробленая

Это продукт, получаемый из овса, прошедшего пропаривание, шелушение и шлифование.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

В этом отделении поэтапно осуществляют три основных операции:

1. Очистка зерна от примесей путем однократного пропуска всего зерна через скальператор, через сепаратор, а за тем через камнеотборочную машину.
2. Разделение всей массы зерна в отсевах на крупную и мелкую фракции. Крупная (сход с сит 2,2x20мм) и мелкая (проход сит 2,2x20мм) фракции дополнительно очищаются от коротких примесей на куколеотборниках.
3. Гидротермическая обработка производится отдельно для крупной и мелкой фракций. Пропаривание осуществляется в горизонтальных пропаривателях непрерывного действия при давлении пара 0,1 МПа в течении 5 минут. Затем овес подвергают тепловой обработке в поддонах в течение 1 часа. Овес доводят до температуры примерно 95°С, в результате чего зерно

Технология муки и крупы

приобретает слегка поджаренный вкус. Высушивание не только влияет на вкус зерна, но и делает лузгу хрупкой, в результате чего она легче удаляется. Сушку осуществляют до влажности 10% при последующем шелушении в поставах и до влажности 14%, если шелушение осуществляется в обоечных машинах с наждачным цилиндром. После сушки зерно пропускают через охладительные колонки или пневмоаспираторы.

ШЕЛУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Для шелушения зерен овса чаще всего используются шелушильные машины ударного действия. Овес подается в центр высокоскоростного ротора, который выбрасывает зерна на резиновую деку, закрепленную внутри корпуса. Благодаря резиновой деке зерна меньше ломаются. Шелушение овса осуществляется пофракционно. Интенсивность шелушения должна обеспечивать количество шелушенных зерен за однократный пропуск зерна не менее 96% для крупной фракции и 85% для мелкой. Технологический процесс шелушения каждой фракции построен по принципиальной схеме с наличием промежуточного отбора ядра и возвратом нешелушенных зерен на специальную сходовую систему шелушения. Функцию сходовых систем выполняют 2-я ш.с. для крупной фракции и 4-я ш.с. для мелкой. Продукты шелушения представляют собой смесь шелушенных и нешелушенных зерен, дробленого ядра, лузги и мучки. Лузга, мучка и дробленое ядро – это конечные продукты технологии и должны быть направлены на контроль, шелушенное зерно – на шлифование, а нешелушенное – на повторное шелушение. На этапе сортирования продукты шелушения пневмосепарируют для отделения лузги. Причем, на основных системах – двухкратно, последовательно, а на сходовых системах – однократно. Мучку отбирают проходом сит диаметром 2мм. После отделения лузги и мучки нешелушенное зерно овса дополнительно шелушат на сходовой системе шелушения, а ядро направляют на шлифование.

ШЛИФОВАНИЕ осуществляют в поставах с конусным абразивным ротором, применяется одна или две системы шлифования. При шлифовании ядра овса удаляют волоски, плодовые и семенные оболочки и частично зародыш.

Крупку овсяную недробленную получают проходом через сито 2,5х20мм и сходом с сита диаметром 2мм. Затем контролируют на наличие нешелушенных зерен в контрольных падди-машинах. Контроль мучки и дробленки осуществляют путем однократного пересева на проволочном сите № 08, где проходом отбирают мучку, а сходом - дробленку. Контроль лузги осуществляют путем однократного пересевания в расसेве с набором сит диаметром 2 и 3,5мм, затем дважды провеивают, выделенные при этом зерна овса, направляют на шелушение мелкой фракции овса. Содержание в лузге частиц ядра не должно превышать 1,5%.

Крупа овсяная плющенная

Овсяная плющенная крупа незначительно отличается по строению и составу от крупы недробленной, но в результате повторного пропаривания и плющения несколько улучшаются потребительские свойства крупы. Она быстрее разваривается (30 мин) и лучше усваивается.

Крупку овсяную плющеную высшего или первого сорта вырабатывают из недробленной шлифованной овсяной крупы высшего или первого сорта. Это

Технология муки и крупы

продукт, получаемый в результате плющения овсяной недробленой крупы, предварительно прошедшей пропаривание при давлении пара 0,1 МПа. После кратковременного отвлаживания (10 – 15 мин) крупа плющится до толщины 0,7 – 0,9мм на вальцевом станке с рифлеными валками. Поверхность крупы должна иметь оттиск рифлей с обеих сторон. Количество рифлей на 1см – 6-8, уклон рифлей 3%, окружная скорость валков – 2,5 м/с.

Плющеную крупу просеивают для отделения дробленого ядра проходом сита с диаметром отверстий 2мм. Для удаления легких примесей и охлаждения крупа дважды провеивается в аспирационных колонках и после магнитного контроля направляется в цех готовой продукции.

Технология хлопьев «Геркулес»

Овсяные хлопья существенно отличаются по строению от обычной крупы. Благодаря сильному пропариванию и расплющиванию в тонкие лепестки хлопья варятся в течение 5 – 20 мин. Вместе с тем разрушение клеточных стенок и низкая влажность крупы в результате сушки при сравнительно высоких температурах способствуют быстрому окислению жира, поэтому хлопья быстро прогорают.

Для производства хлопьев «Геркулес» используют овсяную крупу высшего сорта. Высокие требования к качеству хлопьев предусматривают дополнительный контроль овсяной крупы на наличие дробленых ядер. В связи с этим осуществляется двукратное последовательное сепарирование крупы в падди-машинах и однократное – в крупосортировках.

Пропаривание крупы осуществляется в горизонтальных пропаривателях непрерывного действия, при давлении пара 0,05 МПа. Отвлаживание в течении 30 минут способствует распределению влаги в глубь эндосперма и повышению пластичности ядра.

Плющение осуществляют на вальцевых станках с гладкими валками с окружной скоростью 2 м/с. Зазор валков должен обеспечивать толщину хлопьев не более 0,5мм. Прочность теплых и влажных хлопьев после вальцевого станка невысока, поэтому операции сушки и охлаждения проводятся в щадящем режиме.

Сушку осуществляют тонким слоем на ленточных сушилках в течении 3-5 мин, отсасывая влажный воздух аспирационной установкой. Охлаждают хлопья пропуская через аспираторы с холодным воздухом.

Технология хлопьев «Лепестковые»

Для производства хлопьев «лепестковые» используется овсяная крупа высшего сорта. В сравнении с хлопьями «Геркулес» лепестковые хлопья имеют меньшую зольность, поэтому технология предусматривает дополнительную систему шлифования.

Полученную после дополнительного шлифования крупу сортируют на два номера по крупности:

№1 – проход через сито 2,5х20мм и сход с сита 1,8х20мм;

№2 – проход через сито 1,8х20мм и сход с сита № 08.

Полученные фракции крупы интенсивно пневмосепарируют в дуоаспираторах и отдельно обрабатывают по схеме принятой при производстве хлопьев «Геркулес».

Лепестковые хлопья варятся в течение 10 мин, а «Геркулес» - 20 мин.

Технология муки и крупы

По аналогичной схеме можно производить хлопья из перловой, пшеничной и кукурузной крупы.

Технология хлопьев «Экстра»

Овсяные хлопья «Экстра» вырабатывают из овса 1-го класса. В зависимости от времени варки хлопья «Экстра» делят на три номера:

- №1 - вырабатывают из целой овсяной крупы;
- №2 - хлопья мелкие из резаной крупы;
- №3 - быстрорастворимые из резаной крупы.

При производстве хлопьев «Экстра» в зерноочистительном отделении используются те же операции что и при производстве крупы овсяной недробленной. А перед шелушением очищенное зерно подвергают разделению на две фракции по крупности в барабанном двухцилиндровом сортировочном устройстве, с отверстиями цилиндрического ситового барабана 2,5х19мм.

Шелушение овса производят, отдельно по фракциям, в центробежных шелушителях. Частота вращения ротора 2000 об/мин, частота вращения отражательного кольца 5 об/мин.

Продукты шелушения каждой фракции провеивают в цилиндрических буратах для выделения лузги. Освобожденное от лузги ядро пофракционно направляют в остеломатель со штампованными отверстиями ситового цилиндра 1,1х16мм, в котором с ядра удаляют волоски и пух. За тем повторно пропускают через бураты для отделения лузги, мучки, волосков и пуха.

При осуществлении операций ГТО происходит пропаривание ядра овса при давлении пара не ниже 0,7 МПа. Температура зерна в пропаривателе составляет 110 - 115°С. После сушки и охлаждения зерна в аспирационных установках крупы направляют в барабанные крупорезки, которые представляют собой вращающийся перфорированный барабан и расположенные снаружи барабана неподвижные ножи. Каждое зерно разрезается на три-четыре равные части.

Неразрезанные зерна направляют на повторное резание, а разрезанные в рассев для разделения по крупности. Сход средних металлотканых сит рассева с отверстиями 0,8х0,8мм, после провеивания в вертикальном бурате, направляют на пропаривание для последующего плющения. Пропаренную крупы подают в плющильные станки, представляющие собой двухвалковые прессы.

Полученные хлопья направляют в сушильный агрегат, в котором высушивание хлопьев осуществляется в псевдооживленном слое при температуре агента 80°С в течение 1,5 - 2-х часов. Затем в сушильный агрегат подается холодный воздух для охлаждения хлопьев. Влажность хлопьев после сушки и охлаждения должна быть не более 12%.

Контроль хлопьев осуществляется в просеивателе для хлопьев, в котором выделяется мучка проходом нижнего пробивного сита с отверстиями диаметром 1,2мм, и комочки слипшихся хлопьев – сходом с верхнего сита с отверстиями диаметром 12мм. Двукратное пропаривание в процессе производства хлопьев «Экстра» дает возможность в процессе приготовления хлопьев избежать варки.

Технология производства толочка

Технология муки и крупы

Толокно – это мука крупного помола, вырабатываемая из овсяного ядра по специальной технологии. Используется для производства хлебобулочных изделий, в приготовлении круп повышенной питательной ценности (крупы Спортивная содержит 90% толокна) и в детском питании. Для выработки толокна используют овес выращенный на полях без применения пестицидов, очищенный от сорной примеси и незрелых зерен. Технология в зерноочистительном отделении аналогична технологии при выработке недробленной овсяной крупы.

Очищенный овес замачивают водой нагретой до 35°C, и держат в чанах не менее 2-х часов для доведения его влажности до 30%. Влажный овес обрабатывают в варочных аппаратах в течение 1,5 – 2 часов при давлении пара 0,15 – 0,2 МПа, а за тем высушивают до влажности 5 – 6 %.

Шелушение овса производят в шелушительных поставках с окружной скоростью абразивных дисков 19 – 20 м/с.

Продукты шелушения сепарируют в три этапа – вначале на ситовых сепараторах, где проходом через сито с диаметром отверстий 2мм отбирают мучку и дробленое ядро, затем двукратным последовательным пневмосепарированием отделяют лузгу и, наконец, на третьем этапе на падди-машинах разделяют шелушенные и нешелушенные зерна. Нешелушенные повторно шелушат, а шелушенные размалывают на двух последовательных системах вальцевых станков со следующими механико-кинематическими параметрами:

1-я система – число рифлей – 8-10 на 1см, уклон рифлей 6-8%.

2-я система – число рифлей – 10-12 на 1см, уклон рифлей 8-10%.

Окружная скорость валков для обеих систем 3,5м/с, расположение рифлей «острие по острию».

Измельчение ведут на максимальное извлечение муки как в технологии обойной муки. Толокно, полученные на обеих системах измельчения, контролируют на специальной системе в рассеве для придания муке однородности.

Продукты размола просеивают на проволочном металлотканом сите № 1,2 и шелковых ситах № 27 и 29 или капроновых ситах № 29к и № 32к.

Сход с сита № 1,2 возвращают на вальцовый станок 1-й системы, сход остальных сит на вальцовый станок 2-й системы, проходы – на контрольное просеивание.

Муку (толокно) после просеивания через сита № 29к и № 32к подвергают магнитному контролю и направляют в фасовочный цех.

Ячмень (*Hordeum sativum*). Принадлежит к типичным хлебным злакам, характеризуется коротким вегетационным периодом – 70 дней. Зерно ячменя овальное, сравнительно крупное, пленчатое, весит 35 – 40 мг.

Важной особенностью ячменя является способность белков образовывать связную клейковину и высокая (в проросшем ячмене) активность амилолитических ферментов – α- и β амилазы. Поэтому ячмень важнейшая культура для производства солода.

Различное строение колоса сказывается на форме и размере зерна, что определяет класс ячменя. Зерна двурядного ячменя – крупные, правильной

Технология муки и крупы

овальной формы, многорядного – мелкие, сжатые у основания. Ячмень первого класса предназначен для использования на продовольственные цели, второго класса – для выработки солода в спиртовом производстве и в кормовых целях.

Из ячменя вырабатывается пятиномерная перловая крупа и трехномерная ячневая крупа.

Перловая крупа представляет собой ядро ячменя, полностью освобожденное от цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша. Крупа №1 и 2 должна иметь удлиненную форму с закругленными концами. Крупа № 3,4,5 должна быть шарообразной формы.

Ядро перловой крупы хорошо зашлифованное, белого цвета с темной полоской на месте бороздки (недодир).

Перловая крупа варится в течение 60 – 90 мин в зависимости от крупности, увеличиваясь в объеме в 5 – 6 раз.

Ячневая крупа – это частицы дробленого ядра ячменя различной величины и формы. При производстве ячневой крупы поверхность ядра обрабатывается менее интенсивно, чем при производстве перловой крупы. Цвет крупы белый с желтоватым, иногда зеленоватым оттенками.

Продолжительность варки ячневой крупы 40 – 45 мин, она увеличивается в объеме в 5 раз, имеет вязкую консистенцию, а при остывании становится жесткой.

Производство перловой крупы ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

При подготовке зерна ячменя к переработке в крупу последовательно осуществляются следующие операции:

1. Однократный пропуск всего зерна через скальператор для выделения наиболее крупных примесей.
2. Однократный пропуск всего зерна через сепаратор, в котором производят первичную очистку зерна от крупных, мелких и легких примесей.
3. Однократный пропуск всего зерна через камнеотборочную машину.
4. Деление всей массы зерна в отсеиве на две фракции по крупности с целью последующей раздельной очистки крупной фракции (сход с сита с отверстиями 2,4x20 мм) и мелкой фракции (проход через сито 2,4x20 мм).
5. Однократный пропуск крупной фракции зерна через сепаратор второго прохода для дополнительной очистки от крупных примесей и дополнительного выделения мелкой фракции зерна.
6. Однократный пропуск мелкой фракции зерна, полученной после отсеива, через сепаратор третьего прохода, оснащенный ситами с отверстиями 4x20мм и 2,2x20мм. Сходом с сита 2,2x20мм отбирают мелкую фракцию зерна, а проходом – мелкие примеси.
7. Однократный пропуск крупной фракции зерна через овсюгоотборник для выделения овса, овсюга и других примесей, отличающихся от зерна ячменя по длине.
8. Однократный пропуск мелкой фракции зерна, полученной сходом с сита 2,2x20мм, через куколеотборник для выделения куколя, гречишки вьюнковой и других мелких примесей.

Технология муки и крупы

Мелкий ячмень, получаемый на сепараторе проходом через сито 2,2x20мм, направляют в бурат для контроля мелкого зерна, где проходом через сито с отверстиями диаметром 1,6 мм из мелкого зерна извлекают отходы 3-й категории.

В целях повышения выхода крупы перед шелушением ячмень подвергают пропариванию в пропаривателях «Неруша» в течение 3-х минут при давлении пара 0,2 МПа или 2 атм., с последующим высушиванием до влажности 15%.

ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Шелушение ячменя осуществляется в результате четырехкратного последовательного пропуска через шелушильные машины. Для основного шелушения на первых двух системах используют обочные машины с абразивным цилиндром. На 3-й и 4-й системах используют дисковые шелушители с фрикционно-терочным методом воздействия. После каждого пропуска через шелушители продукты шелушения пневмосепарируют для отделения лузги.

Цветковая пленка ячменя прочно соединена с ядром и глубоко заходит в бороздку, поэтому технология шелушения строится по конвейерному принципу с интенсивным ударно-стирающим воздействием. Полученный в результате этого продукт называется **пенсак**. Это дробленые зерна ячменя с обработанной в разной степени поверхностью.

Количество нешелушенных зерен в пенсаке не должно превышать 5%, а дробленных не более 50%.

Контроль лузги осуществляется на металлотканом сите № 1 или пробивном сите с диаметром отверстий 1мм, проходом которого отбирают мучку.

Современная технология отдает предпочтение выработки перловой крупы крупных номеров. Поэтому пенсак без дробления шлифуют последовательно на трех шлифовальных системах и четырех полировальных с промежуточным провеиванием после 2-й шлифовальной и 2-й полировальной системы и просеиванием после 3-й шлифовальной системы.

Сортирование полученной перловой крупы по крупности производят на пять номеров с использованием следующих сит:

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм	
	Проход	Сход
№1	4,0	3,0
№2	3,0	2,5
№3	2,5	2,0
№4	2,0	1,5
№5	1,5	№056

Технология муки и крупы

Крупы каждого номера провеивают и после магнитного контроля направляют в закрома.

Контроль мучки, включая аспирационные отходы, производят на ситах с диаметром отверстий 2,5мм и на сите №1. Сход с сита 2,5мм направляют на 3-ю систему шлифования, сход с сита №1 – на 2-ю систему полирования. Полученную проходом через сито №1 мучку после магнитного контроля направляют в закрома.

Производство ячневой крупы

Процесс очистки ячменя от примесей и его шелушение при производстве ячневой крупы аналогичен схеме выработки перловой крупы. После основного шелушения пенсак подвергается шлифованию на одной или двух системах. (При производстве перловой крупы на трех системах).

Затем зерно дробят на четырех последовательных системах с использованием вальцовых станков с мельничной нарезкой рифлей валков (по образующей цилиндра с небольшим уклоном).

Построение процесса измельчения (дробления) напоминает драной процесс в технологии муки, когда продукт меньшей крупности извлекают из процесса, а большей – дробят на последующих системах.

После каждой вальцовой системы продукт сортируют на отсевах и группируют по крупности. Крупные сходовые продукты первых трех систем (получаемые сходами с сит № 2,5 и № 2,8) после провеивания в аспираторах направляют последовательно с одной системы дробления на другую.

Продукты средней крупности (получаемые сходами с сит с отверстиями диаметром 1,8мм и 1,5мм) подвергают провеиванию и последующему шлифованию.

Мелкие продукты (проходы через сита 1,8мм и 1,5мм), представляющие собой смесь ячневой крупы различных номеров, после провеивания сортируют по крупности в отсевах.

Мучку, отбираемую проходом сита №08, направляют на контроль.

Сортирование ячневой крупы по крупности производят на три номера с использованием следующих сит:

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм	
	Проход	Сход
№1	2,5	2,0
№2	2,0	1,5
№3	1,5	№056

Крупы каждого номера провеивают и после магнитного контроля направляют в цех готовой продукции.

Контроль мучки, включая аспирационные отходы, производят на ситах № 056. Содержание частиц ядра в мучке не должно превышать 5%.

Цвет, вкус и запах перловой и ячневой крупы должны соответствовать ГОСТу 5784 – 60.

Пшеница (*Triticum*). Наиболее важная продовольственная культура, значение которой в народном хозяйстве обусловлено некоторыми ее особенностями. Зерно пшеницы отличается наибольшим содержанием

Технология муки и крупы

эндосперма – 80 – 85% массы зерна. Благоприятными являются также белковый, углеводный и ферментативный комплексы пшеницы. Из пшеницы вырабатывают: **пшеничную шлифованную крупу «Полтавская» и «Артек», а также манную крупу.** Крупы «Полтавскую» и «Артек» вырабатывают из твердой пшеницы 2-го типа или высокостекловидной мягкой пшеницы. По крупности «Полтавскую» крупу делят на 4 номера:

№1 – зерно пшеницы, освобожденное от плодовых и семенных оболочек, зародыша, частично или полностью от алейронового слоя, зашлифованное, удлиненной формы с закругленными концами.

№2 – частицы дробленого зерна пшеницы, освобожденные от оболочек и зародыша, овальной формы с закругленными концами.

№3 и №4 – зашлифованные частицы дробленого зерна, освобожденные от оболочек и зародыша, округлой формы.

Крупа «Артек» - зашлифованные частицы мелкодробленого зерна, полностью освобожденные от оболочек и зародыша, частично от алейронового слоя. Пшеничная крупа содержит 80% крахмала и около 15% белка. Продолжительность варки в зависимости от крупности составляет 15 – 60 мин. Каша вязкая или рассыпчатая, в объеме увеличивается в 4 – 5 раз.

Технология производства крупы пшеничной ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Подготовка зерна пшеницы в крупу включает удаление из зерна примесей, гидротермическую обработку холодным способом, а также шелушение и контроль отходов.

На начальном этапе из зерна удаляют грубые примеси с помощью скальператора с размером отверстий сита 12×12.

Основное сепарирование осуществляется на трех сепараторных системах, камнеотборнике и триере. После первого сепараторного прохода и выделения минеральных примесей на камнеотборнике, зерно разделяют в расसेве на две фракции – крупную (сход сита 2,4×20) и мелкую (сход 1,7×20).

Далее каждую фракцию зерна сепарируют отдельно – крупную на второй, а мелкую на третьей сепараторных системах. После сепарирования крупное зерно направляют на овсюгоотборники для выделения длинных примесей, а мелкое – на куколеотборники для выделения коротких примесей.

Контролю подвергают мелкие примеси, полученные проходом сит 1,7×20, для этого используют призматические бураты с ситом Ø 1,6 мм. Проход бурата направляют в отходы III категории. Сход сита бурата направляют в отходы I-II категорий.

Гидротермическую обработку, которая состоит из одноэтапного увлажнения и отволаживания, осуществляют водой температурой 30 – 35 °С. Продолжительность отволаживания в пределах от 1 до 2 часов, что обеспечит оптимальные условия шелушения, которое осуществляется на двух последовательных системах с использованием обочных машин с наждачным цилиндром. После каждого прохода смесь шелушенных, целых и дробленых зерен пневмосепарируют. Относы пневмосепараторов (дуаспираторов)

Технология муки и крупы

направляют на контроль отходов I-II категорий, а основное зерно – на первую шлифовальную систему.

ШЛИФОВАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Обработка поверхности зерна в шелушильном отделении осуществляется на трех последовательных системах шлифования и трех последовательных системах полирования. При этом для получения крупы хорошего качества и низкой зольности необходимо полностью удалить остатки оболочек и зародыша. Крупа крупных номеров приобретает овальную форму, мелких – шарообразную.

Для шлифования и полирования используют машины с фрикционно-терочным методом воздействия (дисковые шелушильно-шлифовальные машины типа ЗШН). Параметры 1-ой шлифовальной системы – окружная скорость 16 м/с, уклон бичей 10%, зазор между абразивом и барабаном 20мм.

Значения параметров последующих систем уменьшаются, что позволяет сократить количество битых зерен.

После вторых систем шлифования и полирования продукты пневмосепарируют для отделения мучки, а после третьих – сортируют в отсевах. Причем, после третьей полировальной системы сортирование осуществляется как предварительное фракционирование крупы. При этом выделяется мучка и крупа делится на три фракции по крупности:

- крупная (сход с сита \varnothing 2,5 мм) – направляется на 1 сортиров. систему;
- средняя (проход \varnothing 2,5 мм и сход \varnothing 2,0 мм) – направляется на 4-ю с.с.;
- мелкая (проход \varnothing 2,0 мм и сход \varnothing 0,63) – направляют на 5-ю с.с.

Сортирование и калибрование готовой крупы осуществляется в отсевах на 6-ти сортировочных системах. Готовую крупу отдельно по номерам пневмосепарируют для выделения остатков мучки и после контроля в магнитных сепараторах направляют в отделение готовой продукции.

При производстве крупы «Артек» после шлифования осуществляется дробление крупных фракций ядра на вальцовых станках с кольцевой нарезкой быстровращающегося вала и по образующей цилиндра – медленно вращающегося.

Технология производства манной крупы

Манная крупа относится к важнейшим продуктам питания, в частности детского и диетического. Она обладает хорошими потребительскими свойствами, высокой пищевой ценностью, питательностью и усвояемостью.

Манная крупа представляет собой частицы чистого эндосперма зерна пшеницы в виде крупок определенного размера. Организовать производство манной крупы можно на заводе сортового помола пшеницы при наличии в технологическом процессе ситовечных машин. Вырабатывают манную крупу трех марок:

- марка «М» - из мягкой пшеницы;
- марка «ТМ» - из смеси мягкой и 20-ти % твердой пшеницы;
- марка «Т» - из твердой пшеницы.

Цвет манной крупы определяется видом сырья. Так, в манной крупе марки «М» преобладают непрозрачные мучнистые ровные крупки белого цвета. В марке «ТМ» преобладает крупка белого цвета с наличием полупрозрачной ребристой крупки кремового или желтого цвета. В манной крупе марки «Т» преобладает

Технология муки и крупы

ребристая крупка кремового или желтого цвета. Зольность манной крупы увеличивается при переработке твердой пшеницы в сравнении с мягкой.

Манную крупу можно получить из любого промежуточного по крупности продукта высокого качества, кроме дунстов. По классической технологии манную крупу получают из крупных крупок второй драной системы. Режим измельчения позволяет отбирать на второй драной системе 12 – 17% крупной крупки. При использовании двухъярусных ситовеек крупки последовательно обогащаются, что позволяет отобрать первым проходом фракцию крупки с большим содержанием мучнистых частиц, вторым проходом фракцию манной крупы и третьим проходом – ростки оболочек и эндосперма.

Манную крупу отбирают в счет муки наиболее высокого сорта и в количестве не более 2% от массы перерабатываемого зерна. Крупу получают проходом крупочного сита № 90 – 110.

Крупа марки «М» содержит минимальное количество клетчатки и золы, и очень богата крахмалом. Увеличение в объеме при варке крупы этой марки наибольшее (в 6 – 8 раз), время варки – 5 – 8 мин.

Крупа марки «Т» варится дольше (10 – 15 мин), меньше увеличивается в объеме, сохраняет крупитчатую структуру, но отличается более полным вкусом и высокой пищевой ценностью.

Крупа марки «ТМ» занимает промежуточное положение и в силу своей неоднородности обладает более низкими достоинствами.

Горох (*Pisum sativum*). Плод гороха – стручок (боб) – содержит до восьми семян. При созревании бобы растрескиваются и сварки (створки стручка) скручиваются. Горох, единственный представитель бобовых, который используется для производства крупы. Все сорта гороха делят на две группы: лущильные и сахарные. У лущильных сортов под кожурой створок имеется прочный пергаментный слой, поэтому в целом виде он для пищевых целей не предназначен. Крупу из гороха производят двух видов – **горох целый шелушенный и горох колотый шлифованный**.

Лущильные сорта гороха делят на два типа: I тип – продовольственный горох белого, желтого или зеленого цвета; II тип – кормовой горох с различной окраской семени (от темно-зеленого до темно-коричневого).

Сахарные (мозговые) сорта гороха не имеют пергаментного слоя и используются для производства крупы и для консервирования лущенного гороха и гороха в стручках.

Разные сорта продовольственного гороха имеют неодинаковую развариваемость – от 50 до 100 минут.

Семядоли гороха представляют собой зародыш. Поэтому в технологии крупы от него удаляют только оболочки.

Горох целый шелушенный – это целые семена I-го типа с неразделенными семядолями, освобожденные от семенных оболочек, шлифованные и полированные.

Горох колотый шлифованный представляет собой шелушенные и полированные семена с разделенными семядолями.

Технология муки и крупы

Пищевая ценность гороха очень высока благодаря большому содержанию полноценных по аминокислотному составу белков (26%), минеральных веществ и витаминов. Содержание углеводов в горохе составляет 55%, и представлены они в основном крахмалом с высоким содержанием сахара.

Горох долго варится (60 – 90 мин), незначительно увеличивается в объеме (в 2 раза), образуя вязкую пюреобразную массу. В основном горох используется для заправки супов.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Очистка гороха от примесей осуществляется на двух последовательных сепараторных проходах. Примеси, отбираемые проходом сита Ø 5 мм, содержат мелкий горох и дробленые частицы, дорабатывают на контрольной системе с ситами Ø 2 – 2,5 мм. Размер отверстий сит сепарирующих машин необходимо корректировать в зависимости от крупности поступающего гороха.

Скорость витания гороха около 16 м/с, что значительно больше, чем у зерна других культур и сорняков. Поэтому при соответствующей скорости воздушного потока в пневмосепарирующих каналах возможно удаление значительного количества примесей.

После выделения примесей горох обрабатывают влагой и теплом в процессе гидротермической обработки. Очищенный горох пропаривают при давлении пара 0,10 – 0,15 МПа в течение 2 – 3 минут. Допускается вместо пропаривания увлажнение горячей водой. Время отволаживания: после пропаривания – 15 минут, а после увлажнения – 30 минут.

В процессе тепловой сушки температура нагрева гороха не должна превышать 60 °С, а влажность гороха – 15%. Повышенная влажность гороха приводит к раскалыванию на семядоли, а пониженная – к увеличению выхода дробленного ядра при шелушении и шлифовании.

ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

На этом этапе горох сортируют на две фракции по крупности: крупную – сходом сита Ø 7 мм, и мелкую – проходом сита Ø 6 мм.

Шелушение и шлифование проводят отдельно для крупной и мелкой фракций на двух последовательных системах с использованием шелушильно-шлифовальных машин с абразивными дисками и вертикальной осью вращения.

После шелушения получают смесь, состоящую из шелушенного и нешелушенного гороха, семядолей, сечки, мучки и лузги. Поэтому такую смесь подвергают ситовому сепарированию с выделением следующих фракций:

1 – сход сита 4×20 мм представляет собой целый горох шелушенный и нешелушенный с крупной лузгой. Этот продукт после пневмосепарирования на дуаспираторах направляют на повторное шелушение.

2 – проход сита 4×20 мм, и сход сита Ø 3 мм состоит из разделенных семядолей и крупных частей ядра гороха, направляют на систему шлифования колотого гороха.

3 – проход сита Ø 3 мм, и сход сита Ø 1,5 мм представляет собой части дробленного ядра вместе с мелкой лузгой и мучкой, после пневмосепарирования направляется в отходы I – II категорий.

Технология муки и крупы

4 – проход сита Ø 1,5 мм направляют в кормовую мучку и сечку.

Аналогично сортируют продукты шелушения мелкой фракции. Различие состоит в том, что первую группу сит в отсеке принимают 3×20 мм.

Целое ядро гороха (сходы сит 4×20 мм крупной фракции и 3×20 мм мелкой фракции) после пневмосепарирования лузги полируют на щеточных машинах.

Колотый горох имеет острые края, что требует дополнительную обработку поверхности на системе шлифования. В результате частицы округляются, частицы округляются, приобретают гладкую поверхность, что придает крупе более высокий товарный вид.

Системы полирования целого и колотого гороха предназначены для удаления следов абразивного воздействия систем шелушения и шлифования. Для этого используют зерновые щеточные машины со щетками из мягкого материала. Полированную крупу дважды пневмосепарируют на дуаспираторах для выделения мучки и направляют в отделение готовой продукции.

Кукуруза (*Za mays*). Это высокоценная культура является самой урожайной, принадлежит к просовидным хлебным злакам, но имеет особенности в строении стебля и соцветий. Она отличается сильно развитым стеблем, достигающим в высоту 2 метра и более. Соцветия раздельнополые: мужские образуют метелку на вершине стебля, женские – плодоносящие в виде початка с зерном. Зерно кукурузы разнообразно по форме, размеру, консистенции и окраске. Оно может быть:

- крупное, с вдавленной вершиной, полустекловидное (зубовидное);
- среднее, с выпуклой вершиной, почти стекловидное (кремнистое);
- среднее, овальной формы, мучнистое (крахмалистое);
- мелкое, овальное или заостренное, стекловидное (лопающееся).

По окраске чаще всего встречается кукуруза желтая, содержащая в эндосперме желтые пигменты, и белая.

На долю эндосперма приходится в среднем 72% массы зерна кукурузы. Он содержит 80% крахмала, 9% белка, 5% сахара. Зародыш кукурузы содержит 35% жира, и отличается от других злаков тем, что содержит крахмал (5% от массы зародыша). А также значительное количество витамина Е.

Кукурузную крупу вырабатывают из лопающейся, а также белой и желтой кремнистой и зубовидной кукурузы. Процесс производства кукурузной крупы существенно отличается от производства других круп. Кукурузную дробленую крупу получают на мельничном оборудовании по схеме, напоминающей переработку кукурузы в муку. Значительную ее часть составляют отобранные крупки при размоле кукурузы.

Ассортимент кукурузной крупы включает в себя:

- крупу шлифованную пятиномерную;
- крупу крупную для производства хлопьев;
- крупу мелкую для производства палочек.

Крупа кукурузная шлифованная – это дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, зашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша.

Технология муки и крупы

Крупа кукурузная крупная для хлопьев – это дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, незашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша.

Крупа кукурузная мелкая для палочек – это мелкие дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, незашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша. Из этого следует, что кукурузные крупы отличаются крупностью частиц, а также степенью обработки поверхности этих частиц.

При производстве кукурузной крупы в технологии предусматривается отбор кукурузной муки трех видов: тонкого, крупного помолов и обойной.

Кукурузный зародыш является сырьем для производства кукурузного масла, поэтому технология производства крупы предусматривает операцию извлечения зародыша как одну из основных. Зародыш кукурузы составляет 8 – 14% массы зерна, глубоко вклинивается в эндосперм, что делает необходимой операцию дробления с использованием специального оборудования. Попадание частиц зародыша, богатого жиром, в крупу ухудшает качество и снижает сроки хранения.

На количество и качество крупы оказывает влияние также соотношение мучнистой и стекловидной части в зерне.

ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Операцию очистки кукурузы осуществляют путем однократного пропуска через скальператор и двукратного пропуска через ситовоздушные сепараторы. Наибольшую трудность при очистке кукурузы представляет отделение испорченных, изъеденных и недоразвитых зерен самой кукурузы. Для этого в сепараторах принимают размер отверстий подсевного сита 5 – 5,5 мм, что позволяет выделить большинство примесей в проходе сит. Основное зерно пропускают через камнеотборочную машину.

Гидротермическая обработка зерна кукурузы предназначена для пластификации зародыша, что делает возможным его отделение от зерна без излишнего дробления. Рекомендуются следующие режимы ГТО:

- в технологии пятиномерной крупы кукурузу увлажняют до 15 – 16% водой с температурой 40 °С или пропаривают при давлении пара 0,1 МПа в течение 5 минут, затем зерно отволаживают в течение 2 – 3 часов;

- при производстве крупной и мелкой крупы рекомендуется увлажнять зерно до 22% водой с температурой 35°С с последующим отволаживанием в течение 2 ч.

РУШАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Дробление зерна кукурузы и отбор зародыша осуществляют в двухроторных дробилках или в барабанных измельчителях – дежерминаторах. И в том, и в другом случае осуществляется крупное дробление, сопровождающееся отделением от крупы оболочек и зародыша. Выделение зародыша осуществляется по сложной схеме. На первом этапе продукты дробления сортируют на однородные фракции по крупности с использованием ситового сепарирования. При двукратном последовательном сепарировании выделяют

Технология муки и крупы

пять фракций продуктов. Самую крупную фракцию (сход с сита Ø 6 мм) дополнительно дробят, а самую мелкую, (проход металлочанного сита № 1,4) – направляют на контроль мучки. Промежуточные фракции после пневмосепарирования обрабатывают на пневмосортировальных столах для выделения зародыша. Подбирая индивидуально удельную нагрузку, интенсивность воздушного режима и положение перфорированной деки, на пневмосортировальных столах происходит разделение продуктов дробления по совокупности признаков – плотности, упругости, шероховатости, коэффициенту трения и скорости витания.

Дробленные части кукурузы после выделения зародыша могут шлифоваться в пятиномерную крупу, дробиться для получения мелкой крупы для палочек, а крупная фракция выделяется как крупа для производства хлопьев.

Шлифование и контроль пятиномерной крупы из кукурузы производят путем четырехкратного последовательного пропуска через машины с фрикционно-терочным методом обработки поверхности крупы. После каждой системы шлифования продукты пневмосепарируют на специальных системах, а выделенную мучку объединяют с мукой, полученной непосредственно в шлифовальных машинах.

Крупа после четвертой системы шлифования должна быть освобождена от плодовых оболочек и зародыша, ее частицы должны иметь хорошо зашлифованные и закругленные грани. Каждый номер крупы характеризуется проходом и сходом двух смежных сит.

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм	
	Проход	Сход
№1	4,0	3,0
№2	3,0	2,5
№3	2,5	2,0
№4	2,0	1,5
№5	1,5	№063

Выравненность крупы каждого номера должна быть не ниже 75%. Поэтому сортирование крупы осуществляется в два этапа.

Крупную крупу для хлопьев получают из крупной фракции дробленой кукурузы (проход сита Ø 6 мм и сход сита Ø 4,5 мм). При этом крупу дополнительно просеивают на сите Ø 5мм, сход этого сита представляет собой крупу крупную для производства хлопьев. При пересеве крупы выделяют муку (проход сита № 067). Основной продукт – крупу, обогащают на ситовойке для удаления зародыша. Сита в ситовойке подбирают с учетом крупности обогащаемого продукта.

Крупу подвергают длительному пропариванию, а затем плющат.

Кукурузные хлопья являются готовым продуктом, не требуют варки. А при производстве кукурузных хлопьев – корнфлекс, крупу проваривают в сладком солодовом сиропе, расплющивают в виде тонких лепестков и обжаривают. Корнфлекс можно употреблять с холодным молоком.

Крупу мелкую для палочек получают проходом с сита Ø 5 мм, затем дополнительно дробят на четырех последовательных системах вальцевых

Технология муки и крупы

станков. Механико-кинематические параметры мелющих валков, а также режимы измельчения должны обеспечить получение максимального количества крупинок с технологическим размером 1,2 мм или 0,67 мм, что соответствует размеру мелкой крупы для палочек. Продукты измельчения каждой системы пересеивают с выделением трех потоков:

1. сход с сита № 1,2 (направляют на повторное дробление);
2. проход сита № 1,2 и сход сита № 09 (направляют на пересев крупы);
3. проход сита № 09 первой системы (направляют на контроль мучки) и проход сита № 067 последующих систем (направляют на контроль муки).

При обогащении крупы удаляют остатки зародыша и оболочек, а чистая крупа после контроля на наличие металломагнитных примесей направляется в отделение готовой продукции.

В настоящее время широкое применение имеют снеки из кукурузы. Самым распространенным кукурузным снеком является попкорн – это взорванные при температуре 177 °С зерна лопающейся кукурузы, увеличенные в объеме до 30 раз.

Также из белой кукурузы готовят хрустящие кукурузные орешки – это поджаренные в сладком сиропе или подсоленные после длительного кондиционирования, зерна кукурузы.

Все большее распространение находит технология получения кукурузной массы, которая заключается в удалении шелухи (оболочек) с помощью гидроксида кальция и мокром помеле чистого эндосперма кукурузы. Из массы готовят кукурузные лепешки и кукурузные чипсы.

Лекционный курс (часть 2)



Введение

Технология является основой производства. И поэтому грамотное управление производством на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Мукомольное производство первым среди других производств приобрело действительно инженерное оформление, т. к. измельчение зерна и сортирование полученных при этом продуктов, для выделения в конечном счете муки, требовало применения сложной техники. Высокая энергонасыщенность мельниц определила преимущественное применение всех новых энергоносителей именно на мукомольных предприятиях. Само понятие - мельница - во всем мире зачастую используется как определение самых различных производств.

Технология муки находится в постоянном развитии, разрабатываются и внедряются в производство новые технологические операции, новые машины и аппараты. Для оценки эффективности их применения нужен специалист, владеющий современными методами технологии. В особенности возрастает роль инженера-технолога в настоящее время, в связи с переходом хозяйства на рыночные отношения. В этих условиях потребуются не только обеспечить высокую эффективность процессов, но и достичь преимущества в конкурентной борьбе с другими производителями аналогичной продукции

Крупяная промышленность развивается на базе нового высокоэффективного оборудования и новых технологических приемов. Возрастает потребность населения в расширенном ассортименте крупяной продукции, в частности, необходимо увеличить производство хлопьев, в том числе быстрорастворивающихся. Все эти задачи должны решаться совместными усилиями технологов, машиностроителей, научных работников и практиков.

Крупяные заводы строят в основном в местах возделывания крупяных культур. Нормы потребления крупы по отношению к потреблению всех зерновых продуктов составляют около 12 %, поэтому заводы обеспечивают продукцией большие районы, куда приходится вывозить крупу.

Производительность крупяных заводов, степень использования зерна и качество готовой продукции определяются свойствами зерновки, уровнем технологического процесса, состоянием технологического оборудования. Технология представляет собой совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции. Технология – наука о способах воздействия на сырье, материалы и полуфабрикаты соответствующими средствами производства.

Раздел I

1.1 Общие сведения о сырье для производства муки и крупы

Зерно является стратегическим сырьем для мукомольной и крупяной промышленности. Различают зерно для продовольственных и для фуражных целей. Продовольственное зерно по назначению принято делить на мукомольное, крупяное, техническое (пивоваренное, крахмалопаточное, масложировое и спиртовое). Зерно одной и той же культуры может использоваться в разных целях. Например, кукуруза – это сырье для производства муки, крупы, крахмала, консервов, растительного масла и как кормовая культура.

Отечественная крупяная промышленность перерабатывает в крупу зерно восьми наименований. Гречиха, рис, просо – это собственно крупяные культуры, зерно которых используется исключительно на производство крупы. Кроме этого крупу вырабатывают из овса, ячменя, пшеницы, кукурузы и гороха. Возможна также переработка в крупу и других зерновых культур. Товарная партия зерна, поставляемого на мельницу или крупозавод, должна обеспечивать получение муки и крупы заданного качества и ассортимента в соответствии с регламентом технологии. Поэтому качество зерна должно быть не ниже показателей, предусмотренных стандартами на зерно для переработки в муку или крупу. При этом технические условия на крупяное зерно включают органолептические показатели, определяющие цвет, запах и состояние зерна, а также показатели, определяемые объективными методами анализа, такие как массовая доля ядра, влажность, содержание примесей в процентах, предельные нормы зараженности и количество обрубленных зерен. Цвет и запах крупяного зерна должны соответствовать нормальному зерну. При этом должны быть исключены любые посторонние запахи, в том числе затхлый, солодовый и запах нефтепродуктов. Массовая доля ядра – один из специфических показателей качества, показывающий относительное содержание ядра к массе зерна с примесями. Рабочая формула для определения массовой доли ядра, $Я, \%$ имеет вид:

$$Я = \frac{[100 - (C + Z + M)](100 - П)}{100} + a \cdot O,$$

где; C – содержание сорной примеси, %; Z – содержание зерновой примеси, %;

M – содержание мелкого зерна, %; $П$ – пленчатость зерна, %;

O – содержание обрубленных зерен, %; a – постоянный коэффициент.

1.2. Классификация зерновых культур

Использование зерновых культур зависит от их химического состава. По химическому составу зерновые культуры принято делить на три группы:

Технология муки и крупы

- богатые крахмалом – хлебные злаки. Содержание крахмала 70 – 80%, белков – 10 – 15%. К ним относится пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, рис, просо, кукуруза и семейство гречишных;

- богатые белком – бобовые. Содержание углеводов 50 – 55%, белков – 25 – 40%, а у сои – до 50%;

- богатые жирами – масличные. Содержание жиров 25 – 35%, белков – 20 – 40%. К высокомасличным культурам относится подсолнечник (свыше 35%).

Возделываемые зерновые культуры по ботаническим признакам (плод, соцветие, стебель, корень) относят к трем семействам: злаковые, гречишные, бобовые.

Семейство злаковых

Семейство злаковых состоит из двух групп хлебных злаков:

- настоящие хлеба – пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес;
- просовидные хлеба – кукуруза, рис, просо сорго.

Различаются эти группы в первую очередь строением плода, который называется зерновкой. У настоящих злаков зерновка продолговатой или овальной формы, со стороны спинки четко различим зародыш в виде вмятинки. На противоположном зародышу конце – бородка, образованная выростами клеток оболочек. Со стороны брюшка вдоль всей зерновки проходит бороздка.

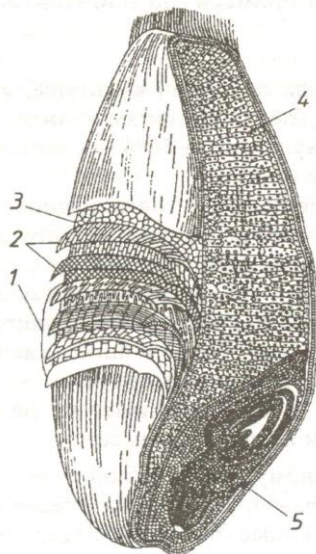


Рис. 1.1. Продольный разрез зерновки пшеницы

1 – плодовые оболочки; 2 – семенные оболочки; 3 – алейроновый слой эндосперма; 4 – крахмалистая часть эндосперма; 5 – зародыш

У просовидных злаков зерновка различной формы, например, у риса – продолговатая (разной конфигурации – длинозерная, среднезерная и короткозерная), у проса – округлая. Бороздка и бородка отсутствуют.

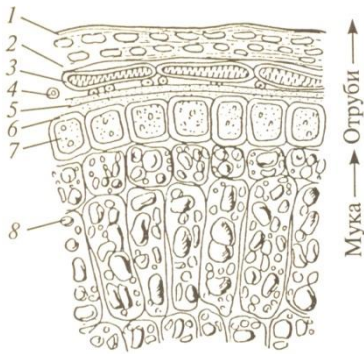
Зерновка семейства злаковых покрыта цветковой пленкой (за исключением кукурузы, которую называют ложным злаком). Если цветковая пленка легко отделяется, то злаки называют голозерными (пшеница, рожь), если трудноотделима – пленчатыми (ячмень, овес, рис, просо).

Различают две формы злаковых озимые и яровые. Настоящие злаки бывают как озимыми, так и яровыми, а просовидные только яровыми.

Различают две формы злаковых озимые и яровые. Настоящие злаки бывают как озимыми, так и яровыми, а просовидные только яровыми.

Строение зерна злаковых. Зерновка любого злака состоит из трех основных частей – зародыша, эндосперма и оболочек.

Технология муки и крупы



1,2,3,4 – слои плодовой оболочки, из них:
 1 – эпидермис (верхняя кожица);
 2 – эпикарпий (клетки расположенные вдоль длинной оси зерна); 3 – мезокарпий (клетки расположенные перпендикулярно длинной оси зерна); 4 – эндокарпий с трубчатыми клетками; 5 – пигментный слой семенной оболочки; 6 – гиалиновый слой семенной оболочки; 7 – алейроновый слой эндосперма; 8 – эндосперм, в клетках которого видны крахмальные зерна

Рис. 1.2. Строение зерна пшеницы

После цветковой пленки расположена плодовая оболочка состоящая из четырех слоев, затем идет семенная оболочка с ее пигментным и гиалиновым слоем.

Внутренняя часть зерна – эндосперм – подразделяется на наружный слой (алейроновый) и собственно эндосперм – мучнистое ядро.

Алейроновый слой по химическому составу и строению клеток отличается от оболочек и эндосперма, но при переработке зерна отделяется вместе с оболочками в виде отрубей. Клетки алейронового слоя заполнены белковыми тельцами с вкраплениями жира. Алейроновый слой богат водорастворимыми витаминами В₁, В₂ и РР. Он составляет в среднем 7% от массы зерна.

Эндосперм, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна. Он состоит из крупных клеток, заполненных крахмалом и белком. В зависимости от степени заполнения клеток эндосперм может быть *стекловидным* или *мучнистым*.

В том случае, когда все клетки эндосперма плотно, без воздушных прослоек, заполнены белком и крахмалом, они слабо преломляют лучи света и зерна становятся полупрозрачными – стекловидными.

Зерна, имеющие рыхлые клетки эндосперма, содержащие поры и прослойки воздуха, многократно преломляют лучи света, они непрозрачны – мучнистые.

Эндосперм содержит весь крахмал зерна, количество которого составляет до 82% массы всего эндосперма, белков образующих клейковину – 13 -15%.

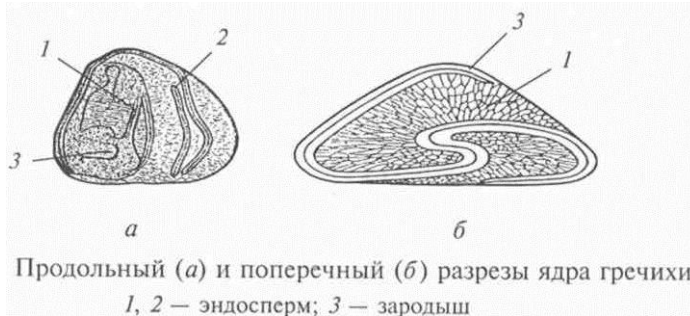
Благодаря химическому составу эндосперма, продукты, полученные из него отличаются высокой пищевой ценностью и усвояемостью. Масса эндосперма составляет до 85% массы зерна.

Зародыш представляет собой часть зерна, из которой развивается новое растение. Клетки зародыша живые, способные к размножению, содержат протоплазму и ядро, имеют мягкую консистенцию.

Зародыш содержит до 40% белка, свыше 25% - сахара, 12 – 15% - жира, около 3% - клетчатки и до 5% - минеральных веществ. Он богат витаминами В₁, В₂, В₆, Е, РР. Масса зародыша составляет 2 – 3% массы зерна.

Семейство гречишных

К этому семейству относится гречиха обыкновенная и татарская гречишка - сорное растение. Зерновка гречихи имеет трехгранную форму. Плодовые оболочки не срастаются с зерном, что позволяет их легко удалять. Собственно семя состоит из тонкой семенной оболочки, эндосперма и зародыша. Большая часть зародыша, имеющая S-образную форму, расположена в середине эндосперма.



По химическому составу плоды гречихи относятся к группе зерновых культур, богатых крахмалом – 50 – 70%. Содержание в гречихе белка составляет – 12 – 15%, клетчатки – до 15%, жира – до 3%.

Эндосперм гречихи приобретает стекловидную консистенцию, если ее подвергнуть сильному пропариванию и последующей сушке.

Семейство бобовых

К семенам бобовых культур относятся горох, фасоль, бобы, чечевица, соя, чина, нут. Они имеют общее строение. Плод – боб (стручок), состоит из двух створок - мощно развитых плодовых оболочек, между которыми находятся семена. У семян бобовых нет эндосперма, они представляют собой зародыш, состоящий из двух семядолей, покрытых семенной оболочкой.

Окраска семядолей является видовым и сортовым признаком и может быть желтой и зеленой - у гороха и белой, коричневой, пестрой – у фасоли.

Семена бобовых превосходят злаки по содержанию белка, количество которого доходит до 35%, а у сои – до 50%. Но белки бобовых в чистом виде плохо усваиваются, поэтому требуется специальная обработка – **денатурация белка**. Это процесс свертывания и выпадения в осадок белка под влиянием температуры или воздействия органических растворителей и кислот.

Самыми распространенными бобовыми культурами являются горох, фасоль и соя.

Горох. Плод гороха – стручок (боб) – содержит до восьми семян. Все сорта гороха делят на две группы: луцильные и сахарные. У луцильных сортов под кожурой имеется прочный пергаментный слой, поэтому в целом виде он для пищевых целей не предназначен. Используется для производства крупы гороховой – горох целый и колотый шлифованный.

Технология муки и крупы

Сахарные сорта гороха не имеют пергаментного слоя и используются для консервирования.

Фасоль. По пищевой ценности и потребительским свойствам фасоль превосходит горох. Она крупнее, содержит много белка и хорошо разваривается. По стандарту различают фасоль белую – тип I и цветную – типы II (однотонная коричневая) и III (пестрая).

Соя. Это бобовая культура с высоким содержанием азотистых веществ и жира. В отличие от других бобовых, зерно сои используют только после промышленной переработки – в виде дезодорированной муки, концентрата и масла. Из сои делают молоко, творог, мясо (соевый белок), блинную муку и т. д. Соевая мука используется как источник белка в хлебопечении, макаронном, кондитерском производстве для повышения питательности и биологической ценности продукта. Семена сои могут быть светлоокрашенные (желтые, зеленые) и темноокрашенные (бардовые, коричневые). Пищевыми являются светлоокрашенные сорта.

В сое содержится до 50% белка и в среднем 20% жира. Характерно, что в составе сои почти полностью отсутствует крахмал. Соя содержит значительное количество минеральных веществ и витаминов. Все изложенное показывает, что соя – один из самых ценных видов сырья для производства продуктов питания.

1.3. Технологический потенциал зерна

По современным научным представлениям, при оценке свойств зерна следует учитывать, что зерно является сложным физическим телом, вследствие органического соединения в единое целое резко разнородных по структуре и свойствам анатомических частей: эндосперма, оболочек и зародыша и, во-вторых, что зерно - живой организм, поэтому все протекающие в нем процессы, независимо от природы, подчиняются управляющему воздействию биологической системы зерна. С термодинамической точки зрения зерно представляет собой сложную открытую систему с большим числом внешних и внутренних связей.

Для комплексной оценки зерна, как сырья для переработки, удобно использовать понятие его технологического потенциала, который формируется под влиянием биологических особенностей сорта, почвенно-климатических особенностей выращивания и комплекса агротехнических мероприятий.

Технология муки и крупы

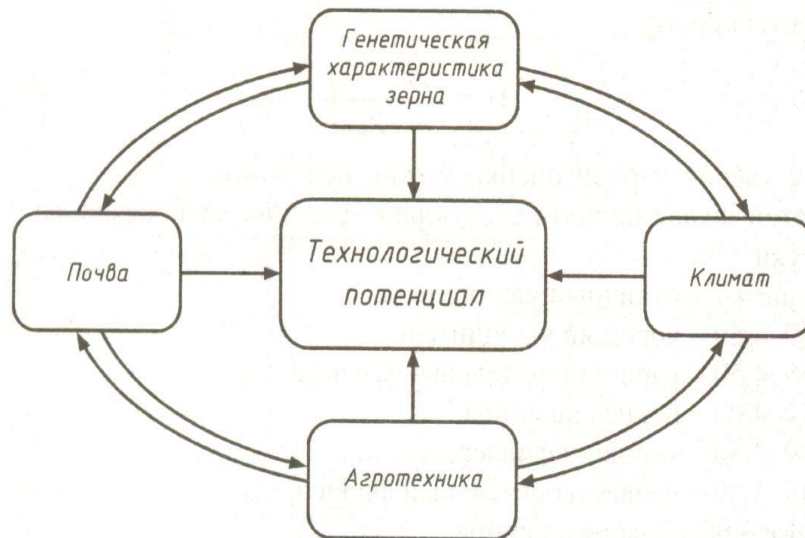


Рис 1.3. Схема формирования технологического потенциала зерна

В связи с этим возникает задача разработки такого метода оценки потенциальных возможностей зерна, чтобы одновременно учитывать не только технологическую эффективность помола, но хлебопекарные свойства полученной при этом муки. Известно, что партии зерна различаются не только по мукомольным свойствам, но и по хлебопекарному качеству муки. Очевидно, что при такой постановке задачи технологический потенциал зерна (*ТП*) может быть выражен произведением показателя мукомольной характеристики *М* на показатель хлебопекарной характеристики *Б*:

$$ТП = М \cdot Б$$

В мукомольной промышленности этот технологический потенциал определяется двумя основными показателями:

- соотношением масс анатомических частей и, прежде всего, содержанием эндосперма;
- физической возможностью разделения анатомических частей зерна в процессе переработки на самостоятельные продукты.

Зерно хлебных культур имеет сложное строение и структуру своих анатомических частей, а внешне - оригинальную форму для каждой группы культур.

Соотношение масс анатомических частей зерна определяет потенциальный выход продуктов его переработки. Глубоко проникающая бороздка у зерна пшеницы, ржи, тритикале существенно усложняет задачу избирательного измельчения крахмалистой части его эндосперма при сортовом помоле. Определенное значение имеет структура цветковых пленок, оболочек, конфигурация клеток алейронового слоя и т.д.

Результаты многочисленных научных работ свидетельствуют, что соотношение масс анатомических частей зерна заметно варьирует в зависимости от сорта, крупности, выполненности и других факторов. Например, содержание крахмалистой части эндосперма в зерне пшеницы у разных партий различается на 8% - от 85 до 77%, в зерне ржи - на 7% - от 78 до 71% и т.д. Поэтому неодинаковы и потенциальные технологические достоинства зерна. Для зерна

Технология муки и крупы

пшеницы можно принять, что в среднем массовая доля крахмалистой части эндосперма составляет 82,5%, алейронового слоя - 8,0%, оболочек - 7,0%, зародыша - 2,5%.

На содержание эндосперма значительно влияет крупность зерна. Так, для крупной фракции зерна пшеницы, полученной сходом с решета 2а -28х20, оно равно 83... 85%, а при переходе к мелкой фракции, выделенной проходом 2а - 20х20 и сходом 2а - 18х20, содержание эндосперма снижается до 80...78%.

Опыт показывает, что содержание эндосперма практически прямолинейно связано с выходом муки или крупы.

При производстве сортовой муки наружные покровы зерна необходимо выделить в виде побочных продуктов - отрубей, а эндосперм зерна превратить в готовую продукцию. Такое разделение анатомических частей зерна на самостоятельные продукты является сложной инженерной задачей. При сортовом помоле проводят многоступенчатый процесс измельчения и сортирования полученных продуктов; при этом тонко измельченный эндосперм направляется в муку, а оболочки с алейроновым слоем в виде крупных частиц - в отруби; зародыш желателно выделить в качестве самостоятельного продукта.

При простом помоле зерна в муку обойную зерно измельчают целиком, без разделения на отдельные продукты.

По химическому составу зерно хлебных культур характеризуется высоким содержанием крахмала. Известно, что все химические вещества неравномерно распределены по анатомическим частям зерновки, что связано с различной органической функцией зародыша, эндосперма и оболочек.

Так, в оболочке присутствуют, главным образом, не усваиваемые человеческим организмом вещества. Зародыш и алейроновый слой эндосперма содержат много белка, но в них много и жира, присутствие которого в муке или крупе резко снижает возможный срок их хранения; поэтому их удаляют в процессе размола. Крахмал, как основное запасное питательное вещество семени, необходимое для развития нового растения, накапливается во внутренней части эндосперма, расположенной под алейроновым слоем.

Белки, способные образовывать клейковину, также расположены только в крахмалистой части эндосперма пшеницы, ячменя, ржи, тритикале.

Неравномерно распределены вещества и в пределах эндосперма. Анализ показывает, что по мере продвижения от его центра к периферии возрастает содержание биологически ценных веществ: белков, витаминов. Особенно велико их содержание в субалейроновом и алейроновом слоях. Но клетки алейронового слоя не поддаются ферментам пищеварительного тракта человека, поэтому включать алейроновый слой в состав муки бессмысленно. Кроме того, в нем велико содержание жиров, что отрицательно сказывается на сохранности муки.

Физико-химические свойства твердых сыпучих материалов определяются большим числом показателей, выбор которых зависит от поставленной инженерной задачи. Для зерна, как сырья для производства муки, основное технологическое значение имеют его геометрические характеристики (линейные размеры, форма, объем, площадь внешней поверхности), крупность и выравненность зерновой массы, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность.

Технология муки и крупы

Так, форма и линейные размеры зерна определяют выбор схем сепарирования, характеристику рабочих органов сепарирующих машин, шелушителей, а также рабочих органов измельчающих машин. Объем и внешняя поверхность играют важную роль в процессах увлажнения, нагрева и охлаждения зерна.

Анализ данных показывает, что с уменьшением крупности зерна снижается значение соотношения объема и поверхности, следовательно, у мелкого зерна должно быть более высокое содержание оболочек и меньшее содержание эндосперма, поэтому мелкое зерно при помоле дает низкий выход муки, а качество ее не отвечает высоким требованиям; эту мелкую фракцию следует выделять на элеваторах и в помол не направлять, а использовать в качестве компонента комбикормов.

Вследствие снижения массы 1000 зерен удельная поверхность зернового слоя повышается. Следовательно, в случае мелкого зерна процесс тепловлагообмена с окружающей средой должен развиваться интенсивнее, чем в случае крупного.

В отечественной практике натуру зерна принято измерять в г/л. Ее величина существенно зависит от формы зерна, влажности, крупности, засоренности и вида примесей и т.п. Однако при опытах с очищенным от примесей зерном установлено положительное влияние натуры на выход муки. Имеются данные, что при натуре ниже 740 г/л выход муки снижается на 1% за каждые 17 г/л или даже 13 г/л снижения натуры. При натуре выше 740 г/л влияние ее менее заметно. При снижении натуры ухудшается и качество муки.

Масса 1000 зерен положительно коррелирует с крупностью зерна, его стекловидностью, плотностью, поэтому она оказывает заметное влияние на технологические свойства зерна.

Естественная высокая вариация зерна по длине, ширине и толщине не позволяет однозначно избирать наиболее эффективные параметры процессов сепарирования, измельчения, шелушения, гидротермической обработки. Для обеспечения высоких технологических результатов важное значение приобретает выравненность по размерам поступающих в переработку партий зерна. Для повышения выравненности партий используют удаление мелкой фракции зерна, а также рассортирование партии на несколько фракций.

В мукомольной практике фракционирование зерна не применяется. Проведенные исследования показали, что если разделить помольную партию на две фракции, посредством сортирования на сите 2а-25х20, то полученные сходовая и проходная фракции заметно различаются по свойствам и требуют индивидуальных режимов увлажнения и отволаживания.

1.4 Общие операции при переработки зерна в муку и крупу

Современные мукомольные и крупяные заводы являются крупными механизированными предприятиями с высокой степенью автоматизации технологических процессов.

Технология муки и крупы

Технологический процесс производства муки и крупы предусматривает ряд операций, которые могут быть общими для мукомольной и крупяной промышленности – это операции сепарирования, гидротермической обработки, обработки поверхности зерна и ядра и измельчения зерна.

Сепарирование – одна из важнейших технологических операций - это разделение сыпучих материалов на однородные фракции. Задачи сепарирования:

1. Очистка зерна от примесей;
2. Сортирование исходного сырья на фракции по крупности для переработки в продукты разного назначения;
3. Фракционирование зерна для отдельной переработки в продукцию одинакового назначения;
4. Извлечение конечных продуктов переработки;
5. Извлечение промежуточных продуктов;
6. Обогащение промежуточных продуктов – крупок и дунстов в технологии муки и разделение ядра и зерна в технологии крупы;
7. Контрольное сепарирование конечных продуктов.

Гидротермическая обработка - это обработка влагой и теплом с целью изменения свойств зерна. Главная задача ГТО разделить плохо усвояемые, малоценные, грубые оболочки от эндосперма. Эндосперм зерна дает основную продукцию – муку или крупу, а оболочки – лузгу, отруби и мучку. При ГТО происходит улучшение питательных свойств продукта благодаря миграции растворимых биологически активных веществ из периферии зерна в эндосперм. При тепловом воздействии на зерно происходит улучшение перевариваемости, цвета, запаха и вкуса. ГТО включает в себя четыре операции.

Увлажнение – это массовое добавление влаги в зерно посредством воды или пара. При обработке паром происходит подогрев зерна, что активизирует процесс влагопереноса и процесс увлажнения сокращается по времени.

Отволаживание – это процесс переноса влаги вглубь эндосперма за определенный промежуток времени. Продолжительность отволаживания может меняться от 30 минут до 24 часов и более. *Обезвоживание зерна* - осуществляется с целью обеспечения заданной влажности зерна в целом или отдельных его частей. Обезвоживание производится кондуктивным или конвективным способом. Кондуктивный – нагретая поверхность, конвективный – нагретый воздух. *Охлаждение зерна* – осуществляется с целью достижения оптимальной температуры зерна.

Обработка поверхности зерна и ядра – включает в себя операции шелушения зерна, шлифования и полирования ядра. В рушильном отделении мельзавода и шелушительном отделении крупозавода осуществляется комплекс процессов по удалению с зерна наружных, внутренних оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Шелушение – это операция по полному или частичному удалению наружных оболочек зерна. *Шлифование* – это операция по удалению с ядра внутренних оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Полирование – это операция по дальнейшей обработке шлифованного ядра с целью улучшения качества крупы и ее товарного вида.

Технология муки и крупы

Измельчение зерна – одна из основных и энергоемких операций при переработки зерна. Существует множество способов измельчения:

Дробление – это разрушение ядра на крупные части используется в технологии дробленых круп. *Резание* – процесс измельчения зерна на специальных вальцевых станках с взаимно перпендикулярной нарезкой валков.

Размол – это процесс раздавливания (перетирания) зерна между быстровращающимся и медленно вращающимся валками. Весь процесс размола зерна делиться на ряд этапов с конкретными задачами.

Технология является основой производства. И поэтому грамотное управление производством на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Технологический процесс состоит из ряда взаимосвязанных операций, каждую из которых выполняет специальное оборудование – машины. Их эффективная эксплуатация требует знания их конструкции. Технологический процесс принято изображать в графической форме, в виде схем, отображающих последовательность выполнения технологических операций, с указанием рабочих параметров машин и аппаратов. Ниже приведены условные обозначения машин и аппаратов в технологических схемах.

Условное обозначение	Наименование машины	Условное обозначение	Наименование машины
	Воздушно-ситовый сепаратор		Бичевая машина (вымольная машина для отрубей)
	Триер-овсюгоотборник		Энтолейтор – стерилизатор зерна
	Триер-куколеотборник		Емкость для зерна (закром)
	Камнеотборник		Вальцовый станок с рифлеными вальцами
	Аспиратор		Рассев

Технология муки и крупы

	Дуаспиратор		Двухъярусная ситовейка
	Весы автоматические порционные		Трехъярусная ситовейка
	Магнитный сепаратор		Энтолейтор
	Концентратор		Деташер
	Вертикальная обочная машина		Центробежный бурат
	Шнек интенсивного увлажнения		Горизонтальная обочная машина с абразивным цилиндром
	Дозатор Смеситель		Мокрый шелушитель

Раздел II Технология производства муки

2.1 Ассортимент и качество муки

Мукомольная промышленность – крупнейшая отрасль пищевой промышленности, которая вырабатывает муку для розничной торговли, а также для хлебопекарной и кондитерской отраслей.

Мука – это основной продукт, получаемый в результате измельчения зерна в порошок с отделением или без отделения отрубей. Муку подразделяют на виды, типы и товарные сорта. **Вид муки** определяется культурой, из которой она выработана. **Основные виды** – пшеничная и ржаная мука. **Второстепенные виды** – ячменная, кукурузная, и соевая. **Муку специального назначения** – овсяную, рисовую, гречневую и гороховую – используют в пищевой и комбикормовой промышленности. **Тип муки** зависит от ее целевого назначения. Так, пшеничную муку вырабатывают трех типов: хлебопекарную, макаронную и кондитерскую. Соевую муку делят на типы в зависимости от содержания жира: необезжиренная дезодорированная, полуобезжиренная, обезжиренная. **Товарный сорт муки** зависит от того, какая часть зерновки попадает в муку, т.е. от технологии переработки зерна. В основе деления на сорта лежит количественное соотношение эндосперма и оболочек. Так, например, мука высших сортов состоит только из частиц эндосперма. Сорта отличаются химическим составом, цветом, технологическими достоинствами, калорийностью, усвояемостью и биологической ценностью.

Отруби – это побочный продукт измельчения зерна, получаемый после извлечения эндосперма и представляет собой сростки частиц эндосперма и семенных оболочек. Отруби имеют неправильную пластинчатую форму.

Ассортимент муки

Пшеничная хлебопекарная мука. Вырабатывается пяти сортов: мука-крупчатка, мука высшего сорта, мука 1-го сорта, мука 2-го сорта и обойная мука.

Мука – крупчатка вырабатывается из стекловидной мягкой пшеницы с добавлением твердой. Представляет собой крупные частицы, состоящие из чистого эндосперма центральных частей зерновки. Клейковина хорошего качества, содержание ее не менее 30%, зольность – не более 0,6%. **Мука высшего сорта** состоит из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма, практически не содержит отрубей, имеет белый цвет. Зольность – не более 0,55%, количество сырой клейковины – 28%. **Мука 1-го сорта** – это тонкоизмельченные частицы всех слоев эндосперма, содержит 3 – 4% отрубей, цвет – белый с желтоватым оттенком. Зольность – не более 0,75%, количество клейковины – 30%. **Мука 2-го сорта** состоит из неоднородных частиц измельченного эндосперма, количество отрубей – 10%. Из-за присутствия в муке частиц оболочек она приобретает сероватый оттенок. Зольность повышается до 1,5%, а содержание клейковины снижается до 25%.

Обойная мука вырабатывается при измельчении всех частей зерна. Она содержит до 16% отрубей. Мука неоднородна по размеру частиц. Цвет – белый с

Технология муки и крупы

желтоватым или сероватым. Содержание сырой клейковины – 20%, зольность не превышает 2%.

Ржаная мука. Используется в хлебопекарной и кондитерской отраслях пищевой промышленности. Вырабатывается трех сортов: сеяная, обдирная и обойная. *Сеяная мука* – это тонкоизмельченные частицы эндосперма зерна, количество оболочек 1 – 3%. Цвет белый с кремовым или сероватым оттенком. Зольность не более 0,75%, число падения – 160 сек. *Обдирная мука* неоднородна по размеру, содержит до 15% оболочек, которые видны невооруженным глазом при оценке цвета муки. Зольность - 1,45%, число падения – 150 сек. *Обойная мука* – это неоднородные по размеру частицы, полученные при размоле всех частей зерна. Цвет – серый с частицами оболочек. Зольность – 2%, число падения – 105 сек. Ржаная мука не образует клейковину, но содержит больше, чем пшеничная водо- и солерастворимых белков, полноценных по аминокислотному составу.

Ячменная мука. Вырабатывается по схеме переработки ржи трех сортов (сеянная, обдирная, обойная). Ее используют в основном для производства национальных видов хлебобулочных изделий в Якутии и Бурятии.

Соевая мука. Вырабатывается трех сортов - необезжиренная дезодорированная с содержанием жира 17 – 20%, полуобезжиренная вырабатывается из соевого жмыха (5 – 8% жира), обезжиренная вырабатывается из шрота (1 – 2 % жира). Используется как улучшитель для пшеничной и ржаной муки.

Кукурузная мука. Вырабатывается трех видов: тонкого помола, крупного помола и обойная. Также как и соевая является улучшителем. Нормирует содержание золы и жира. Перспективным является производство смешанной муки, обогащенной пищевыми волокнами (пшеничными, гороховыми отрубями и пивной дробинкой).

Пшеничная хлебопекарная (табл. 2.1) характеризуется средним выходом клейковины нормального качества, имеет относительно высокую водопоглощающую и сахарообразующую способности. Получают такую муку из мягкой пшеницы средней силы с добавкой или без добавки сильной и твердой пшеницы.

Нормы качества муки хлебопекарной

Сорт муки	Зольность, %, не более	Крупность помола		
		Остаток на сите, № /	Проход через сито,	Содержан. клейковины
Мука пшеничная				
Высший	0,55	43/5	-	28
Первый	0,75	35/2	43/75	30
Второй	1,25	27/2	38/60	25
Обойная	Не менее чем на 0,07% ниже зольности зерна	067/2	38/30	20
Мука ржаная				
Сеяная	0,75	27/2	38/90	-
Обдирная	1,45	045/2	38/60	-
Обойная (То же, что и пшеничная)				

Макаронная мука отличается малой влагоемкостью, способностью образовывать плотное упругое тесто (не темнеющее). Используют твердую или высокостекловидную пшеницу с большим содержанием сырой клейковины, достаточно эластичной и светлоокрашенной.

При помолу измельчают продукт до относительно крупных частиц, в несколько раз больше, чем частицы хлебопекарной муки. Мука, готовая к потреблению, отличается от хлебопекарной тем, что к ней добавляют соли, сахара, химические разрыхлители, сухое молоко и другие компоненты по рецептуре.

Качество муки зависит от качества перерабатываемого зерна и технологии производства. Технологические операции определяющие качество муки – это смешивание зерна или составление помольных партий, подготовка зерна к помолу, непосредственно размол, просеивание, сортировка и обогащение крупок и формирование товарных сортов муки.

Сорт муки является особенно важной категорией муки всех видов и типов. Основой, определяющей сорт муки, является количественное соотношение содержащихся в ней различных тканей зерна. Изменение количественного соотношения этих частей вызывает изменение состава и свойств муки.

Мука разных сортов отличается по многим признакам: цвету, зольности, содержанию клетчатки и других веществ, неравномерно распределенных в тканях зерна.

В зависимости от поставленной задачи по выходу муки и ее качеству может различаться количество технологических операций, их взаимосвязь и последовательность выполнения. Например, при помолу зерна в муку простого размола - обойную муку, измельчается все зерно, включая оболочки и зародыш. При современном уровне техники эта задача решается просто, поэтому весь помол ограничивается всего лишь одним этапом измельчения и сортирования продуктов.

Технология муки и крупы

Наоборот, при производстве сортовой муки тонкому измельчению подвергают только крахмалистую часть эндосперма, а оболочки и алейроновый слой зерна направляют в отруби, в виде крупных частиц. Зародыш может быть при таком помоле выделен как самостоятельный продукт или также идет в отруби. Такая задача избирательного измельчения различных анатомических частей зерна вынуждает существенно усложнять технологию муки: необходимо вводить дополнительные этапы процесса, в которых происходит сортирование на фракции по добротности, на основе различия физико-химических и структурно-механических свойств эндосперма, оболочек и зародыша.

2.2 Классификация помолов

Измельчение – это основная технологическая операция разделения зерна на составные части. В результате измельчения уменьшаются средние размеры частиц, и увеличивается их суммарная поверхность в сравнении с исходными.

Так, в технологии получения муки при высокой степени разделения анатомических частей зерна необходимо измельчить крахмалистый эндосперм, а высокозольные оболочки отделить без дробления.

Для получения муки установленного ассортимента и качества используют разные типы помолов: *разовые* и *повторительные*, причем повторительные помолы бывают *простые* и *сложные*.

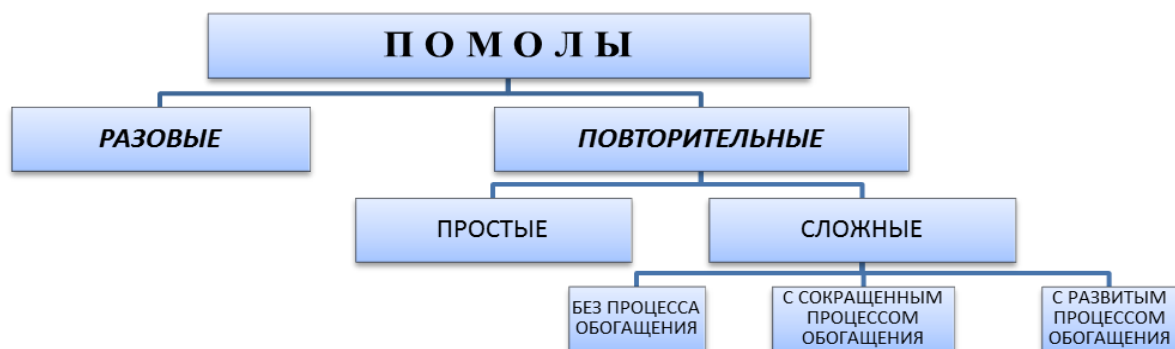


Рис. 2.1. Схема классификации помолов зерна

При **разовом** помоле муку получают за один проход через размалывающую систему. Качество муки при таком помоле низкое – обойная пшеничная или ржаная с выходом 95 – 96,5%.

При **повторительном** помоле для получения муки зерно неоднократно пропускают через драные и размольные системы.

Простые помолы состоят из одного технологического этапа связанного с простым измельчением и просеиванием продуктов помола. К простым помолам относятся все помолы пшеницы и ржи в обойную муку. Простым повторительным помолом вырабатывают муку только одного сорта. Измельчение ведут на 3 – 4 системах. Эти помолы могут быть без отбора отрубей – обойный с выходом 95 – 96% пшеничной или ржаной муки, с отбором отрубей – обдирной с выходом ржаной муки 87% и сеянный – 63%.

Технология муки и крупы

Сложные помолы имеют развитую технологическую схему с использованием метода избирательного измельчения для выделения эндосперма в чистом виде и последующего его измельчения в муку. Сложный повторительный помол состоит в пропуски зерна через драную систему, сортировку продуктов размола и их обогащения, а затем размола крупок на размольных системах.

К сложным относятся все сортовые помолы:

1. *Сложные повторительные помолы без обогащения крупок* предназначены для получения ржаной сортовой, обдирной и сеяной муки.
2. *Сложные повторительные помолы с сокращенным процессом обогащения крупок* предназначены для получения муки 2-го сорта с выходом 85% при односортном помоле или при двухсортном помоле с общим выходом муки 75%, получая 55% муки 1-го сорта и 20% муки 2-го сорта.
3. *Сложные повторительные помолы с развитым процессом обогащения крупок* являются основными, они позволяют получить 72% муки 1-го сорта при односортном помоле, а также осуществлять двух- и трехсортные помолы с общим выходом от 75 до 78% и помолы в макаронную муку с общим выходом 72-78%. Этот класс помолов применяется при односортных помолах, позволяющих получить 75% муки высшего сорта.

Правила организации и ведения технологического процесса на мельницах классифицируют помолы по назначению основной продукции (хлебопекарные и макаронные), по виду сырья (ржаные и пшеничные). Существует 12 видов помола мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, 3 вида помола твердой пшеницы в макаронную муку, 1 вид помола в хлебопекарную муку с отбором макаронной крупки и 6 видов помола ржи в хлебопекарную муку. Все виды помолов имеют различную формулу, т.е. отличаются выходом и качеством муки, а также определенным соотношением побочных продуктов и отходов с учетом усушки. Сумма полученных продуктов обязательно должна равняться массе поступающего продукта. Это соотношение записывается в виде материального баланса:

$$C_m + C_{отр} + C_{муч} + C_{кзп} + C_{отх} + У = 100$$

Где, C_m - суммарный выход муки или крупы %, $C_{отр}$ - выход отрубей, $C_{муч}$ - выход мучки, $C_{кзп}$ - выход кормовых зернопродуктов, $C_{отх}$ - выход отходов, $У$ - усушка.

Запись баланса помола ведут в виде обычной таблицы или же в виде таблицы-шахматки. Например, запись количественного баланса для 1-ой драной системы сортового помола пшеницы:

Поступило зерно – 100%.

Получено:

1-й сход	68%	- направлен на ИД,
2-й сход	12%	- направлен на СВ1,
3-й сход	8%	- направлен на СВ2,
4-й сход	9%	- направлен на С1,
Проход	3%	- направлен в муку.

Итого 100%.

Технология муки и крупы

После разработки баланса на его основе выполняют подробный анализ всего технологического процесса: определяют режимы измельчения всех систем, сопоставляют полученные результаты с действующими рекомендациями, рассчитывают извлечение продуктов 1-го и 2-го качества в драном процессе, рассматривают правильность формирования потоков продуктов по отдельным технологическим системам.

Баланс помола представляет собой полную характеристику принятой на мельнице технологии.

Простые обойные помолы

При дранных помолах базисный выход пшеничной муки составляет 96%, отрубей 1%, а ржаной 95%, отрубей 2%. Принципиальная схема простого обойного помола приведена на рис. 2.2. Мука с разных систем, выделяемая проходом сит с различными номерами, отличается по качеству соотношением измельченного эндосперма и отрубей. Поэтому при простых обойных помолах можно получить муку разного качества и товарных сортов – обойную, обдирную и сеяную.

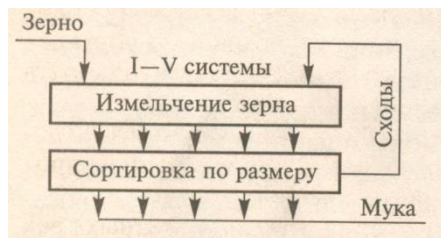


Рис. 2.2. Принципиальная схема обойного помола

Простой помол предусматривает четыре системы измельчения на вальцевых станках и четыре системы просеивания в отсевах. В отсевах получают сходовый и проходовой продукт. Сходовый продукт направляют на дальнейшее измельчение с предыдущей системы на последующую. Проходовой продукт представляет собой муку обойную. Сход с последней системы направляют в бичевую машину для вымола оболочек. Обойную муку контролируют по крупности в отсевах. Сходы контрольного отсева возвращают на 3-ю размольную систему для окончательной доработки.

Сложные сортовые помолы

Сложные сортовые помолы применяют при размоле пшеницы. Они отличаются тем, что процесс размола разделен на отдельные этапы. Принципиальная схема сложного сортового помола представлена на рис. 2.3.

Технология муки и крупы

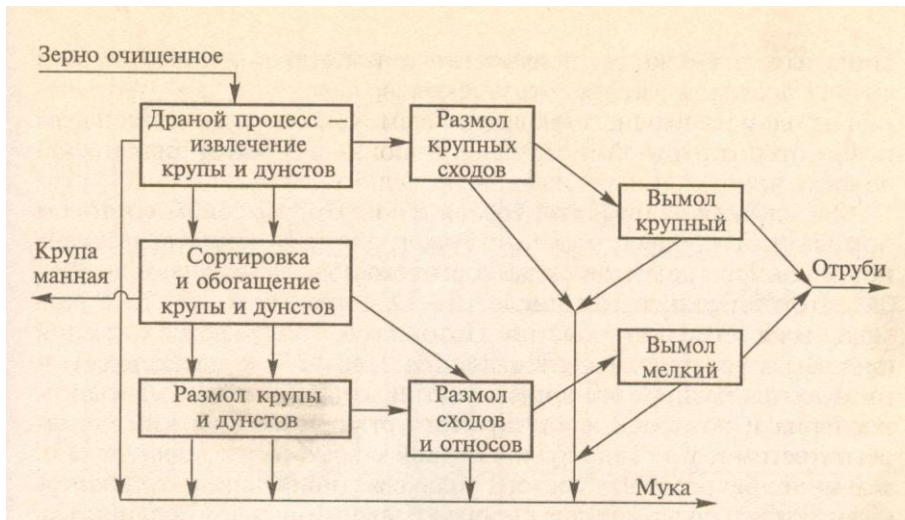


Рис. 2.3. Принципиальная схема сортового помола

Нормы выхода продукции и виды сложных хлебопекарных помолов пшеницы с развитым процессом обогащения приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

ПРОДУКТЫ ПОМОЛА	ПОМОЛЫ								
	трехсортные			двухсортные			односортные		
Мука всего (%)	73	75	78	73	75	78	72	75	
Высшего сорта	30-55	25-50	15-40	35-45	30-40	55-65	72	75	
Первого сорта	15-40	20-45	20-50	28-38	35-45	-	-	-	
Второго сорта	5	5-10	13-18	-	-	13-23			
Побочные продукты									
Мучка кормовая	5	3	-	5	3	-	6	3	
Отруби	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	
Отходы 1-2 категории	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
Отходы 3 категории	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	

Технологический процесс размолла зерна в сортовую муку отличается сложным многоэтапным построением. В размольном отделении мукомольного завода сортового помола пшеницы последовательно осуществляются следующие операции: 1. дранной процесс - грубое дробление зерна и отбор эндосперма в виде крупок и дунстов; 2. сортировочный процесс – сортирование продуктов дранного процесса по крупности; 3. вымол оболочек зерна на конечных системах дранного процесса; 4. процесс обогащения крупок – сортирование крупок по крупности и качеству в ситовеечных машинах; 5. размольный процесс – размол обогащенных крупок и дунстов с целью получения муки; 6. контроль муки – контрольное просеивание муки в отсевах; 7. витаминизация – добавление в муку синтетических витаминов.

Измельчение зерна в муку осуществляется на размольных системах которые состоят из измельчающего и просеивающего устройств. Весь процесс

Технология муки и крупы

измельчения зерна и классификация продуктов измельчения последовательно осуществляются на 5 – 6 драных системах и 10 - 12 размольных системах. В задачу драных систем входит отделение покровных оболочек зерна, включая алейроновый слой и зародыш. Каждая из драных систем состоит из вальцового станка с рифленой поверхностью вальцов, вращающихся навстречу друг другу с разными окружными скоростями, и отсева с необходимым набором сит. На отсевах драных систем проходом отсеивается 15 – 20% муки, а сходовые продукты направляются на основные размольные системы.

Драной процесс - главный этап помола, на котором необходимо провести избирательное измельчение зерна. В сортовых помолах этот процесс крупобразующий, т.е. предназначенный для получения крупок и дунстов.

Сортировочный процесс – предназначен для дополнительного фракционирования продуктов измельчения прошедших сортирование в отсевах драных систем. Схемы отсевов драных систем не позволяют четко разделить продукты сортирования на такие фракции как: крупки и дунсты. Для этого проводится операция сортирования продуктов дранного процесса.

Ситовеечный процесс – в зависимости от типа помола может быть сокращенным, развитым и наиболее развитым. Например, развитый процесс используют при трехсортных хлебопекарных помолах пшеницы, а наиболее развитый используется при получении макаронной муки. В ситовеечном процессе получают такие продукты как крупки (крупные, средние и мелкие), дунсты (жесткий и мягкий), муку и муку крупчатку.

Шлифовочный процесс - это процесс измельчения крупок на вальцевых станках с целью отделения эндосперма от оболочек и зародыша. Применяется как правило, при сортовых помолах зерна с использованием от 1-й до 6-ти шлифовочных систем. Рациональная организация и правильное ведение процесса шлифования позволяют упростить схему ситовеечного процесса.

Размольный процесс – это заключительный этап в измельчении промежуточных продуктов. Задача его состоит в получении возможно большего количества муки лучшего качества. Этот процесс состоит из 10 – 12 размольных систем. Проходом сит отсевов каждой системы получают муку, направляемую на контроль, а сходом дунст, который идет на следующую размольную систему. При размольном процессе получают 60% муки, после драного и шлифовочного процесса получают 15% муки.

Контроль муки и формирование сортов. Мука, полученная с разных систем, отличается по качеству. В ней колеблется содержание белка, клейковины, крахмала она отличается зольностью и цветом. Поэтому формирование потоков осуществляется следующим образом: муку высшего сорта отбирают с 1,2 и 3-й размольных систем, муку 1-го сорта с 4,5 и 6-й размольных систем, муку 2-го сорта со всех остальных систем. Контроль муки осуществляется на отсевах для каждого сорта отдельно.

Технология муки и крупы

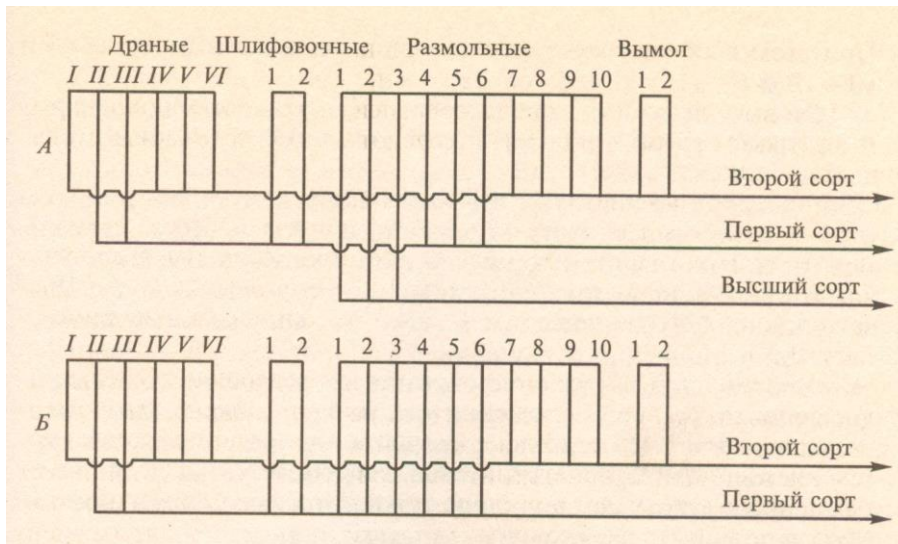


Рис. 2.4. Схема формирования товарных сортов муки:
 А – при трехсортном помоле; Б – при двухсортном помоле.

Витаминизация муки. При производстве сортовой муки максимально отделяются оболочки и зародыш, в которых содержатся такие важные вещества, как соли кальция, лизин и витамин РР. Поэтому витаминизация муки высоких сортов является целесообразной, и осуществляется путем ввода синтетических витаминов B_1, B_2, PP согласно инструкции Минздрава.

2.3 Общая характеристика продуктов измельчения

Для характеристики продуктов на первом этапе измельчения используют два показателя – крупность и качество.

Крупность – это показатель геометрических размеров продуктов измельчения.

Качество – это содержание в продуктах измельчения высокозольных оболочек. Продукты измельчения делятся на два класса качества: 1-й класс качества – это низкозольные продукты; 2-й класс качества – высокозольные продукты с большим содержанием оболочек.

На промежуточных и конечных системах измельчения продукты измельчения классифицируют по соотношению оболочек и эндосперма. При этом выделяют три группы продуктов: а) частицы крахмалистого эндосперма, б) сростки эндосперма и оболочек, в) частицы оболочек с незначительным содержанием эндосперма. Соотношение частиц с различным содержанием эндосперма отличается в зависимости от этапа технологии. Частицы эндосперма обладают наивысшими потенциальными возможностями для получения низкозольной муки, а частицы оболочек пригодны для получения отрубей – побочного продукта технологии. При совместном их измельчении получаем низкокачественную высокозольную муку. Поэтому продукты измельчения требуют тщательной сортировки. Еще один аргумент в пользу необходимости сортирования продуктов измельчения – это наличие в составе измельченной смеси конечных продуктов – муки, манной крупы, отрубей. Эти продукты должны

Технология муки и крупы

быть выделены из процесса и направлены на контрольные операции. Таким образом, продукты измельчения на различных этапах технологии слишком разнокачественные и должны быть рассортированы на однородные фракции как по крупности, так и по качеству.

Полученные фракции направляют на соответствующие системы тех. процесса:

1. частицы, размером с зерно, требуют повторного измельчения.
2. частицы чистого эндосперма (крупки) могут быть или конечным продуктом (макаронной мукой или манной крупой) или могут быть направлены на дальнейшее измельчение в тонкодисперсную муку.
3. «сростки» - частицы, требующие измельчения с целью разделения высокозольных оболочек и низкозольного эндосперма.
4. оболочки с незначительным содержанием эндосперма должны быть направлены на выбой в бичевые машины.

Промежуточные по крупности продукты измельчения (полупродукты) принято разделять на классы по крупности и качеству. В технологии муки крупность продуктов выражают дробью, в числителе номер сита проходом которого получен продукт, а в знаменателе номер сита сходом которого получен продукт.

Классификация продуктов измельчения (полупродуктов)

Таблица 2.3

Продукт	СИТА			Капроновые	Размер частиц, мм
	Металлотканые	шелковые			
		крупочное	мучное		
Сходовые продукты	1			7	> 1,15
Крупка крупная	$\frac{1}{0,56}$	$\frac{71}{120}$	—	$\frac{7}{11}$	0,56-1,15
Крупка средняя	$\frac{0,56}{0,4}$	$\frac{120}{160}$	—	$\frac{7}{11}$	0,40-0,63
Крупка мелкая	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{160}{200}$	—	$\frac{17}{23}$	0,32-0,45
Жесткий дунст	—	$\frac{200}{260}$	$\frac{25}{29}$	$\frac{23}{29}$	0,25-0,32
Мягкий дунст	—	$\frac{260}{270}$	$\frac{29}{28}$	$\frac{29}{43}$	0,16-0,25
Мука крупчатка	—	—	$\frac{23}{25}$	$\frac{27}{29}$	0,20-0,25
Мука в/сорт	—	—	$\frac{38}{43}$	$\frac{43}{58}$	0,14-0,16
Мука 1-й сорт	—	—	$\frac{35}{43}$	$\frac{43}{49}$	0,14-0,18

Технология муки и крупы

Мука 2-й сорт	–	–	$\frac{32}{38}$	$\frac{38}{46}$	0,16-0,20
------------------	---	---	-----------------	-----------------	-----------

Технология подготовки зерна к помолу

В подготовительном отделении мельзавода поступающее зерно подвергают сепарированию для удаления из его массы различных посторонних примесей. Их начальное содержание ограничено следующими нормами: сорной примеси - не более 2,0 % , зерновой - не более 5,0 %. После очистки, на выходе из подготовительного отделения их остаточное содержание не должно превышать: сорной 0,3 % , зерновой -3,0% .

На оболочках зерна могут присутствовать различные загрязнения, поэтому проводят специальную операцию по очистке поверхности зерна; в некоторых случаях осуществляют легкое шелушение зерна, частично удаляя его плодовые оболочки.

Особое значение имеет направленное изменение исходных структурно-механических и технологических свойств зерна - это достигается путем проведения процесса гидротермической обработки (ГТО). Помимо того, для стабилизации свойств зерна проводят формирование помольных партий, причем преследуют цель обеспечить в течение возможно более длительного периода постоянные значения стекловидности, содержания клейковины и других показателей свойств зерна.

Завершают операцию в подготовительном отделении увлажнением оболочек зерна для придания им повышенной сопротивляемости измельчению; это обеспечивает формирование при помоле крупных отрубей, которые легко отделяются от частиц муки при сортировании продуктов измельчения.

Очистка зерновой массы от примесей.

Партии зерна, поступающие на зерноперерабатывающие предприятия, содержат некоторое количество посторонних примесей, которые должны быть удалены из них в подготовительном отделении.

Кроме удаления примесей сепарирование используют для выделения мелкого зерна, а также фракционирования зерна по крупности для повышения выравненности зерна по одному из размеров.

Таким образом, сепарирование представляет собой разделение исходной смеси на составляющие ее компоненты, а машина, в которой смесь разделяется по одному или более признаку, называют сепаратором.

При организации сепарирования используют различие компонентов исходной смеси по следующим признакам:

- геометрической характеристики частиц (размерам, форме, сферичности);
- аэродинамическим свойствам;
- гидродинамическим свойствам;
- плотности, упругости, коэффициенту трения;
- магнитным свойствам;
- электрофизическим свойствам.

Технология муки и крупы

Например, сепарирование по длине зерен осуществляют на триерах, по ширине зерен - на ситах с круглыми отверстиями, по толщине зерен - с продолговатыми отверстиями; при очистке гречихи от семян дикой редьки применяют сита с треугольными отверстиями.

Возможность сепарирования исходной смеси с заданной эффективностью определяется ее делимостью по избранному признаку, опытное определение которой основано на статистическом анализе вариации значения признака у компонентов смеси.

Эффективность сепарирования считается наивысшей, если имеет место полное выделение в чистом виде каждого из составляющих смесь компонентов.

При очистке зерна от примесей задача формулируется в упрощенном варианте: должно быть обеспечено полное выделение в чистом виде только одного компонента.

В этом случае технологическую эффективность процесса оценивают по формуле:

$$E = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \cdot (100 - m),$$

где X_1 и X_2 - содержание выделяемых примесей в зерновой смеси до и после сепарирования, %; m - содержание в отходах годного зерна, %.

Практический опыт выработал следующую последовательность расположения сепараторов в схеме очистки зерна от примесей: воздушно - ситовой сепаратор - камнеотделитель-триеры - магнитный сепаратор или же: воздушно- ситовой сепаратор – камнеотделитель - концентратор-триеры - магнитный сепаратор.

Воздушно - ситовой сепаратор устанавливают в самом начале процесса в связи с тем, что он позволяет сразу освободить зерновую массу от основной массы примесей: легких, крупных и мелких. Это существенно облегчает работу расположенных далее по схеме очистки сепараторов.

Для выделения крупной примеси рекомендуется на верхнем - сортировочном сите применять отверстия продолговатой формы размером 4, 5 x 25 мм, для выделения мелкой примеси - сито с круглыми отверстиями 2 мм; скорость воздушного потока для выделения легких примесей - 5,5...6,5 м/с для зерна пшеницы и 5,0...6,0 м/с для ржи.

На следующем этапе очистки освобождают зерно от минеральной примеси-гальки, т. к. ее присутствие в зерне вызывает повышенный износ триерной поверхности. Современные конструкции камнеотделительных машин обеспечивают практически полное удаление этих примесей, эффективность их находится на уровне 98...99 % .

Для триеров - куколеотборников рекомендуется применять рабочие поверхности машин с ячейками размером 4...5 мм при первичной обработке и 3...4 мм - на контрольном пропуске выделенных примесей. Для овсюгоотборников применяют ячейки размером 8...10 мм на первом этапе и 9...11 мм на контроле. Эффективность триеров составляет 65...75%.

Высокую эффективность очистки зерна от примесей обеспечивает концентратор. На первом участке установлено сито 2 мм, сквозь которое

Технология муки и крупы

удаляется оставшаяся в зерне мелкая примесь. При этом слой зерна разделяется по плотности, на поверхность всплывает легкая (менее плотная) фракция, которая состоит из щуплых, изъеденных, недоразвитых, поврежденных клопом-черепашкой зерен и включает в себя также овсюг, ячмень и другие подобные зерна. На второй половине длины машины установлено сито 9 мм, сквозь которое вначале просеивается тяжелая фракция зерна, затем более легкая, а верхний слой со всеми примесями идет сходом.

Тяжелая фракция зерна не нуждается в очистке на триерах, а мелкая фракция проходит обработку только на куколеотборниках.

Эффективность работы оборудования подготовительного отделения приведена в табл. 2.4:

Таблица 2.4

<i>Оборудование</i>	<i>Эффективность работы</i>
Сепараторы, аспираторы с замкнутым циклом воздуха (после всех последовательных пропусков)	Полное отделение крупного сора. Отделение мелкого и легкого сора не менее 95%
Триеры	Отделение куколя и коротких примесей не менее 90%. Отделение овсюга, овса, ячменя не менее 80%
Обоечные машины (для пшеницы)	Снижение зольности после одного пропуска на 0,04... 0,06%, после второго пропуска на 0,03... 0,05%
Камнеотделительные машины	Содержание минеральной примеси в зерне после камнеотборника не более 0,05... 0,1%
Сушилки	Влажность зерна после сушилки не выше для (%): - гречихи 13,5; - овса 10,0; - гороха 15,0
Охладительные колонки	Температура охлаждения зерна не более чем на 6...8°C выше температуры воздуха в производственном помещении
Аппарат для увлажнения	Влажность зерна после увлажнения должна быть для (%): - пшеницы – 14,5... 15; - кукурузы – 15... 16 (при выработке пятиномерной крупы), 19... 22 при выработке крупы для хлопьев и палочек;

Технология муки и крупы

Магнитные аппараты	Содержание металломагнитных примесей в продукции перед выбоём должно быть не выше 3 мг. на 1 кг. крупы

Современные магнитные сепараторы обеспечивают высокую эффективность выделения своего класса примесей, так что в зерне на выходе из подготовительного отделения не обнаруживаются.

Обработка поверхности зерна

Зерновая масса, освобожденная от примесей, нуждается в дополнительной очистке. Необходимо удалить загрязнения и пыль с поверхности зерна, накопившиеся при его транспортировании и хранении. Кроме того, в результате травмирования зерна его оболочки могут частично отслаиваться. При неблагоприятных условиях хранения на поверхности зерна развиваются плесневые грибки. Для удаления всех этих загрязнений поверхность зерна обрабатывают сухим или мокрым способом перед направлением в помол. В первом случае применяют обоечные машины или проводят шелушение зерна в шелушильно-шлифовальных машинах типа ЗШН. При мокром способе обработки поверхности зерна используют моечные и машины для мокрого шелушения зерна.

Применение моечных машин обеспечивает высокий технологический эффект, но при этом расход воды питьевых кондиций находится на уровне 2 м³ на 1 т зерна, а после мойки вода содержит большое количество загрязнений, в том числе и микробиологических. Такую воду перед сбросом в канализацию необходимо очищать, однако надежные и относительно дешевые методы такой очистки еще не разработаны. В связи с этим, а также благодаря дефициту и высокой стоимости питьевой воды, моечные машины практически на всех мельзаводах вышли из употребления. Для мокрой очистки поверхности зерна используют машины для мокрого шелушения, которые обеспечивают эффект на уровне моечных машин, но при этом расход воды снижается почти в 10 раз.

Эффективность очистки поверхности зерна оценивают величиной снижения его зольности, при этом дополнительно учитывают прирост количества битого зерна, а для мокрого способа определяют также приращение влажности зерна.

Принимают, что при обработке в обоечных машинах с абразивным цилиндром зольность его должна уменьшиться на 0,03...0,05%, в обоечных машинах со стальным цилиндром - на 0,01...0,03%, в моечных машинах и машинах для мокрого шелушения - на 0,03...0,05 %, а при шелушении в машинах ЗШН - на 0,08...0,12 %.

Увеличение содержания битых зерен не должно превышать 2% при обработке зерна в обоечных машинах с абразивным цилиндром и 1% - со стальным цилиндром, а при мойке - до 2%.

Технология муки и крупы

Гидротермическая обработка зерна.

Основная цель гидротермической обработки зерна (ГТО) на мельницах состоит в направленном изменении исходных технологических свойств зерна для стабилизации их на оптимальном уровне.

Поступающее зерно обычно имеет невысокую влажность, структурно-механические свойства эндосперма и оболочек различаются незначительно, поэтому и разделить их трудно, и результаты переработки такого зерна получаются невысокими. При проведении ГТО достигается существенное повышение различия структурно-механических свойств оболочек и эндосперма. На мельнице процесс ведут так, чтобы снизить прочность эндосперма и повысить прочность оболочек. Степень изменения этих свойств зависит от конкретного способа ГТО и параметров этого процесса.

Основным способом ГТО является так называемое холодное кондиционирование зерна, при котором зерно увлажняют, после чего некоторое время его выдерживают в закромах - проводят его отволаживание. В результате этого в зерне развиваются сложные процессы физико-химической, коллоидно-химической и биохимической природы, что вызывает изменение всех свойств зерна. Зерно поглощает воду, набухает, плотность его снижается, т.е. возрастает его удельный объем.

Этот эффект означает, что происходит разрыхление эндосперма, в нем развиваются микротрещины.

В соответствии с развитием этого процесса изменяются мукомольные свойства зерна: возрастает извлечение эндосперма при помоле, повышается выход муки, снижается расход энергии на измельчение. При выборе режима ГТО следует иметь в виду, что время достижения максимальной степени разрыхления эндосперма зависит от исходной характеристики зерна: его твердозерности, стекловидности, ботанического типа. Например, в опытах с яровой белозерной пшеницей получено, что оптимальная длительность отволаживания составляет 6 час., а для яровой краснозерной - 10...12 час., для озимой краснозерной - 16 час. При повышении температуры протяженность периода сокращается и возрастает интенсивность и степень разрыхления эндосперма, для различного зерна температурный оптимум лежит в границах 45...55°C, однако процесс холодного кондиционирования проводят при температуре атмосферы, т.е. 20С±2°C.

Для увлажнения зерна используют различные машины, из которых наилучший эффект обеспечивают машины БШУ-шнеки интенсивного увлажнения, в которых имеется специальная система точного дозирования воды, причем влажность зерна может быть за один проход через машину повышена на 3...5%, а за счет конструкции шнека вода равномерно распределяется по всем зернам и хорошо ими впитывается.

Важным фактором холодного кондиционирования зерна является организация процесса отволаживания. Для этой цели в настоящее время применяют бункера с особой конструкцией днища, в котором имеется несколько выпускных отверстий. Это необходимо для того, чтобы достигнуть равномерного перемещения зерна в закроме сверху вниз, чтобы длительность отволаживания всей массы зерна была бы строго одинаковой.

Технология муки и крупы

В современных закромах зерно непрерывно движется, поэтому такой способ получил название непрерывного или поточного отволаживания. Второй этап увлажнения - отволаживания проводят только для зерна пшеницы средней и высокой стекловидности, для ржи и тритикале ограничиваются одним этапом.

Формирование помольной партии зерна.

Свойства зерна формируются в процессе выращивания его в поле и существенно зависят от типа, сорта, почвенно-климатических условий данного района страны и конкретного года урожая. После уборки эти свойства в некоторой степени изменяются вследствие воздействия внешних факторов: транспортирования, послеуборочной обработки, хранения. Все это приводит к огромному разнообразию поступающих на перерабатывающие предприятия партий зерна по всем показателям качества.

Различие свойств зерна требует корректировки режимов всех технологических операций, т.е. постоянной переналадки всех машин и аппаратов. Чтобы этого избежать, зерно должно поступать в переработку, после прохождения подготовительного отделения, с устойчивыми показателями технологических свойств. Стабилизация показателей свойств зерна на неизменном уровне является необходимой предпосылкой автоматизации технологического процесса. Такая стабилизация достигается посредством ГТО, а также путем смешивания разнородных по характеристике отдельных партий в одну так называемую помольную смесь. При этом показатели качества этой смеси могут быть заданы заранее. Задача в этом случае сводится к подбору компонентов смеси и расчету их соотношения.

Помимо этого, формирование помольных партий позволяет экономно расходовать наиболее ценное зерно сильной пшеницы, а также использовать определенное количество малоценного зерна, при самостоятельной переработке которого невозможно получить муку стандартного качества.

Предварительное формирование помольной партии ведут на элеваторах или в зерноочистительном отделении мельзавода, а окончательное - после основного этапа ГТО, т.к. продолжительность отволаживания зависит от стекловидности зерна.

Обычно при формировании помольной смеси учитывают стекловидность, устанавливая ее на уровне 50...60%, а также содержание и качество клейковины, зольность. Составляют помольную смесь из двух, трех или четырех компонентов. Состав помольной партии определяют расчетом, основываясь на требуемых показателях качества смеси.

Исходными данными для расчета двух компонентов смеси являются следующие показатели: M - масса итоговой помольной партии;

\bar{X} - средневзвешенное значение качества, по которому производят смешивание;

m_1, m_2 - массы компонентов смеси; x_1, x_2 - показатели качества компонента.

Составляем уравнение: $M\bar{X} = m_1x_1 + m_2x_2$, $M = m_1 + m_2$;

Отсюда получим массу исходных компонентов:

$$M_1 = \frac{M(\bar{X} - x_2)}{(x_1 - x_2)}; \quad M_2 = M - M_1$$

При расчете исходят из того, что все показатели качества подчиняются закону аддитивности, т.е. могут быть найдены посредством расчета их средней арифметической величины.

Технология подготовки зерна к простому помолу.

При подготовке зерна к простому помолу основное внимание уделяют выделению из зерновой массы примесей. Для этого используют воздушно-ситовые сепараторы (один или два прохода), камнеотборник, триеры. Обработку поверхности зерна ведут на обоечных машинах с абразивным цилиндром (отсюда и название муки - обойная) - один или два прохода. Вместо обоечных машин применяют также шелушители типа ЗШН, при этом удаляют 2...4% оболочек; в результате мука получается с пониженным содержанием клетчатки, зольность ее также снижается.

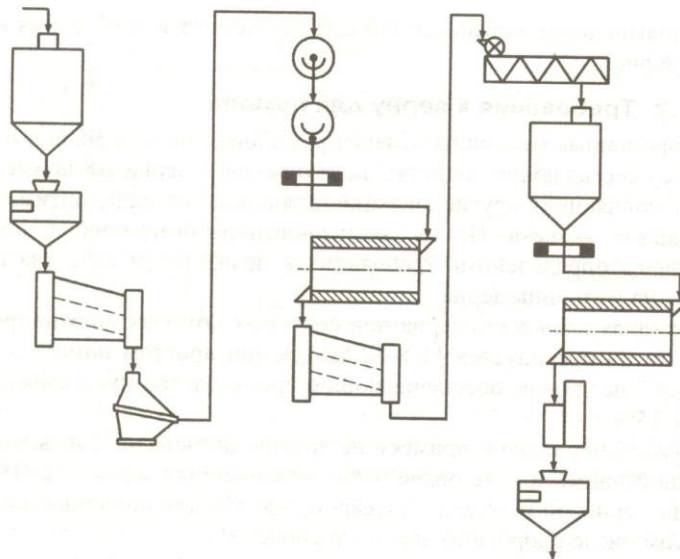


Рис. 2.5. Технологическая схема подготовки зерна к простому помолу

Гидротермическую обработку зерна по методу холодного кондиционирования производят лишь в том случае, если его исходная влажность ниже 14%. Рекомендуется, чтобы перед измельчением влажность зерна пшеницы соответствовала 15,5... 16,0%, а ржи - 14,5... 15,0%.

В начале и в конце процесса подготовки зерна устанавливают автоматические весы для учета количества зерна.

Технология подготовки зерна ржи к сортовому помолу.

Зерно ржи по всем свойствам существенно отличается от зерна пшеницы. Особое значение для технологии муки имеет его повышенная пластичность, а также прочное срастание алейронового слоя с крахмалистой частью эндосперма и наличие более толстых оболочек. В результате при сортовом помолу возрастает трудность осуществления избирательного измельчения эндосперма, мука формируется с заметным присутствием в ней периферийных анатомических частей зерна.

Технология муки и крупы

Для снижения этого эффекта зерно ржи при подготовке к размолу подвергают интенсивному шелушению. Это оказывается возможным также и потому, что зерно ржи отличается высокой пластичностью и поэтому хорошо переносит механическое воздействие.

После очистки от примесей на воздушно-ситовом сепараторе, камнеотборнике и триерах зерно подвергают гидротермической обработке по методу холодного кондиционирования. В связи с наличием у зерна ржи пластических свойств его увлажняют в меньшей степени, чем зерно пшеницы - не выше 14,5% и отвлаживают не свыше 8 часов. Затем проводят интенсивное шелушение на машинах ЗШН или же на обочных машинах с абразивной поверхностью. При этом удаляют 2...4% оболочек, что благоприятно сказывается на белизне муки. После повторного пропуска через воздушно-ситовой сепаратор зерно доувлажняют на 0,3...0,4% и отвлаживают перед размолотом в течение 15...30 минут.

Технология подготовки пшеницы к сортовому помолу.

При сортовом помолу пшеницы к процессу подготовки зерна предъявляются повышенные требования.

Кроме тщательной очистки зерна от примесей, большое внимание уделяют гидротермической обработке зерна, с целью придания ему оптимальных технологических свойств; основным вариантом ГТО является холодное кондиционирование.

Рекомендуется вести отдельно подготовку к размолу компонентов помольной смеси различной исходной характеристики. Однако это требует организации двух или более независимых технологических потоков, что осуществимо только при достаточно высокой производственной мощности мельзавода.

Технология муки и крупы

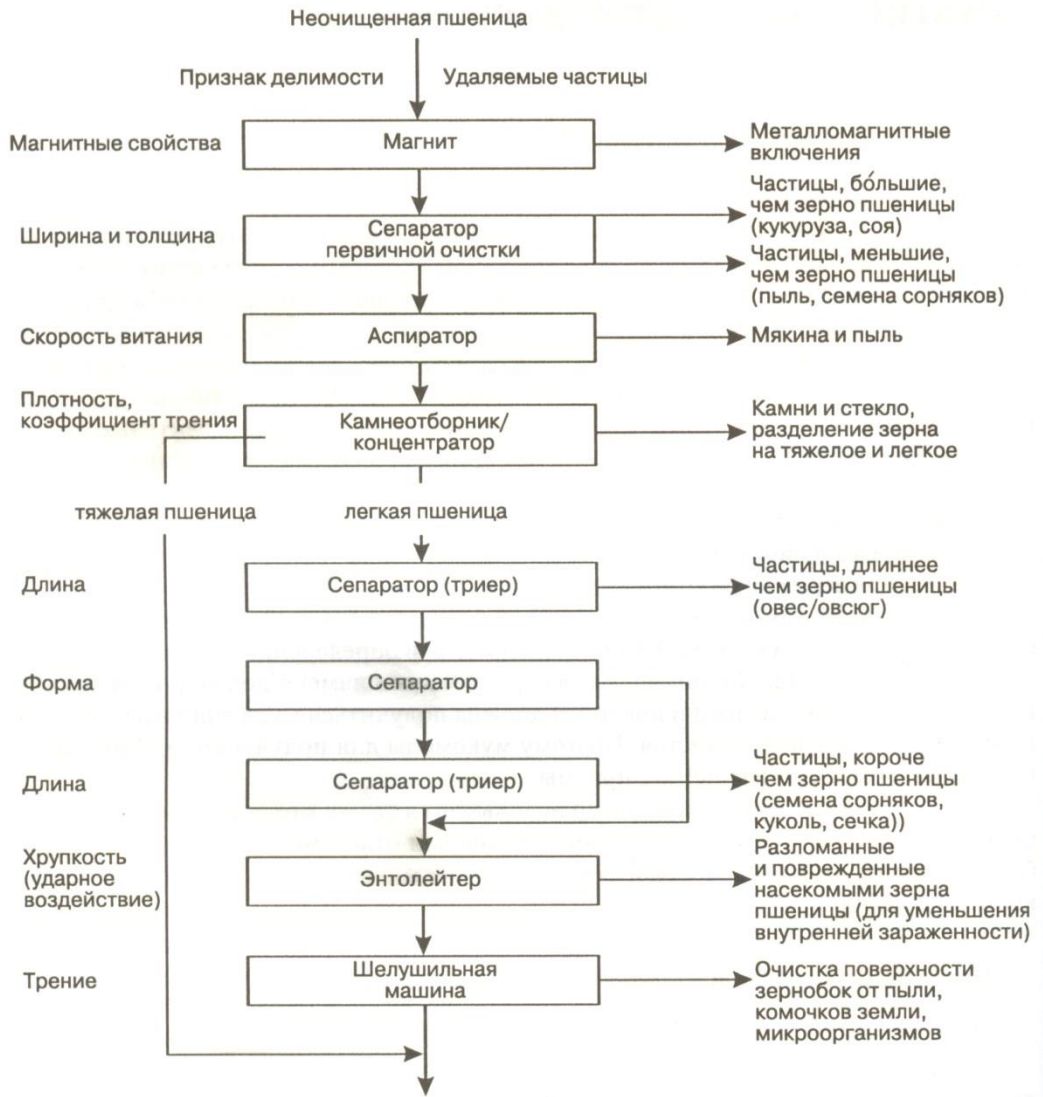


Рис. 2.6. Схема процесса подготовки пшеницы к кондиционированию

Предварительная очистка от примесей, до ГТО, осуществляется последовательно на воздушно-ситовом сепараторе, камнеотборнике, триере - куколеотборнике, концентраторе или триере – овсюгоотборнике (рис.2.6). Затем проводят обработку зерна на обоечной машине и после провеивания на аспираторе осуществляют холодное кондиционирование зерна в один или два этапа, в зависимости от исходной стекловидности зерна. Для тщательной очистки поверхности зерна после ГТО его пропускают вновь через обоечную машину. Далее зерно обрабатывают на энтолейтере для уничтожения клещей и скрытой зараженности; при этом, вследствие интенсивного механического воздействия на зерно в рабочей зоне энтолейтера, происходит дополнительное разрыхление эндосперма. Завершается очистка зерна на аспираторе или воздушно-ситовом сепараторе.

Перед измельчением обязательно проводят доувлажнение зерна на 0,3...0,5% и отволаживают в течение 20...40 минут, В результате этого влажность оболочек повышается, их прочность возрастает и при измельчении они образуют крупные частицы и легко выделяются в отруби при сортировании продуктов в отсевах.

Технология муки и крупы

Для увлажнения зерна на всех этапах ГТО применяют шнеки интенсивного увлажнения. После закровов устанавливают дозаторы и шнеки-смесители, что позволяет формировать помольную смесь в заданном соотношении компонентов, в случае их раздельной подготовки.

Перед обочными машинами установлены магнитные аппараты для удаления ферромагнитных примесей. В начале и в конце очистки контролируют массу зерна на автовесах.

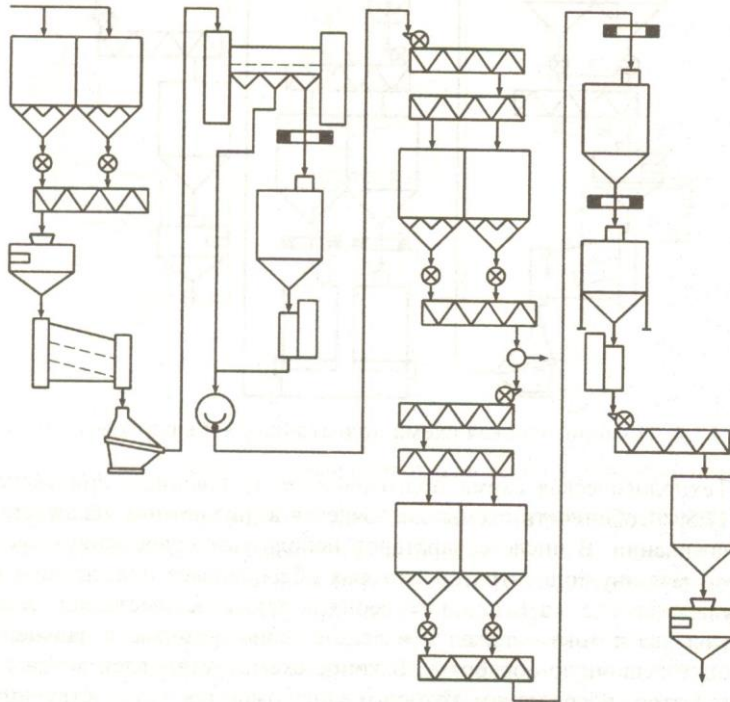


Рис. 2.7. Технологическая схема подготовки пшеницы к сортовому помолу

В местности с достаточно холодной зимой, где возможно поступление на мельницу зерна с пониженной температурой, в самом начале схемы, перед первым сепаратором, необходимо установить подогреватель зерна. Для нормального протекания процессов в зерне при ГТО и помола зерна его температура должна находиться в пределах 18...22°C.

Процессы измельчения и сортирования на мукомольных заводах

Измельчение зерна и промежуточных продуктов в мукомольном производстве осуществляют на вальцовых станках.

Рабочими органами станка являются два горизонтально расположенных цилиндрических вальца с рифленой или микрошероховатой поверхностью и вращающихся навстречу друг другу с различными скоростями. В зависимости от вида измельченного продукта, требований к операции измельчения на данном участке технологической схемы применяют различные геометрические, кинематические и нагрузочные параметры вальцов.

Технология муки и крупы

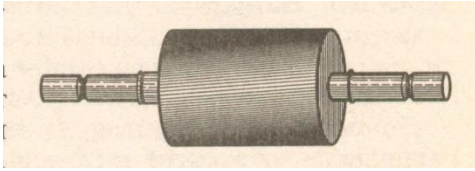


Рис. 2.8. Рифленый вал вальцевого станка

В качестве основных критериев технологической эффективности измельчения используют следующие показатели: степень измельчения материала, удельная энергоёмкость процесса, удельная нагрузка на рабочие органы машины.

Степень измельчения численно равна отношению величины суммарной поверхности частиц продукта после измельчения к ее величине до измельчения; определение ее требует особой процедуры и в производственных условиях неосуществимо. В мукомольной практике поэтому используют другой показатель - извлечение продуктов на данной технологической системе. Этот показатель представляет собой массу продукта, просеявшегося через сито с определенным размером отверстий, т.е. характеризует, как именно измельчается поступающий на систему продукт. При этом учитывают содержание таких проходовых частиц в продукте до измельчения. Расчет этого показателя ведут по формуле:

$$I = (m_2 - m_1) / (100 - m_1) \cdot 100\%,$$

где m_2 и m_1 - относительное содержание проходовых частиц в продукте до и после вальцевого станка.

Однако этот показатель отражает только количественную сторону процесса. Необходимой объективностью обладает критерий эффективности процесса измельчения, учитывающий не только извлечение $I\%$, но и относительное снижение зольности измельченных продуктов по сравнению с зольностью поступающего продукта:

$$E = I \cdot (Z_0 - Z_i) / Z_i, \%$$

где Z_0 и Z_i - зольность продукта до и после вальцевого станка.

Чем выше значение E , тем на более высоком уровне проведен процесс измельчения при том же значении $I\%$.

Удельная энергоёмкость измельчения определяется как работа, затраченная на образование единицы вновь образованной поверхности частиц продукта в результате измельчения и ее оценивают обычно расходом энергии на производство 1 т готовой продукции. Удельные нагрузки на вальцовые станки выражают в кг продукта, поступающего на 1 см длины вальцев в течение суток, т.е. кг/см. сутки. При сортовых помолах пшеницы удельная нагрузка составляет 65...85 кг/см. сутки, при сортовых помолах ржи и тритикале - от 70 до 170 кг/см. сутки, при простом помоле зерна в муку обойную — до 300 кг/см. сутки. Снижение удельной энергоёмкости процесса измельчения является важной инженерной задачей. Достигается ее решение в результате проведения ГТО, рациональной организации технологии помола и выбора оптимального варианта распределения продукта по измельчающим системам. Следует иметь в виду, что в общем балансе энергозатрат на помол, около 70% приходится на долю измельчения. На

Технология муки и крупы

степень измельчения влияют: форма поверхности валцов, характеристика рифлей, отношение окружных скоростей парноработающих валцов, величина зазора между ними, удельная нагрузка, технологические свойства зерна и другие факторы. Рифли на поверхности валцов располагают не параллельно образующей, а под некоторым углом, величину которого принято измерять уклоном и выражать в %. При прочих одинаковых условиях увеличение уклона рифлей обуславливает повышение интенсивности измельчения, так как уменьшается расстояние между точками пересечения вершин рифлей парноработающих валцов.

На характер измельчения большое влияние оказывает взаимное расположение рифлей валцов, что связано с изменением угла резания. Несимметричность поперечного сечения рифлей и различие в окружных скоростях валцов обеспечивает четыре варианта расположения рифлей по отношению друг к другу. При расположении рифлей «острие по острию» грани острия обоих парноработающих валцов врезаются в частицу, когда она поступает в зону измельчения. Так как быстровращающийся валец опережает медленновращающийся, то его рифли срезают часть зерна, в то время как рифли медленновращающегося вальца сдерживают его. При расположении рифлей «спинка по спинке» эффект среза проявляется меньше. В случае установки валцов в положение «острие по острию» наряду с эндоспермом зерна интенсивно разрушаются и его оболочки, что при многосортных помолах нежелательно. При этом зольность образуемых промежуточных продуктов измельчения оказывается выше, чем при варианте «спинка по спинке».

Заметное влияние на измельчение продуктов оказывает и уклон рифлей. Чем больше уклон рифлей, тем выше степень измельчения. Плотность рифления, т. е. количество рифлей на 1 см окружности вальца, зависит от типа помола, крупности измельчаемых частиц на данной технологической системе и их качества. Чем меньше крупность частиц, тем выше должна быть плотность рифления.

При любом взаиморасположении рифлей плотность нарезки играет важную роль: с ее увеличением измельчение продуктов на технологической системе возрастает. Это можно объяснить повышением кратности воздействия рифлей на частицы продукта в зоне измельчения.

На эффективность измельчения зерновых продуктов: степень измельчения, энергоемкость, качество получаемых продуктов, а также на производительность вальцового станка, - большое влияние оказывают кинематические параметры машины, к которым относят окружную скорость быстровращающегося (V_b) и медленновращающегося (V_m) валцов, их относительную скорость (V_o), соотношение этих скоростей (V_b/V_m).

Таким образом, эффективность измельчения зависит от многих факторов, в значительной степени она должна определяться частотой воздействия рифлей на продукт. Для определения этого числа воздействия проф. П.А.Козьмин предложил следующую формулу:

$$N = S \cdot n \cdot (V_b/V_m - 1),$$

где S - длина пути измельчения, мм - зависит от размера частицы, величины межвальцевого зазора и диаметра валцов;

Технология муки и крупы

n - число рифлей на 1 см окружности вальца, 1/см.

Существенно влияет на эффективность измельчения также удельная нагрузка на вальцы, т. е. количество продукта, поступающего на 1см длины парноработающих вальцев в течение суток.

Принцип работы рассевов.

Сортирование продуктов измельчения зерна по крупности в технологии муки является важнейшей технологической операцией.

В мукомольном производстве при измельчении в вальцовых станках образующиеся продукты резко различаются по крупности, что значительно затрудняет их дальнейшую обработку. Эффективность операций с этими продуктами на последующих технологических системах зависит от гранулометрического состава поступающих на них продуктов: чем выше их выравненность по крупности, тем точнее можно отрегулировать режим работы этих систем и достигнуть более высокого технологического эффекта операции. Кроме того, при фракционировании продукта по крупности одновременно наблюдается и определенное разделение продуктов по добротности. Наконец, мука и отруби - конечные продукты помола также выделяются посредством сортирования продуктов на ситах.

Для сортирования продуктов измельчения по крупности в мукомольном производстве используют рассевы. В зависимости от их конструкции они насчитывают от 14 до 22 ситовых рам, собранных по различным схемам,

что обусловлено различной характеристикой продуктов на отдельных технологических системах измельчения и разными задачами работы этих систем. На отечественных мельницах наибольшее распространение имеют рассевы марки ЗРШ-М и БРБ. На рис. 2.9 приведена компоновка сит в рассевах указанных выше марок, собранных по технологической схеме №1.

В рассеве ЗШР-М имеются 18 ситовых рам, которые собраны в 4 группы: 6 сит (приемные сита) в верхней группе и по 4 в каждой последующей.

В представленной технологической схеме рассева БРБ также 4 группы сит, но в каждой группе свое количество: 6,7,6 и 3 ситовых рамы, т.е. всего 22 рамы.

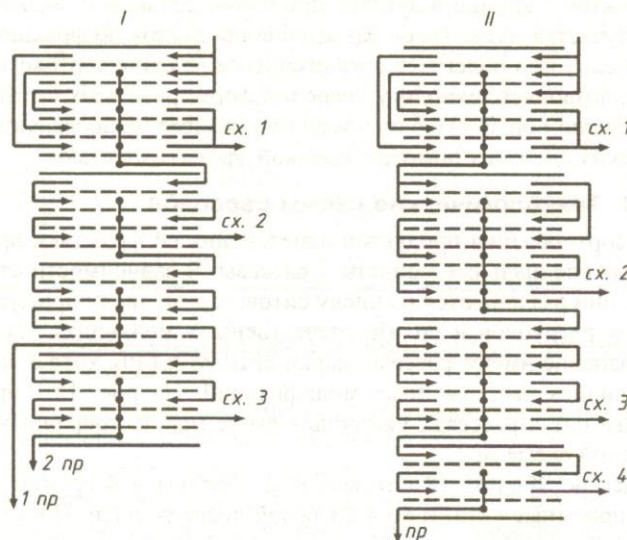


Рис.2.9. Компоновка сит в рассевах ЗРШ-М (I) и БРБ (II)

Технология муки и крупы

Технологическая эффективность процесса сортирования продуктов измельчения в отсевах зависит от большого числа разнородных факторов:

свойств частиц продукта, коэффициента их трения по материалу сита, гранулометрического состава продукта, удельной нагрузки на сито, характеристики сита, особенностей конструкции отсева, кинематических параметров его работы и т.п. Многие из этих факторов взаимосвязаны и действуют совместно.

Поэтому при оценке эффективности сортирования используют обобщенные показатели: коэффициент извлечения и коэффициент недосева. Если принять, что в поступающем продукте содержание проходных частиц составляет m_0 , то коэффициент извлечения определяется формулой:

$$n = (m_1 / m_0) \cdot 100\%,$$

где m_1 – содержание проходных частиц в отсеве.

Коэффициент недосева характеризует относительное количество проходных частиц, оставшихся в ситовом продукте, т.е. не просевших сквозь сито:

$$n = (m_0 - m_1) / m_0 \cdot 100, \%$$

Сумма этих коэффициентов равна 100%.

Выделенные в отсевах фракции крупок достаточно однородны по геометрическим размерам. Однако отдельные частицы значительно отличаются друг от друга по добротности, т.е. по содержанию эндосперма. Если частицы в процессе дробления зерна образовались из внутренних слоев эндосперма, то они представляют собой низкостольную чистую крупку. Если же частицы получены из поверхностных слоев зерна, то они могут содержать также алейроновый слой и даже оболочки; такую крупку называют сростками. В массе крупок могут присутствовать также частицы зародыша.

Из этой разнокачественной смеси должны быть выделены частицы чистого эндосперма, при размоле которых и получают высокосортную муку. Эту задачу решают в ситовом процессе.

Принцип работы ситовых машин.

Принцип работы основан на различии крупок по плотности и аэродинамическим свойствам, обусловленным особенностями их структуры и химического состава. Известно, например, что плотность крахмала $1,4 - 1,5 \text{ г/см}^3$, белка $1,1 - 1,3$, жиров менее $1,0 \text{ г/см}^3$. Уже одно это определяет разность в плотности частиц, полученных из центральных и периферийных частей зерна, так как содержание крахмала по мере движения к центру зерна возрастает, а белка снижается. Кроме того, оболочки зерна представляют собой пористые образования, поэтому их кажущаяся плотность (определенная без удаления воздуха из них) заметно ниже плотности эндосперма. Следовательно, при создании надлежащих условий можно достичь разделения слоя крупки по плотности.

Если слой продукта, содержащего частицы одинакового размера, но различающиеся по плотности, привести в колебательное движение, то после некоторого времени более плотные частицы опустятся в нижний слой (потонут), а

Технология муки и крупы

частицы меньшей плотности переместятся в верхний (всплывут). Это разделение частиц сыпучего продукта по плотности носит название стратификации.

В мукомольном производстве это явление оказалось выгодно использовать для сортирования по качеству крупки, полученной при дроблении зерна. Плотность чистой крупки выше, чем сростков, поэтому она в результате стратификации опускается вниз. Если продукт поместить на сито, то через него будут просеиваться сначала частицы чистого крахмалистого эндосперма и лишь затем частицы, содержащие на своей поверхности алейроновый слой или оболочки.

Кроме разделения по плотности крупка может быть расклассифицирована по добротности на основе различий в аэродинамических свойствах, поэтому на продукт дополнительно следует воздействовать воздушным потоком; при этом воздух должен пронизывать слой продукта снизу вверх, что способствует стратификации.

На этом принципе и сконструированы ситовые машины; основными рабочими органами являются сита, совершающие возвратно-поступающее движение под некоторым уклоном, и воздух, подаваемый под сита. Таким образом, продукт сортируется по крупности (на ситах) и по аэродинамическим и гравитационным свойствам (в восходящем потоке воздуха).

Эффективность процесса обогащения зависит от многих факторов: характеристики сит, установленных на данной ситовой системе, выравнивания фракции крупок по размерам, кинематических параметров работы машины и т.п.

Крупка поступает на сита, которые совершают возвратно-поступательные колебания; очень важно, чтобы продукт покрывал все сито. Для повышения эффективности процесса сквозь сито и слой продукта на нем просасывается воздух с такой скоростью, чтобы обеспечить разрыхление слоя крупок - в этом случае создаются условия для расслоения крупок по плотности частиц: более плотные опускаются вниз, к ситам, а менее плотные перемещаются в верхние слои. Так как плотность эндосперма выше плотности оболочек, то в нижних слоях оказываются более чистые крупки, низкосольные, которые и просеиваются преимущественно сквозь сито. Сростки и частицы с высоким содержанием оболочек образуют сход. Таким образом, достигается фракционирование крупок по добротности.

Подбор сит в ситовых машинах зависит от класса крупности поступающих на машину крупок, т.е. от номеров тех сит, посредством которых они были получены при сортировании на отсевах. Можно принять, что номера сит, установленных на ситовой системе, должны находиться внутри диапазона сит, определяющих фракцию поступающей крупки. Например, если крупка получена проходом капронового сита №7 и сходом с сита № 12, то в машине можно установить сито в пределах от №10...12 до №7...8. По ходу движения продукта в машине сита постепенно разрежают, так что в начале проходом выделяют наиболее мелкую фракцию крупок, а в дальнейшем их крупность возрастает. Как правило, одновременно с этим повышается и их зольность.

Технология муки и крупы

На рис. 2.10 показан пример установки сит на двухъярусной и трехъярусной ситовечной машине для обработки (обогащения) крупной, средней и мелкой крупок.

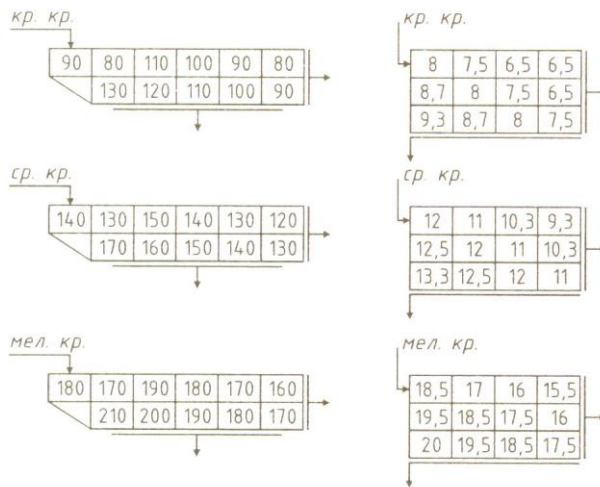


Рис. 2.10. Принцип подбора сит в двухъярусных и трехъярусных ситовечных машинах

Дунсты в настоящее время при сортовых помолах пшеницы направляют непосредственно на размольные системы, минуя ситовечные машины, т.к. современная технология обеспечивает их достаточно высокую чистоту. Сходовые продукты с разных ярусов сит заметно различаются по качеству, поэтому нередко их разделяют на самостоятельные потоки.

Оценку технологической эффективности ситовечного процесса следует вести по комплексному критерию эффективности, учитывающему размер извлечения обогащенной крупки, т.е. количественный показатель, и величину относительного снижения зольности:

$$E = m / M \cdot (Z_0 - Z_1) / Z_0,$$

где m - количество (масса) очищенной крупки, %;

Z_0, Z_1 — зольность поступающей на систему и извлеченной крупки, %;

M - количество поступающий на систему крупки, %.

Особенности технологии муки для макаронных изделий

К муке для макаронных изделий предъявляют особые требования и по крупности, и по характеристике клейковины. Традиционно эта мука получается при помоле твердой пшеницы Дурум, но в настоящее время широко используют также мягкую твердозерную пшеницу высокой стекловидности.

По крупности макаронная мука высшего сорта представляет собой смесь средней и мелкой крупки с небольшой примесью жестких дунстов; поэтому она получила название «крупка». Нормы устанавливают так, что при просеивании на крупочном сите №140 остаток не должен превышать 3%, а проход сита №260 - не более 12%. Для муки 1-го сорта – «полукрупки» - принято, что остаток на сите №190 должен быть не выше 3%, а проход сита №43 - не более 40%.

Технология муки и крупы

Зольность крупки из пшеницы Дурум ограничена величиной 0,75%, полукрупки - 1,10%, а муки 2-го сорта - 1,80%; это связано с более высокой зольностью эндосперма твердой пшеницы по сравнению с мягкой. Содержание сырой клейковины в крупке должно быть не ниже 30%, а в полукрупке - 32%, т.е. по сравнению с мукой хлебопекарной норма повышена на 2%.

Общий выход муки при макаронном помоле установлен также в размере 75%, при этом муки 2-го сорта должно быть лишь несколько процентов.

В связи с такими особыми требованиями к муке технологический процесс помола значительно усложнен. После многократного сортирования продуктов по крупности и добротности мука высшего и 1-го сортов извлекается с ситовеечных систем. Измельчение на всех системах ведут в таком режиме, чтобы формировались крупные продукты. Поэтому драной процесс удлинен до шести систем. Очень развиты ситовеечный и шлифовочный (6-8 систем) процессы. Наоборот, размольный процесс играет незначительную роль, служит только для тонкого измельчения таких продуктов, из которых невозможно получить макаронную муку заданного качества. Поэтому он сокращен и включает всего две или три системы, на которых измельчение ведут на рифленых вальцах. Полученная мука 2-го сорта не используется в макаронной промышленности, а идет в некоторые сорта хлеба, в качестве добавки к обычной муке из мягкой пшеницы. Извлечение муки второго сорта составляет 2 ...5%.

Раздел III Технология производства крупы

3.1 Ассортимент продукции крупозаводов

Крупа – пищевой продукт, полученный в результате переработки зерна. Представляет собой выделенное в цельном или крупнодробленом виде ядро зерна, освобожденное от примесей и неусвояемых организмом человека частей зерна – цветочных пленок, плодовых, семенных оболочек, а в некоторых случаях – алейронового слоя и зародыша.

В технологии крупяного производства вырабатывают из зерна различных видов (форм и анатомического строения) широкий ассортимент круп с высокими пищевыми и питательными достоинствами, которые занимают важное место в рационе питания нашего народа.

Технологические свойства зерна находятся в тесной связи с цветом, крупностью, выравненностью, пленчатостью, формой, консистенцией эндосперма и его влажностью (12-14 %).

Крупяные культуры оценивают по:

- выходу и качеству крупы;
- степени отделения оболочек или пленок от ядра;
- величине расхода энергии на 1 т выработанной продукции.

Химический состав зерна, из которого вырабатывают крупы (в %).

Таблица 3.1

Наименование	Зола	Жиры	Белки	Клетчатка	Крахмал	Сахар
Просо	4,5	3,2	13,0	1,0	65	0,20
Гречиха	2,5	2,0	12,0	14,0	67	0,40
Овес	4,7	6,2	15,0	13,0	56	-
Ячмень	4,5	2,4	11,0	5,0	66	7,0
Рис	4,5	1,8	7,0	11,0	73	-
Горох	3,0	2,0	27,0	7,0	62	-
Кукуруза	1,8	6,0	10,0	2,5	75	3,0
Пшеница	1,8	1,7	12,0	1,9	65	0,15

Крупяные культуры, особенно овес, горох, гречиха, обладают высокими пищевыми достоинствами.

Механическая прочность зерна обусловлена прочностью связи цветочных пленок (у гречихи - плодовых) с ядром, консистенцией ядра (степень стекловидности), крупностью и однородностью массы, влажностью.

Например, величина усилий для дробления ядра проса стекловидного- 29-30 кг/см², а мучнистого ядра-24-25 кг/см², ядра ячменя стекловидного- 40-42 и мучнистого 37-38 кг/см², ядра овса – 28-40 кг/см².

Плодовые оболочки проса, овса, ячменя и риса хрупки и сравнительно легко отделяются при шлифовке.

Технология муки и крупы

Чем зерно крупнее, тем менее плотно прилегают цветочные пленки, тем легче и лучше они отделяются при шелушении.

Сухое зерно проса, гречихи, риса дает больший бой ядра. Избыточно влажное зерно затрудняет процесс шелушения, т.к. цветочные пленки становятся эластичными.

Основной показатель качества большинства видов крупы - содержание доброкачественного ядра, в крупе ограничивают также содержание органической и минеральной вредной, металломагнитной примесей, нешелушенных зерен, в целой крупе ограничивают количество дробленой крупы.

Для дробленой номерной крупы установлен такой показатель качества, как выравненность, т.е. количество частиц определенной крупности.

Для отдельных видов крупы действует ряд дополнительных показателей качества, например содержание пожелтевших, клейких зерен в рисовой крупе, кислотность и зольность в хлопьях, содержание нешелушенных зерен и мучки в ячменной крупе и ряд других.

Влажность установлена для крупы текущего потребления и длительного хранения в зависимости от вида крупы.

Ассортимент продукции крупозаводов

Таблица 3.2.

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта
Рис	Рис шлифованный	Высший, первый, второй, третий сорта
	Рис дробленый шлифованный	На сорта не делится
	Рис шлифованный для производства детского питания	Высший, первый сорта
Гречиха	Ядрица	Первый, второй, третий сорта
	Продел	На сорта не делится
	Ядрица быстро разваривающаяся	Первый, второй, третий сорта
	Продел быстро разваривающийся	На сорта не делится
	Ядрица, быстро разваривающаяся для производства детского питания	Первый сорт
	Крупа гречневая, не требующая варки	На сорта не делится
Овес	Крупа овсяная не дробленая	Высший, первый, второй, третий сорта
	Крупа овсяная плющенная	

Технология муки и крупы

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта
	Крупа овсяная для производства детского питания Овсяные хлопья Геркулес Овсяные хлопья Экстра Толокно Толокно для детского питания	Высший, первый, второй, третий сорта Высший сорт На сорта и номера не делятся № 1, 2, 3 На сорта не делится На сорта не делится
Просо	Пшено шлифованное Пшено шлифованное быстро разваривающееся	Высший, первый, второй, третий сорта Высший, первый, второй, третий сорта
Ячмень	Крупа перловая Крупа ячневая Крупа ячневая быстро разваривающаяся Крупа перловая с сокращенным временем варки Крупа ячневая, не требующая варки	№ 1, 2, 3, 4, 5 № 1, 2, 3 № 1, 2, 3 № 1, 2, 3, 4, 5 На сорта и номера не делятся
Горох	Горох шелушенный целый Горох шелушенный молотый Крупа гороховая быстро разваривающаяся	Первый, второй сорта Первый, второй сорта На сорта и номера не делятся
Кукуруза	Крупа кукурузная шлифованная Крупа кукурузная крупная для хлопьев Крупа кукурузная мелкая для палочек	№ 1, 2, 3, 4, 5 На сорта и номера не делятся На сорта и номера не делятся На сорта и номера не делятся

Технология муки и крупы

Зерно	Наименование и ассортимент крупы	Номера и сорта	
	Мука кукурузная		
Пшеница	Крупа пшеничная	№ 1, 2, 3, 4	
	Полтавская		
	Артек		
	Крупа пшеничная быстро разваривающаяся		№ 1, 2, 3
	Крупа повышенной питательной ценности		На сорта и номера не делятся
	Юбилейная		
	Здоровье		
	Спортивная		
	Пионерская		
	Сильная		
Южная			
Флотская			
Союзная			

Нормы качества крупы всех видов и сортов (а также толокна и хлопьев) регламентируются ГОСТ, ТУ или Временными нормами качества.

3.2. Очистка зерна крупяных культур от примесей

В элеваторах крупяных заводов формируют крупные партии зерна, которые можно перерабатывать при стабильной работе технологического оборудования со стабильными конечными результатами. При составлении партий подбирают однородное зерно, имеющее примерно одинаковые показатели качества – влажность, содержание испорченных зерен, примесей и т.д.

В элеваторе осуществляют предварительную очистку зерен от примесей, его сушку. Особенно важно выделить мелкое зерно, которое можно использовать для производства комбикормов. Многочисленные исследования показали, что зерна мелких фракций мало отличаются по химическому составу от более крупных, поэтому целесообразно отделение такого зерна в элеваторах, что улучшает технологические свойства основной партии, передаваемой для переработки.

Технологическая схема подготовки зерна к переработке не может быть универсальной, так как зерно имеет различные размеры, форму, примеси, в том числе трудноотделимые. При подготовке зерна применяют разные способы

Технология муки и крупы

гидротермической обработки или избегают ее применения. Последовательность операций при подготовке зерна к переработке общая для всех крупяных культур, хотя количество этих операций может быть различным, т.е. могут отсутствовать те или иные операции.

Подготовка зерна к переработке начинается с бункеров для неочищенного зерна, вместимость которых должна обеспечивать устойчивую работу крупяного завода в течение 28...30 ч, т.е. более 1 сут. Зерно, подаваемое на переработку, взвешивают на автоматических весах для определения его количества.

В крупяном сырье часто содержится большое количество различных примесей, которые должны быть выделены. Невыделенные и попавшие в крупу примеси ухудшают ее качество, делают невозможным получение крупы высших сортов или стандартной.

Большинство примесей, находящихся в зерновой массе, отличается от зерна основной культуры физическими свойствами: размерами (тремя или двумя), длиной (одним из размеров), плотностью (удельным весом), аэродинамическими свойствами (сопротивлением воздушному потоку), магнитными свойствами (металломагнитные примеси), формой, коэффициентами внешнего и внутреннего трения, упругими свойствами, электрофизическими свойствами, прочностью, цветом и т.д.

Выделение примесей, как и любое другое разделение смеси на две или несколько фракций, называют сепарированием, а применяемые для этого машины – сепараторами. Отделение примесей, отличающихся от зерна двумя-тремя размерами, производят на ситах, размеры отверстий которых подбирают таким образом, чтобы через них просеялись примеси, а зерно основной культуры осталось, или наоборот – просеялись зерна основной культуры, а примеси – остались.

Примеси, отличающиеся одним размером – длиной, выделяют в триерах, по плотности – в камнеотборочных машинах, аэродинамическими свойствами – в воздушных сепараторах-аспираторах, металломагнитные примеси – в магнитных сепараторах и т.д.

Во всех случаях очистка зерна от примесей начинается с его сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, применяя две-три последовательно установленные системы. В сепараторах выделяют основную массу крупных, мелких и легких примесей.

Размер и форма отверстий сит в сепараторах устанавливается в зависимости от перерабатываемой крупяной культуры.

Однако общий принцип подбора формы и размеров отверстий сит сводится к тому, что приемные сита сепараторов должны полностью выделять грубые примеси, а также равномерно распределять зерно при его поступлении на сортировочные сита. На сортировочных ситах выделяют крупные примеси.

Однако не всегда на сепараторах удается в полной мере выделить мелкое зерно, для дополнительного выделения которого применяют просеивающие машины – крупосортировки и рассевы. Кроме того, в этих машинах возможно, если необходимо, разделение зерна на две-три фракции с последующей их отдельной обработкой. Далее зерно общим потоком или по фракциям

Технология муки и крупы

направляют для отделения минеральных примесей в камнеотделительные машины.

Для ряда крупяных культур (кроме гороха и кукурузы) устанавливают либо овсюгоотборочные, либо куколеотборочные машины, либо и те и другие. Дополнительное выделение легких примесей может быть произведено в воздушных сепараторах, дуоаспираторах, аспирационных колонках, пневмоканалах.

Некоторые примеси отличаются от зерна основной культуры формой и состоянием поверхности, а также фрикционными свойствами, т.е. коэффициентом трения о поверхность.

Пример фрикционного сепаратора – горохоотборочная ленточная машина. В этой машине полноценные добротные семена гороха могут быть отделены от различных примесей – незрелого и поврежденного гороха, изъеденного гороховой зерновкой или плодояркой. Семена добротного гороха имеют правильную шаровидную форму, поэтому они легко скатываются по наклонной плоскости.

Некоторые примеси отличаются от основного зерна и продукта цветом. Для выделения этих примесей применяют фотоэлектронные сепараторы. Недостаток таких сепараторов – небольшая производительность – устранен в связи с применением микропроцессорной техники. Созданы сепараторы, производительность которых при сортировании рисовой крупы составляет 6...12 т/ч.

Принцип действия сепараторов заключается в том, что при прохождении по каналам цвет каждого зерна сравнивается с цветом эталонов. В случае несовпадения с цветом эталона это зерно воздушной струей сдувается в сторону.

Эффективность работы зерноочистительных машин тем выше, чем большее количество примесей выделено из зерна. Однако стремление выделить максимальное количество примесей может привести к тому, что в отходы может попасть и большое количество зерна. При нормальной работе зерноочистительных машин содержание зерна в отходах не должно превышать 2% массы отходов.

В этом случае эффективность работы E (%) машин может быть определена по формуле:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100,$$

где C_1 – содержание примесей в зерне, поступающем в машину, %; C_2 – содержание примесей в зерне, выходящем из машины, %.

В том случае, когда количество зерна в отходах превышает 2%, может быть применена другая формула:

$$E = \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right) \cdot (100 - m),$$

где m – содержание зерна в отходах по отношению к их массе, %.

3.3. Гидротермическая обработка (ГТО) крупяного зерна

Для улучшения технологических свойств зерна применяют ГТО, заключающуюся в воздействии на зерно влаги (пара) и тепла. В результате такого воздействия происходит направленное изменение свойств составных частей зерна – ядра и оболочек. При применении рациональных способов и режимов обработки оболочки легче отделяются от ядра, ядро меньше дробится, что ведет к повышению выхода крупы и улучшению ее качества.

В настоящее время на крупяных заводах применяют в основном два способа ГТО зерна. Первый способ заключается в пропаривании зерна, его кратковременном отволаживании, сушке и охлаждении. Этот способ используют в технологии переработки гречихи, овса и гороха. Второй способ – увлажнение зерна с последующим отволаживанием – применяют для пшеницы и кукурузы.

При первом способе добиваются повышения прочности ядра при пропаривании и повышении хрупкости оболочек в результате резкого снижения их влажности при сушке и охлаждении.

При обработке паром зерно увлажняется и прогревается одновременно. В результате конденсации пара на более холодном зерне образуется пленка воды, быстро проникающей в глубь зерна. Выделение теплоты парообразования при конденсации пара резко повышает температуру зерна, которая повышается также и в результате действия температуры паровоздушной среды в пропаривателе.

Из-за проникновения влаги в глубь ядра и прогрева оно пластифицируется, т.е. становится менее хрупким, в меньшей степени разрушается при дальнейших механических воздействиях в процессе шелушения. Пропаривание зерна характеризуется двумя параметрами – давлением пара и длительностью (экспозицией) пропаривания. Установлено, что чем выше давление пара и длительность пропаривания, тем более высокую влажность и температуру имеет зерно.

Выбор режимов пропаривания зависит от достижения зерном наиболее высоких технологических свойств. Пропаривание вызывает тепловую деструкцию крахмала с образованием декстринов. Оклеистеризованный крахмал и декстрины обладают клеящими свойствами, делают структуру ядра более монолитной. Этому способствуют также частичная денатурация белков, т.е. снижение их растворимости, в результате чего создается впечатление, что белок и крахмальные гранулы склеиваются в единую монолитную массу. Следует отметить, что такое изменение структуры делает ядро более устойчивым прежде всего к ударным нагрузкам, оно меньше дробится при шелушении и шлифовании.

Параметры пропаривания неодинаково влияют на технологические свойства зерна. Так, замечено, что повышение давления пара и длительности пропаривания снижает выход дробленого ядра и повышает эффективность шелушения зерна гречихи, поэтому для нее приняты наиболее жесткие параметры, а именно давление пара до 0,30 МПа (при таком давлении пара температура его достигает 143°C) и экспозиция – 5 мин. Более высокие параметры обработки ухудшают потребительские достоинства крупы.

Для овса зависимость эффективности переработки от параметров гидротермической обработки несколько иная. Хорошие результаты получают при

Технология муки и крупы

пропаривании зерна овса паром давлением 0,05...0,10 МПа в течение 3...5 мин. Более высокие параметры пропаривания не приводят к лучшим результатам. Влияние параметров пропаривания риса на его технологические свойства отличается от рассмотренных выше.

В результате пропаривания зерна увлажняется не только ядро, но и оболочки, состоящие в основном из клетчатки и минеральных веществ. Эти компоненты претерпевают незначительные изменения, хотя из-за большого количества капилляров они интенсивно насыщаются влагой, которая проникает в пространство между оболочками и ядром, ослабляет их связь или способствует отслаиванию оболочек от ядра. Этому способствует и набухание полимеров зерна при увлажнении и прогреве.

Пропаривают зерно в пропаривателях непрерывного и периодического действия. Пропариватели непрерывного действия – шнековые горизонтальные, компактны, конструктивно просты, не требуют бункеров до и после аппарата. Их достоинство – равномерное пропаривание зерна, так как в процессе обработки оно постоянно перемешивается. Их недостатки – невозможность создания высокого давления в рабочей камере, отсутствие регулирования длительности пропаривания. В лучшем случае в них можно создать давление 0,03...0,05 МПа.

Пропариватели периодического действия А9-БПБ не имеют недостатков, свойственных пропаривателям непрерывного действия. Так, в них можно обрабатывать зерно при практически любых допустимых давлениях, регулировать длительность пропаривания. Пропаривание производят в автоматическом режиме, по командам с пульта управления. Зерно загружают в сосуд аппарата (длительность пропаривания 1...6 мин в зависимости от вида и качества зерна), выгружают через разгрузочный затвор. Максимальная длительность цикла около 8 мин. При пропаривании гречихи с использованием рекомендуемых режимов ее влажность повышается на 3,5...4,5%. Недостатки пропаривателя периодического действия: большие габариты, обязательное наличие бункеров до и после аппарата, недостаточная равномерность пропаривания зерна (особенно при относительно низких давлениях пара и длительности пропаривания, так как зерно пропаривается в неподвижном слое). При пропаривании зерна некоторых культур, например овса, в результате набухания затрудняется его выпуск. В настоящее время пропариватели периодического действия применяют только для пропаривания зерна гречихи, так как только в них можно обеспечить необходимое давление пара. Для пропаривания овса применяют пропариватели непрерывного действия, так как при обработке зерна не требуется высоких параметров пара.

Пропаривание – начальный этап обработки, после которого следует непродолжительное отволаживание. В процессе отволаживания завершаются преобразования, начатые при пропаривании, при этом влага продолжает поступать в ядро, протекают физико-химические процессы. Так как из пропаривателя выходит нагретое и влажное зерно, то его следует отволаживать в бункерах, имеющих теплоизолированные стенки и днища. В противном случае интенсивное испарение влаги из горячего влажного зерна вызовет значительную конденсацию влаги на стенках бункеров, что затруднит истечение из них зерна.

Технология муки и крупы

Сушка зерна – важный этап ГТО, в результате которого зерно приобретает оптимальную для дальнейшей переработки влажность, не превышающую норм, установленных стандартом.

Однако сушка не просто снижает влажность зерна, но и усиливает преобразования структурно-механических свойств оболочек и ядра. В результате сушки оболочки, находящиеся на поверхности зерна и имеющие структуру с крупными капиллярами, сравнительно легко отдают влагу. Ядро, находящееся внутри зерна и более прочно удерживающее влагу, высыхает значительно медленнее, поэтому в процессе сушки возникают различия во влажности оболочек и ядра. Оболочки со значительно более низкой (на 3...8%) влажностью по сравнению с ядром. Сухие оболочки более хрупки, легко раскалываются при шелушении и отделяются от ядра, которое, имея достаточно высокую влажность, остается пластичным и мало дробится при механическом воздействии на зерно. Хрупкость оболочек повышается не только в результате снижения влажности, но и из-за их частичного растрескивания при обезвоживании.

Сушку следует проводить довольно быстро, чтобы влага из влажного ядра не успевала переходить к сухим оболочкам. Пересушивание зерна при гидротермической обработке резко повышает хрупкость не только оболочек, но и ядра, ведет к его растрескиванию и снижению механической прочности.

Сушат зерно в вертикальных паровых сушилках. Нагрев зерна в таких сушилках осуществляется благодаря его контакту с горизонтальными паровыми трубками, в которые подают пар под давлением 0,2...0,5 МПа при температуре 133...158°C. Проходя вплотную с паровыми трубами, зерно нагревается, влага испаряется и удаляется с помощью аспирации из шахты сушилки. Используют также воздушные сушилки, в которых зерно сушат воздухом, нагретым в паровых или электрических калориферах.

После сушки горячее зерно охлаждают либо в специальных охладительных колонках, либо в воздушных сепараторах, но не с замкнутым циклом воздуха. Иногда зерно охлаждают в процессе транспортирования, при пневмотранспортировании. Охлаждение способствует дальнейшему снижению влажности зерна (хотя и незначительному). При охлаждении также повышается хрупкость оболочек в результате снижения их температуры и влажности, но одновременно то же самое происходит и с ядром, поэтому на некоторых заводах зерно не охлаждают, а перерабатывают теплым, температурой 35...40°C.

Второй способ ГТО зерна включает две операции – увлажнение (пропаривание) и отволаживание.

Увлажнение зерна производят в увлажнительных аппаратах, широко применяющихся в мукомольном производстве. Сразу после увлажнения вода сосредотачивается в оболочках зерна, заполняет его капилляры, затем начинает проникать в ядро. Сам процесс увлажнения весьма краток, он происходит в течение нескольких десятков секунд, учитывая непосредственную подачу воды, а также перемешивание зерна с водой в шнеках перед направлением в бункера для отволаживания.

Увлажнение оболочек несколько размягчает их, последующее проникновение влаги в наружный слой эндосперма ослабляет его связь с оболочками.

Технология муки и крупы

Гидротермическая обработка зерна кукурузы способствует также лучшему отделению зародыша. При дроблении зерна влажный зародыш остается целым, ослабляется его связь с эндоспермом.

Для более эффективного изменения свойств составных частей зерна и увлажнения применяют теплую воду температурой 35...40°C. Увлажнение может быть заменено кратковременным пропариванием зерна в пропаривателях непрерывного действия при давлении пара до 0,1 МПа. Пропаривание обеспечивает не только увлажнение, но и прогрев зерна.

Конечная влажность зерна после увлажнения зависит от его вида и конечных целей переработки. Например, может быть 15...16 и 19...22%. Это объясняется тем, что в первом случае получают мелкую крупу для палочек, поэтому при первичном дроблении для выделения зародыша эндосперм может быть раздроблен на сравнительно мелкие части. Во втором случае получают крупную крупу для хлопьев. В этом случае нужно дробить более влажное зерно, при этом получают крупные части эндосперма.

Отволаживание зерна необходимо для проникновения влаги в пространство между оболочками и ядром, в результате чего происходит отслаивание оболочек вследствие неравномерного набухания составных частей зерна, размягчения оболочек и наружных слоев ядра. С этим связана сравнительная кратковременность отволаживания. Во всех случаях длительность отволаживания зерна не превышает 2...3 ч. Данный способ может быть применен и для обработки овса в тех случаях, когда его шелушат способом однократного удара в центробежных шелушителях.

Параметры гидротермической обработки зависят от вида зерна, в отдельных случаях от способов его шелушения и ассортимента вырабатываемой продукции.

3.4. Технология переработки зерна в крупу

Не все операции необходимы в технологии переработки каждой крупяной культуры, однако шелушение и сортирование продуктов шелушения обязательны для всех культур без исключения.

Сортирование (фракционирование) зерна на начальном этапе переработки на фракции способствует лучшему его шелушению, а в отдельных случаях – выделению после шелушения оставшихся в смеси нешелушенных зерен, дополнительному выделению примесей. Сортирование проводят в отсевах, крупосортировочных машинах, в отдельных случаях – в воздушно-ситовых сепараторах. Рабочие органы просеивающих машин должны быть подобраны так, чтобы достичь наибольшей эффективности сортирования.

Шелушение зерна – одна из основных операций, от эффективности которой в значительной степени зависит выход и качество крупы. Сущность процесса шелушения заключается в отделении наружных оболочек – цветковых, плодовых или семенных – от ядра.

В связи с большим разнообразием свойств зерна крупяных культур применяют разные способы его шелушения. Выбор способов шелушения и шелушительных машин, в которых воплощены эти способы, зависит от нескольких

Технология муки и крупы

факторов. Во-первых, имеет большое значение прочность связи оболочек и ядра, прочная – оболочки срослись с ядром, непрочная – оболочки с ядром не срослись. Во-вторых, выбор способа шелушения зависит от прочности ядра. В-третьих, имеет значение ассортимент крупы, вырабатываемой из данного зерна, т.е. вырабатывают целую или дробленую крупу.

В современных шелушительных машинах использован один из трех основных способов шелушения зерна: сжатие и сдвиг, однократный или многократный удар, продолжительное истирание (соскабливание) оболочек.

При сжатии и сдвиге рабочие органы шелушительных машин – две поверхности из сравнительно жесткого или упругого материала, расстояние между которыми меньше размеров зерна. Одна из поверхностей подвижна, вторая неподвижна, или движутся обе поверхности, но с разными скоростями.

Зерно, попадая в зону между поверхностями, сжимается, при этом оболочки раскалываются, а при относительном движении поверхностей происходит сдвиг оболочек, в результате чего они отделяются от ядра. Такой способ эффективен лишь для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, а именно риса, гречихи, проса и овса. Основные машины, работающие по этому принципу, - вальцедековые станки, шелушительные поставы, шелушители с обрешеченными валками.

При однократном и многократном ударе шелушение происходит в результате удара зерна о твердую поверхность. При ударе оболочки раскалываются, ядро освобождается. Если оболочки плотно соединены с ядром, то в результате многочисленных ударов, сопровождающихся трением зерна о поверхность удара, оболочки постепенно скалываются.

Способ шелушения зерна многократным ударом применяют в тех случаях, когда зерно имеет нехрупкое ядро. Например, для риса и гречихи этот способ не может быть приемлемым, так как ядро у этих культур хрупкое и будет легко раскалываться при шелушении. Этот способ можно применять для шелушения зерна с относительно хрупким ядром, но только в том случае, когда из этого зерна получают не целую, а дробленую крупу.

Многократный удар используют и для шелушения зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, и для шелушения зерна, у которого оболочки срослись с ядром, но при его переработке получают дробленую крупу, а именно ячменя, пшеницы, кукурузы. Однократный удар может быть применен для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром, а ядро не хрупкое, как у зерна овса. На принципе многократного удара основана работа бичевых обочных машин, однократного – центробежного шелушителя.

Шелушение истиранием зерна об острошероховатую поверхность применяют для зерна тех культур, у которых оболочки плотно срослись с ядром (ячмень, горох, пшеница, кукуруза). В этом случае шелушение зерна приводит к меньшему его дроблению по сравнению с шелушением многократным ударом.

Основные машины, работающие по этому принципу, - вертикальные шелушительно-шлифовальные машины типа ЗШН. Общие требования к шелушительным машинам заключаются в том, чтобы они шелушили максимальное количество зерна при минимальном дроблении ядра.

Технология муки и крупы

Технологическую эффективность шелушения оценивают коэффициентом шелушения и коэффициентом цельности ядра.

Отношение количества нешелушенных зерен, подвергшихся шелушению, к количеству нешелушенных зерен, поступивших в машину, выраженное в процентах, принято называть коэффициентом шелушения $K_{ш}$, который определяют по формуле (%):

$$K_{ш} = [(N_1 - N_2) / N_1] \cdot 100,$$

где N_1 – содержание нешелушенных зерен в продукте, поступающем на шелушение, %;

N_2 – количество нешелушенных зерен в продукте после шелушения, %.

При первичном шелушении зерна, если в нем не содержится шелушенных зерен, формула приобретает вид (%):

$$K_{ш} = \frac{100 - N_2}{100} \cdot 100.$$

Коэффициент шелушения можно рассматривать как количественный показатель работы шелушительной машины. Практически на любой шелушительной машине можно получить коэффициент шелушения, близкий к 100%. Однако стремление к этому может привести к резкому повышению дробимости ядра, что ухудшит результаты шелушения.

Качественным показателем процесса шелушения можно считать коэффициент цельности ядра - $K_{ц.я}$:

$$K_{ц.я} = \frac{K_2 - K_1}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)},$$

где K_1 , d_1 , m_1 – соответственно содержание целого, дробленого ядра и мучки в продукте, поступающем на шелушение, %;

K_2 , d_2 , m_2 – соответственно содержание целого, дробленого ядра и мучки в продукте после шелушения, %.

Эта формула показывает, что с увеличением выхода дробленого ядра и мучки при шелушении коэффициент цельности ядра снижается.

Коэффициент цельности ядра зависит от состояния рабочих органов машин, технологических свойств зерна и других факторов. Он изменяется также в зависимости от коэффициента шелушения. Коэффициент цельности ядра снижается с увеличением коэффициента шелушения. Объясняется это так: чтобы повысить коэффициент шелушения в шелушительных машинах, либо уменьшают зазор, либо повышают скорость рабочих органов, продолжительность обработки зерна и т.д. Все это, повышая коэффициент шелушения зерна, неизбежно приводит к большей дробимости ядра, причем наиболее резкое повышение дробимости ядра начинается при достижении какого-то значения коэффициента шелушения.

Общую эффективность процесса E шелушения зерна можно оценить с учетом количественного и качественного показателей процесса:

$$E = K_{ш} \cdot K_{ц.я}.$$

Общая эффективность процесса шелушения E с повышением коэффициента шелушения $K_{ш}$ возрастает, затем она начинает снижаться в результате резкого уменьшения коэффициента цельности ядра. Шелушение зерна следует вести в

Технология муки и крупы

условиях, обеспечивающих наиболее высокую его эффективность. Для овса и проса рекомендуют коэффициенты шелушения 80...95%, а для гречихи – 45...55%.

На эффективность шелушения зерна влияют его технологические свойства, а также условия эксплуатации шелушительных машин. Из технологических свойств зерна на эффективность его шелушения оказывают значительное влияние влажность, крупность и выравненность, содержание шелушенных зерен.

Влажность зерна неоднозначно влияет на эффективность шелушения. С повышением влажности эффективность шелушения снижается, так как влажные оболочки менее хрупки и труднее отделяются от ядра. Сухое зерно шелушится лучше, но при этом часто существенно повышается выход дробленого ядра. Выравненное, разделенное на фракции зерно шелушится лучше, особенно снижает эффективность шелушения наличие неотделенного мелкого зерна.

В результате шелушения зерна получают смесь, которая состоит из пяти основных продуктов. Первый продукт – нешелушеное зерно или ядро, представляющие собой готовую крупу или полуфабрикат для ее получения.

Второй продукт – нешелушеное зерно, остающееся в смеси, так как полного шелушения зерна ни в одной машине не происходит. Выделенные нешелушенные зерна должны быть подвергнуты повторному шелушению.

Третий продукт – лузга, свободные оболочки, которые отделены при шелушении.

Четвертый продукт – дробленое ядро, которое образуется при дроблении целого ядра. Дробленое ядро некоторых культур (риса, гречихи, гороха) используют в качестве пищевого продукта либо непосредственно (гречневый продел), либо после дополнительной обработки. При переработке зерна других крупяных культур дробленое ядро используется как кормовой продукт. Исключение составляет дробленое ядро номерной крупы, являющейся основным продуктом.

Пятый продукт – мучка, представляющая собой мелко измельченные частицы ядра и оболочек. Мучка – ценный кормовой продукт, используемый чаще всего для производства комбикормов и кормовых смесей.

Следующая после шелушения операция – сортирование продуктов шелушения. Процесс сортирования продуктов шелушения включает просеивающие машины для отделения мучки и дробленки, воздушные сепараторы для отделения лузги, машины для разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен (крупноотделительная машина).

Мучка и дробленое ядро имеют меньшие размеры по сравнению с целым ядром, поэтому их выделяют в просеивающих машинах. Крупность мучки и дробленки определяется стандартами на крупу и крупяные продукты, она варьирует в зависимости от определенного подбора металлотканых или штампованных сит. Так, гречневое дробленое ядро (продел) получают проходом через сито с продолговатыми отверстиями размерами 1,6х20 мм и сходом металлотканого сита № 08.

После выделения мучки и дробленки из оставшейся смеси может быть выделена лузга в воздушных сепараторах. В дальнейшем возможно разделение оставшейся смеси шелушенных и нешелушенных зерен для последующего

Технология муки и крупы

повторного шелушения последних. Выделяют мучку, дробленку и лузгу в просеивающих и провеивающих машинах. Существуют некоторые особенности применения тех или иных машин в технологии переработки зерна различных крупяных культур. Разделение шелушенных и нешелушенных зерен, т.е. крупотделение, возможно в просеивающих машинах, триерах и специальных крупотделительных машинах. Применяют для тех крупяных культур, зерно которых имеет оболочки, не сросшиеся с ядром. В этом случае после шелушения получают две фракции – ядро и нешелушеное зерно.

Если пленки плотно срослись с ядром, то при шелушении такого зерна наряду с полностью шелушенными и нешелушенными зернами могут встречаться частично шелушенные зерна, причем степень отделения оболочек будет различной. В такой смеси невозможно провести четкую границу между шелушенными и нешелушенными зернами, поэтому разделить такие зерна на две фракции практически невозможно. В этом случае нешелушенные зерна повторно шелушат в смеси с шелушенными зернами.

Это шелушение без промежуточного отбора ядра, т.е. без разделения шелушенных и нешелушенных зерен, предусматривает многократную обработку смеси шелушенных и нешелушенных зерен до тех пор, пока в смеси не останется меньшего количества нешелушенных зерен, чем предусмотрено стандартом для крупы. Недостаток этой схемы - повторный пропуск через шелушительные машины значительного количества шелушенных зерен. Применяют, например, при шелушении проса.

Целесообразнее же на повторное шелушение направлять только нешелушеное зерно, количество которого значительно меньше, чем шелушеного. Это снижает загрузку машин, предотвращает повторную обработку шелушенных зерен, сокращает выход дробленого ядра и мучки.

Эффективность крупотделения (разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен) основана на различиях в физических свойствах компонентов смеси. Шелушенные зерна отличаются от нешелушенных меньшими размерами, большей плотностью (меньшей массой, большими коэффициентами трения и т.д.).

Смесь разделяют, используя различия в одном из признаков или комплексе свойств.

Технология муки и крупы

Классификация методов крупотделения.

Таблица 3.3.

Признаки делимости	Культура	Оборудование
Размеры (ширина, толщина)	Гречиха	Просеивающие машины (рассевы, крупосортировочные и другие машины)
Длина	Овес (рис)	Триеры
Комплекс свойств, обеспечивающих самосортирование смеси (плотность, масса, размеры и т.д.)	Рис, овес (гречиха, просо)	Крупотделительные машины (падди-машины, крупотделительные машины А1-БКО, самотечные крупотделительные машины)

В результате крупотделения стремятся получить две фракции продуктов, которые отличаются составом шелушенных и нешелушенных зерен. Чем меньше во фракции шелушенных зерен (ядра) нешелушенных зерен и, наоборот, во фракции нешелушенных зерен – ядра, тем выше эффективность процесса. Идеальный случай сортирования, когда в одной из фракций только ядро, а в другой – только нешелушенные зерна. При этом эффективность крупотделения равна 100%, или 1, если она оценивается в долях единицы.

Целое или дробленое ядро, получаемое после шелушения зерна, - еще не готовая крупа. На поверхности ядра остаются плодовые, семенные оболочки, алейроновый слой, содержащие значительное количество клетчатки, минеральных веществ. Некоторые оболочки имеют разную окраску, что придает шелушеному зерну (ядру) непривлекательный вид. Содержащий большое количество жира зародыш способствует быстрой порче крупы, поэтому его следует удалить.

Удаляют оставшиеся оболочки и зародыш в процессе шлифования крупы, что улучшает внешний вид крупы, сокращает время ее варки, повышает стойкость при хранении. Шлифуют ядро либо на специальных шлифовальных машинах, либо используют для этой цели некоторые шелушильные машины.

Принцип действия большинства машин заключается в интенсивном трении зерна о движущиеся абразивные или другие поверхности, неподвижные ситовые или выполненные из другого материала поверхности, а также во взаимном интенсивном трении ядер.

Эффективность работы шлифовальных машин оценивают выходом мучки и дробленого ядра, а также сравнением качества полученной крупы с эталонными образцами.

При шлифовании ядра большое количество белка, жира, витаминов переходит в мучку – основной побочный продукт. В мучке высока концентрация

Технология муки и крупы

белка и особенно жира, благодаря чему многие ее виды весьма нестойки при хранении.

При шлифовании крупы (кроме мучки) образуется также и дробленое ядро. Дробленое ядро служит либо кормовым продуктом, либо пищевым, но ценность его по сравнению с крупой из целого ядра значительно ниже, поэтому чем меньше в процессе шлифования при одном и том же количестве образующейся мучки прирост дробленого ядра, тем выше должна быть эффективность процесса.

Количеством образованной при шлифовании мучки можно оценить степень шлифования, хотя этот показатель не всегда может характеризовать качество полученной крупы. Степень обработки ядра с точки зрения качества крупы может быть оценена разными способами, например по изменению химического состава – зольности, клетчатки и т.д. Однако все эти способы очень громоздки, длительны.

Для оценки качества шлифования некоторых видов крупы, например зерна риса, может быть использован показатель белизны, определяемый с помощью фотометров. На определение показателя белизны затрачивается не более 5 мин.

Полирование крупы производят для улучшения ее товарного вида. В результате полирования удаляется оставшаяся на поверхности мучка, заглаживаются царапины. Эту операцию осуществляют либо в специальных полировальных машинах, либо в шлифовальных и других установках.

Специальных полировальных машин в настоящее время не изготавливают, для этого используют шелушильно-шлифовальные машины типа ЗШН. Так, для полирования номерной ячменной, пшеничной, кукурузной крупы применяют шелушители ЗШН, в которых абразивные диски выполнены из мелкозернистого материала. Для полирования гороха рекомендуется применять зерновые щеточные машины.

В технологии производства некоторых видов крупы применяют операцию – дробление или резание. Характер дробления и используемое оборудование зависят от ассортимента вырабатываемой продукции. Так, при производстве мелкой дробленой крупы, например ячневой, ядро измельчают сразу до частиц необходимого размера. При выработке дробленой шлифованной крупы учитывают, что размеры частиц крупы, получаемой после дробления, в процессе последующего шлифования уменьшаются.

Крупное дробление кукурузы в специальных машинах может сопровождаться отделением оболочек и зародыша. Независимо от способа дробления к нему предъявляют основное требование – получение наименьшего количества тонко измельченного продукта. Кроме того, полученные частицы должны быть как можно меньше деформированы, не быть смятыми, рваными, развернутыми по бороздке. Для измельчения применяют вальцовые станки, дежерминаторы, барабанные крупорезки. Вальцовые станки используют при измельчении ядра в мелкую и более крупную шлифованную крупу.

При измельчении ячменя в ячневую крупу или кукурузу в мелкую крупу для палочек применяют вальцовые станки с обычной продольной нарезкой вальцов.

При дроблении некоторых видов крупы требуется получать крупные части ядра. Это возможно при специальной нарезке вальцов – взаимно перпендикулярной.

Технология муки и крупы

Контроль крупы и побочных продуктов.

Основные готовые продукты процесса переработки зерна – крупа разных видов, мучка и лузга. Каждый из получаемых продуктов подлежит контролю (дополнительному сортированию). Основная цель контроля крупы – выделение из нее оставшихся примесей, разделение крупы по номерам (размерам) и видам – целой и дробленой. Контролируют побочные продукты с целью выделения из них нормального ядра, которое используют для выработки крупы, а также разделения лузги и мучки.

Схема контроля целой крупы зависит от вида вырабатываемой продукции, но все схемы включают просеивающие машины для отделения примесей и дробленого ядра. Кроме того, для выделения остатков лузги и других легких примесей применяют воздушные сепараторы, а для выделения металломагнитных примесей – магнитные сепараторы.

Мучка – весьма ценный кормовой продукт, особенно полученная в процессе шлифования крупы. Мучку обрабатывают в просеивающих машинах на ситах, размер отверстий которых определен стандартом для этого продукта.

Лузга состоит из наружных оболочек, отделенных в процессе шелушения, в ней содержится некоторое количество мучнистых частиц, которых особенно много в тех случаях, когда мучку не отсеивают перед отделением лузги, а отвеивают вместе с лузгой в аспираторах. При сортировании продуктов шелушения и шлифования мучку часто отделяют вместе с дробленным ядром, кроме того, в нее может попасть лузга, целое ядро вследствие неисправности оборудования. С этим связан контроль мучки, заключающийся в выделении из нее частиц дробленого и целого ядра, а также лузги.

Лузга может содержать мучку, дробленое целое ядро, а также щуплые нешелушенные зерна, поэтому в процессе контроля сначала высеивают мучку, которую направляют на контроль мучки, а сход сита провеивают в аспираторах для выделения из лузги частиц ядра и нешелушенных зерен.

Раздел IV Частная технология крупы

4.1 Технология производства рисовой крупы

Рис (*Oryza sativa*) относится к просовидным злакам. Его стебель – соломина, соцветие – метелка, колоски одноцветковые. По условиям произрастания различают рис *орошаемый* – не затопляемый, но требующий большого количества орошения, и *затопляемый* – растущий в воде на затопляемых полях. По внешнему виду рис бывает округлый и удлинённый, по консистенции – стекловидный и мучнистый.

Основная продукция при производстве рисовой крупы – это рис шлифованный и рис дроблённый.

Рис шлифованный – это продукт, получаемый из целого зерна риса в результате удаления цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Рис дроблённый – это продукт состоящий из частей шлифованного ядра риса не прошедших через сито с размерами отверстий 1,5 мм.

Разновидности риса-крупы подразделяют по размеру и форме зерен на три вида: *короткозерные, среднезерные и длиннозерные*.

Так, например, длиннозерный рис после варки становится сухим и рассыпчатым и чаще всего он используется для изготовления риса быстрого приготовления, консервированных супов и пищевых полуфабрикатов. Среднезерный и короткозерный рис после варки становится влажным и клейким и чаще всего используется для приготовления сухих завтраков, детского питания и рисовой муки. Крупы из риса обладают высокими потребительскими свойствами.

Время варки 20 – 40 мин (быстроразваривающейся – 10 мин), увеличение в объеме ядра риса при варке – в 4 – 6 раз.

Разновидность риса и его физические свойства определяют и операции технологического процесса. Весь технологический процесс производства риса осуществляется в два этапа: *подготовительный и рушальный*.

В подготовительном отделении осуществляются операции зерноочистки и сепарирования. ГТО риса не производится, так как тепловая обработка приводит к потемнению крупы и изменению физико-механических свойств риса.

В рушальном отделении осуществляются операции шелушения, шлифования и полирования риса с контролем продуктов производства.

В зерноочистительное отделение крупозавода зерно риса поступает после предварительной очистки на элеваторе. Операция очистки риса происходит в четыре этапа:

1. Выделение грубых и крупных примесей путем пропуска зерновой массы через скальператорные блоки.
2. Выделение легких примесей и незрелых зерен риса в дуаспираторах, работающих в форсированном воздушном режиме при скорости воздуха 12 м/с.
3. Очистка от растительных примесей и фракционирование риса по крупности на сортировочном сепараторе.

Технология муки и крупы

4. Выделение мелких и минеральных примесей путем отдельной очистки крупной, средней и мелкой фракций в результате просеивания зерна в сепараторе с тремя группами решет.

Крупную фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 7мм, после выделения минеральной примеси в камнеотборнике направляют на шелушение.

Среднюю фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 5мм, после провеивания в пневмоканалах направляют в камнеотборник а за тем на шелушение.

Мелкую фракцию, полученную сходом с сит с диаметром отверстий 3мм, после выделения минеральной примеси в камнеотборнике, дополнительно просеивают и провеивают в сепараторе, после чего направляют на шелушение.

Относы пневмоканалов для окончательного выделения незрелых зерен направляют в центробежную сортировку. Незрелые зерна риса направляют в зависимости от цели использования: либо на шелушение для последующего размола в муку или в цех отходов для использования на кормовые цели.

Проходы с сит диаметром 3мм, относы дуаспираторов, сход с верхнего сита и проход нижнего сита сортировочного сепаратора направляют в отходы III категории.

При производстве длинозерного риса в зерноочистительном отделении используют сепараторы типа ЗСМ (зерноочистительная сортировальная машина) и очистка зерна производится в следующей последовательности:

1. Провеивание всей массы зерна в аспираторах при форсированном воздушном режиме с целью отделения незрелых зерен и легких примесей.
2. Очистка и фракционирование зерна в сепараторе ЗСМ.
3. Повторная отдельная очистка крупной фракции – сход с сита с отверстиями 3х20мм, и мелкой фракции – проход через сито с отверстиями 3х20мм.
4. Однократное провеивание каждой фракции в аспираторах.
5. Однократный пропуск зерна каждой фракции через камнеотборочную машину.

При переработке длинозерного риса производительность оборудования уменьшается на 15 – 20%.

После очистки рис-зерно пофракционно направляют на шелушительные машины. Крупное и среднее зерно шелушат с использованием шелушителей с обрезиненными валками, мелкое зерно шелушат в шелушительных поставах с абразивными поверхностями.

Шелушение длинозерного риса рекомендуется проводить только на валковых шелушителях с обрезиненными поверхностями. Нагрузка на станок должна быть снижена на 15 – 20%.

Технологический режим работы шелушителей устанавливают так, чтобы коэффициент шелушения за один пропуск зерна составлял не менее 85%.

После шелушения крупного, среднего и мелкого зерна продукты шелушения направляют на рассев, в котором получают три сходовые фракции и одну проходную. Все три схода (с сит с отверстиями диаметром 5мм, 3,8мм и 1,5мм) отдельно подвергают последовательному двукратному провеиванию в

Технология муки и крупы

дуаспираторах. Проход с сита с диаметром отверстий 1,5мм направляют в отходы I и II категорий.

Относы дуаспираторов первичного провеивания направляют в лузгу, относы дуаспираторов вторичного провеивания направляют на контроль, где из них извлекают легкое зерно и частицы ядра. Содержание в лузге битого ядра и незрелого зерна не должно превышать 1,5% от ее массы.

Крупную фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 5мм) после двукратного провеивания подвергают повторному шелушению.

Среднюю фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 3,8мм) после двукратного провеивания направляют на падди-машину для выделения ядра.

Мелкую фракцию (сход с сита с диаметром отверстий 1,5мм) после двукратного провеивания направляют на шлифование.

Полученные после шелушения три потока ядра, не смешивая, направляют на шлифование. Массовая доля нешелушенных зерен риса в каждом потоке не должна превышать 1%.

При шлифовании происходит отделение плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша. Шлифование осуществляется в машинах с горизонтально расположенным абразивным барабаном или в поставах с конусным абразивным барабаном и вертикальной осью вращения.

Шлифование короткозерного и среднезерного риса осуществляется путем четырехкратной последовательной обработки ядра: на 1-й системе – в рисошлифовальных машинах, на последующих трех – в поставах. Количество шлифовальных систем зависит от сортовых особенностей риса и наличия красного зерна.

Шлифование длинозерного риса следует проводить только в станках с вертикальным коническим барабаном при сокращенном шлифовочном процессе на одну систему. Окружная скорость абразивного барабана должна быть снижена на 10 – 15%.

Рисовую крупу после каждой шлифовальной системы провеивают для отделения мучки и после последней системы направляют на рассев для отделения дробленных ядер.

Интенсивность процесса шлифования на всех системах неодинакова: на 1-й – 4%, на 2-й – 3,5%, на 3-й – 3%, на 4-й – 2,5%. Уменьшение степени шлифования связано с необходимостью исключить дробимость ядра из-за снижения его прочности по мере удаления оболочек.

Процесс шлифования построен по конвейерному принципу с отбором после первой, третьей и четвертой систем мучки пневмосепарированием, а после второй системы – с отсеиванием мучки и дробленного ядра в расसेве.

При переработки высокостекловидного зерна риса для улучшения товарного качества и потребительских свойств риса используется **операция полирования**.

Для полирования используют те же конструкции оборудования, что и для шлифования. Однако для обеспечения оптимального полирующего эффекта рабочие поверхности выполняют из кожи, замша или специальных полировочных мелкозернистых материалов. Окружную скорость конусного полировального ротора рекомендуется принимать не более 10 м/с.

Технология муки и крупы

Рисовую крупу после 4-й шлифовальной или 5-й полировальной системы, пересеивают на трех последовательных системах с использованием металотканых сит №3, №2,8, №2,5.

Перед накопительными бункерами готовой продукции устанавливают магнитные сепараторы и пробоотборники.

Цвет, запах и вкус должен быть свойственным нормальной рисовой крупе.

4.2 Технология производства гречневой крупы

Гречиха (*Polygonum fagopyrum*) – относится к семейству гречишных растений. Характерная особенность гречихи – строение ее цветков, которые не приспособлены к опылению ветром или самоопылению, а опыляются с помощью насекомых и пчел. Поэтому неблагоприятная погода во время цветения гречихи влияет на ее урожайность.

Гречневая крупа варится в течение 10 – 20 мин, увеличиваясь при этом в объеме в 4 -5 раз. Высокая пищевая и потребительская ценность гречневой крупы обуславливает ее исключительную роль в питании.

Из зерна гречихи вырабатывают два вида крупы – ядрицу и продел.

Ядрица – это ядро гречихи, освобожденное от плодовых оболочек, сохранившее семенные оболочки и зародыш. Следовательно при производстве ядрицы основной технологической операцией является шелушение. Цвет непропаренной ядрицы – серый с зеленоватым оттенком, пропаренной – коричневый. Пропаривание ядрицы (ГТО) необходимо для того чтобы крупа сохранялась при неудаленном зародыше.

Продел – это дробленые ядра гречихи прошедшие через сито 1,6х20. Зерно гречихи имеет трехгранную форму со специфическим расположением зародыша S-образной формы. Поэтому отделить зародыш от ядра невозможно. Этим обусловлено производство либо пропаренной ядрицы либо непропаренного продела. В основе технологического процесса производства гречневой крупы лежит двухэтапное сепарирование поступающего в переработку зерна. Первый этап – *предварительное сепарирование* – осуществляется в зерноочистительном отделении, второй – *окончательное сепарирование* – в шелушильном отделении.

При очистки зерна гречихи используют следующие три операции:

1. Однократный пропуск всей массы зерна через скальператор для отделения наиболее крупных примесей.
2. Двукратный пропуск всего зерна через сепараторы с целью отделения примесей несовпадающих с гречихой по форме.
3. Однократный пропуск зерна через камнеотборник.

После второго сепараторного прохода для более эффективного выделения примесей зерно делится на две фракции: крупную – сход с сита диаметром 4,2мм и мелкую – проход сита диаметром 4,2мм.

Мелкие и крупные примеси, выделенные из потока зерна в сепараторах, контролируют в отсевах. Для выделения крупных примесей в отсевах устанавливают сита с отверстиями треугольной формы диаметром 7мм, а для выделения мелких примесей сита с прямоугольными отверстиями 2,2х20мм.

Технология муки и крупы

Выделенное в отсевах и очищенное зерно гречихи провеивают в аспираторах и пропускают через триер-овсюгоотборник для выделения зерен пшеницы и других сорных семян удлиненной формы. Размер ячеек триера – 8-9мм.

После этого проводят ГТО по схеме: пропаривание – сушка – охлаждение. Пропаривание гречихи осуществляется в пропаривателях «Неруша» при давлении пара 0,25 – 0,30 МПа (2,5 – 3 атм) продолжительностью 5 минут.

Сушка осуществляется до достижения зерном влажности 13,5%. Охлаждение до температуры производственного помещения. После охлаждения гречиху провеивают в аспираторах для отделения легких примесей. Затем осуществляется операция предварительного сортирования. Необходимость этой операции вызвана тем, что зерно товарных партий варьируется по диаметру описанной окружности вокруг наибольшего поперечного сечения от 5 до 3мм, что затрудняет эффективность шелушения.

После предварительного сортирования получают три потока зерна:

первый – сход с сита диаметром 4,2мм;

второй – сход с сита диаметром 4мм;

третий – проход через сито диаметром 4мм и сход с сита с отверстиями 2,2x20мм.

Эти потоки после провеивания в аспираторах отдельно направляют в шелушительное отделение для окончательного сортирования на шесть фракций:

- первая – сход сита диаметром 4,5мм;

- вторая – сход сита диаметром 4,2мм;

- третья – сход сита диаметром 4,0мм;

- четвертая – сход сита диаметром 3,8мм;

- пятая – сход сита диаметром 3,6мм;

- шестая – сход сита диаметром 3,3мм.

Рассевы, калибрующие первую фракцию, располагают на трех этажах один под другим. На всех трех отсевах последовательно обрабатывают сход с сит с диаметром отверстий 4,5мм. Сход с сита третьего пропуска представляет собой откалиброванную первую фракцию, направляемую на шелушение.

Проходные продукты сит с отверстиями 4,5мм всех трех пропусков поступают на калибрование второй фракции. И так по каждой фракции.

Контроль осуществляют на ситах с треугольными отверстиями на всех шести фракциях.

Для окончательной очистки 5 и 6 фракций применяются пневмостолы или падди-машины. Размеры отверстий сит для предварительного и окончательного сортирования должны уточняться в зависимости от крупности зерна перерабатываемых партий гречихи.

Шелушение гречихи производят пофракционно на вальцедековых шелушительных станках, имеющих валок и деку из песчаного камня или абразивного материала. В рабочем зазоре происходит сжатие зерна гречихи по ребру грани и скалывание плодовой оболочки. Рекомендуется дифференцированно устанавливать окружные скорости валков:

- на 1 – 2-й шелушительных системах - 14 – 15 м/с;

- на 3 – 4-й шелушительных системах - 12 – 14 м/с;

Технология муки и крупы

- на 5 – 6-й шелушильных системах - 10 – 12 м/с.

После вальцедековых станков продукты шелушения каждой фракции просеивают на отсевах для отделения:

1. гречихи с лузгой – сходом с сита с диаметром отверстий на 0,3мм меньше, чем отверстия сита, которым характеризуется фракция;
2. ядрицы с лузгой – сходом с сита с отверстиями 1,7х20мм;
3. продела с мучкой и частицами лузги – проходом через сито с отверстиями 1,7х20мм.

Зерно гречихи каждой фракции после выделения из него лузги направляют на повторное шелушение.

Каждый поток ядра подвергают провеиванию для отделения лузги и направляют на контроль. Контроль крупы ядрицы производят путем двукратного просеивания в отсевах, последовательного провеивания в аспираторах и аспирационных колонках и однократного пропуска через магнитные сепараторы.

В отсевах ядрицу отбирают проходом с сит с треугольными отверстиями диаметром 5,5мм и сходом с сит с прямоугольными отверстиями 1,6х20мм.

Существенно улучшить качество крупы можно, осуществляя дополнительный контроль на пади-машине. Верхний сход с пади-машины в зависимости от засоренности направляют либо на калибрование 5-й фракции, либо в отходы.

Контроль крупы продел производится путем двукратного просеивания ее в отсевах, на ситах с отверстиями 1,6х20мм или диаметром 2,5мм и проволочном металлотканом сите №0,85. Продел двумя потоками направляют на раздельное провеивание в аспирационных колонках, после чего оба потока объединяют и подвергают однократному пропуску через магнитные сепараторы.

Контроль лузги осуществляют двумя потоками на отсевах. В потоке крупной лузги объединяют лузгу после шелушения 1 и 2-й фракций гречихи, в потоке мелкой лузги объединяют лузгу после шелушения 3,4,5 и 6-й фракций. Содержание частиц ядра в лузге не должно превышать 1%.

С каждого отсева на контроле лузги получают три вида продуктов:

1. сходы с верхних сит с отверстиями 1,8х20мм провеивают в аспираторах, на которых получают крупную лузгу;
2. сходы средних сит с диаметром отверстий 2мм объединяют и дважды провеивают, получая мелкую лузгу;
3. проходы сит с диаметром отверстий 2мм объединяют и после магнитного контроля направляют в мучку.

На современных крупозаводах в процессе ГТО используется операция гидросепарирования на моечной машине. В процессе гидросепарирования с эффективностью до 100% выделяются семена подсолнечника, до 65% - испорченного ядра и практически полностью смывается пыль и микроорганизмы с поверхности зерна. Наряду с эффективной очисткой зерновой массы от сорной примеси гидросепарирование играет важную роль при насыщении зерна влагой, что в сочетании с операцией подогрева улучшает процесс пропаривания.

4.3 Технология производства пшена

Просо (*Panicum miliaceum*). Относится к хлебным просовидным злакам. Это ценная засухоустойчивая культура, произрастает в центрально-черноземных областях, в Поволжье и Оренбургской области.

Зерно проса шарообразное массой 4 – 7 мг. Ядро пшена охватывает несросшаяся цветочная пленка, которая соединена с ядром у зародыша. Поэтому при обрушивании пленки раскалываются на две части и легко отделяются от ядра. Алейроновый слой и зародыш пшена очень богаты жиром (22 – 25 %).

Пшено – это ядро проса, полностью освобожденное от цветковых пленок, частично от плодовых и семенных оболочек и зародыша. Зародыш проса относительно всего зерна достаточно велик и занимает 17% его объема. В процессе обработки зародыш удаляется не полностью, образуя на поверхности зерна маленькую темную точку. В результате в крупе остается значительное количество липидов, поэтому пшено плохо хранится, быстро прогоркая.

В переработку поступает просо белого или кремового цвета 1-го и 2-го класса. Разделение на классы производится на элеваторах через сито 2а-18х20мм. Это сито 2-го типа (с прямоугольными отверстиями), рабочим размером отверстия является ширина отверстия «а», которая равна 1,8мм, а длина 20мм. Сходом этого сита является фракция проса 1-го класса, проходом – 2-го класса.

При переработке проса 1-го класса вырабатывается крупа высшего и первого сортов, а при переработке 2-го класса – второго и третьего сортов.

Очистку проса от сорных примесей, крупных, мелких и недоразвитых зерен производят, последовательно выполняя следующие операции:

1. Однократный пропуск всей массы зерна через скальператор для отделения наиболее крупных примесей.
2. (Первая сепараторная система). Однократный пропуск всей массы зерна через пневмосепаратор для отделения мелких и легких примесей.
3. Однократный пропуск всего зерна через камнеотборочную машину.
4. (Вторая сепараторная система). Однократный пропуск всего зерна через сепаратор для разделения на две фракции крупности. На этой операции используется сито 2а-17х20мм.
5. (Третья сепараторная система). Дополнительная очистка схода с сита с отверстиями 1,7х20мм, в сепараторе для лучшего отбора зерна мелкой фракции.
6. Просеивание зерна мелкой фракции, полученного со 2-й и 3-й сепараторных систем, в отсевах на ситах с отверстиями 1,5х20мм.
7. Просеивание зерна крупной фракции в отсевах для дополнительной очистки от крупных примесей (сход с сита диаметром 3мм), и дополнительного высевания зерна мелкой фракции (проход сита 1,7х20мм).
8. Просеивание зерна мелкой фракции в сепараторе, полученного в отсевах проходом через сита 1,5х20мм и 1,7х20мм. На этой операции проходом через сито 1,5х20мм и сходом с сита 1,2х20мм отбирают отходы I и II категории, а проходом через сито 1,2х20мм – отходы III категории.

Технология муки и крупы

9. Контроль сходов верхних сит сепараторов с отверстиями диаметром 3,5мм 2-й и 3-й сепараторных систем. Сходом с сит с отверстиями диаметром 3,5мм, 3,4мм и 3,2мм отбирают отходы I и II категорий, а проходом через сита диаметром 3,4мм и 3,2мм – зерно проса крупной фракции.

После проведения этих операций зерно проса пофракционно подается в шелушильное отделение.

Шелушение проса производят путем трехкратного последовательного пропуска зерна через вальцедековые станки, которые имеют абразивный валок и деку из корд резины. Для шелушения создается клиновидная форма рабочего зазора между неподвижной декой и вращающимся валком, что обеспечивает деформацию сжатия и сдвига в рабочей зоне.

После каждой шелушильной системы для отделения лузги, мучки и битого ядра продукт провеивают в аспираторах: трижды после первой шелушильной системы и дважды после 2-й и 3-й. Наиболее эффективны для этих целей аспираторы с двукратным продуванием – дуоаспираторы. В результате трехкратного шелушения и провеивания получают пшено-дранец с содержанием нешелушенных зерен не более 1%.

Пшено-дранец после отсеивания мучки и дробленого ядра может использоваться как продукт питания. Однако, технология предусматривает операцию шлифования.

Шлифование пшена - это операция, в результате которой удаляются плодовые и семенные оболочки и частично зародыш (у 85% ядер). При этом даже у хорошо шлифованного пшена часть зародыша сохраняется в виде визуально обнаруживаемой точки. Интенсивность шлифования определяется по массе образовавшейся мучки 4,5 – 5%. В процессе шлифования разрушенные зерна перерабатываются в дробленку и мучку. Процесс шлифования осуществляется на шлифовальных машинах, шелушильно – шлифовальных машинах с абразивными дисками или вальцедековых станках. Пшено шлифованное получают проходом через сито диаметром 2,3мм и сходом с сита диаметром 1,6 мм.

Готовую крупу дважды пневмосепарируют для удаления остатков мучки и после контроля на наличие металломагнитных примесей направляют в цех готовой продукции.

Обязательному контролю подвергаются полученные побочные продукты.

Кормовая дробленка просеивается на металлотканых ситах № 1,4. Сход сита направляют на вторую шелушильную систему, а проход в емкость для кормовой дробленки.

Мучку кормовую пересееивают на металлотканом сите № 063, проход которого представляет конечный продукт – мучку, а сход направляют на контроль дробленки.

Контроль лузги осуществляется на металлотканом сите № 1,2. Проход направляют на контроль мучки, а сход представляет собой лузгу, которую дважды провеивают в дуоаспираторах. Выделенное после дуоаспираторов зерно возвращают на третью шелушильную систему.

На операциях ситового контроля дробленки, мучки и лузги применяются бураты, центрофугалы, крупосортировки и рассевы.

Технология муки и крупы

Пшено шлифованное должно иметь желтый цвет, свойственный пшенице, и не затхлый, не плесневелый запах.

Обычно, пшено разваривается за 25 – 30 мин, увеличиваясь при этом в объеме в 4 – 6 раз.

Необходимо отметить, что вещества входящие в состав пшеницы, имеют некоторые особенности. Жир темный, с высоким кислотным числом, относится к нестойким при хранении жирам. Белки не вполне полноценны по аминокислотному составу, почти не содержат триптофана, плохо набухают в холодной воде, не образуют связного теста. Крахмал клейстеризуется сравнительно медленно, при варке сильно набухает и увеличивается в объеме.

4.4 Технология получения круп из овса

Овес (*Avena sativa*). Это одна из самых распространенных культур России. Хотя существуют разнообразные формы овса – озимые, яровые, пленчатые и голозерные, практическое значение имеет только яровой овес, дающий пленчатое зерно.

Для переработки в крупу, толокно, муку наиболее пригодно зерно шведское и шатиловское, имеющее короткие, хорошо выполненные ядра. Зерно остальных форм (длиннопленчатое, игольчатое, лейтевицкое) имеет в основном фуражное назначение.

Основная продукция переработки овса – **крупка овсяная недробленая**, при более глубокой переработке овса получают – **крупку овсяную плющеную, хлопья овсяные: «Экстра», «Геркулес», «Лепестковые» и толокно**.

Овсяная крупа отличается высоким содержанием полноценных белков, жиров и витаминов. Поэтому она является основным компонентом диетического, детского и лечебного питания.

Овсяная крупа, вырабатываемая обычным способом, представляет собой ядро овса, предварительно пропаренное и просушенное, освобожденное от цветковых пленок и покрывающего ядро опушения.

По потребительским свойствам обычная овсяная крупа значительно уступает таким крупам, как пшено, рис, гречка. Она медленно варится (90 мин), мало увеличивается в объеме, дает плотную кашу невысоких вкусовых достоинств. В связи с этим, для повышения потребительских свойств овсяной крупы используют различные способы ее обработки – плющение, резание или длительную пропарку.

Первым этапом переработки овса в крупу является его тщательная очистка. Кроме удаления обычных примесей (посторонних семян, соломы, камней) в процессе очистки также удаляются зерна, непригодные для переработки. К ним относятся сдвоенные зерна, в которых первичная оболочка (цветковая пленка) покрывает два зерна вместе, в этом случае оба зерна плохо развиты.

Крупка овсяная недробленая

Технология муки и крупы

Это продукт, получаемый из овса, прошедшего пропаривание, шелушение и шлифование.

В этом отделении поэтапно осуществляют три основных операции:

1. Очистка зерна от примесей путем однократного пропуска всего зерна через скальператор, через сепаратор, а за тем через камнеотборочную машину.

2. Разделение всей массы зерна в отсевах на крупную и мелкую фракции. Крупная (сход с сит 2,2х20мм) и мелкая (проход сит 2,2х20мм) фракции дополнительно очищаются от коротких примесей на куколеотборниках.

3. Гидротермическая обработка производится отдельно для крупной и мелкой фракций. Пропаривание осуществляется в горизонтальных пропаривателях непрерывного действия при давлении пара 0,1 МПа в течении 5 минут. Затем овес подвергают тепловой обработки в поддонах в течение 1 часа. Овес доводят до температуры примерно 95°С, в результате чего зерно приобретает слегка поджаренный вкус. Высушивание не только влияет на вкус зерна, но и делает лузгу хрупкой, в результате чего она легче удаляется. Сушку осуществляют до влажности 10% при последующем шелушении в поставах и до влажности 14%, если шелушение осуществляется в обоечных машинах с наждачным цилиндром. После сушки зерно пропускают через охлаждающие колонки или пневмоаспираторы.

Для шелушения зерен овса чаще всего используются шелушильные машины ударного действия. Овес подается в центр высокоскоростного ротора, который выбрасывает зерна на резиновую деку, закрепленную внутри корпуса. Благодаря резиновой деке зерна меньше ломаются. Шелушение овса осуществляется пофракционно. Интенсивность шелушения должна обеспечивать количество шелушенных зерен за однократный пропуск зерна не менее 96% для крупной фракции и 85% для мелкой. Технологический процесс шелушения каждой фракции построен по принципиальной схеме с наличием промежуточного отбора ядра и возвратом нешелушенных зерен на специальную сходовую систему шелушения. Функцию сходовых систем выполняют 2-я ш.с. для крупной фракции и 4-я ш.с. для мелкой. Продукты шелушения представляют собой смесь шелушенных и нешелушенных зерен, дробленого ядра, лузги и мучки. Лузга, мучка и дробленое ядро – это конечные продукты технологии и должны быть направлены на контроль, шелушенное зерно – на шлифование, а нешелушенное – на повторное шелушение. На этапе сортирования продукты шелушения пневмосепарируют для отделения лузги. Причем, на основных системах – двукратно, последовательно, а на сходовых системах – однократно. Мучку отбирают проходом сит диаметром 2мм. После отделения лузги и мучки нешелушенное зерно овса дополнительно шелушат на сходовой системе шелушения, а ядро направляют на шлифование.

Шлифование осуществляют в поставах с конусным абразивным ротором, применяется одна или две системы шлифования. При шлифовании ядра овса удаляют волоски, плодовые и семенные оболочки и частично зародыш.

Крупку овсяную недробленую получают проходом через сито 2,5х20мм и сходом с сита диаметром 2мм. Затем контролируют на наличие нешелушенных зерен в контрольных падди-машинах. Контроль мучки и дробленки осуществляют путем однократного пересева на проволочном сите № 08, где

Технология муки и крупы

проходом отбирают мучку, а сходом - дробленку. Контроль лузги осуществляют путем однократного пересевания в расसेве с набором сит диаметром 2 и 3,5мм, затем дважды провеивают, выделенные при этом зерна овса, направляют на шелушение мелкой фракции овса. Содержание в лузге частиц ядра не должно превышать 1,5%.

Крупа овсяная плющенная

Овсяная плющенная крупа незначительно отличается по строению и составу от крупы недробленой, но в результате повторного пропаривания и плющения несколько улучшаются потребительские свойства крупы. Она быстрее разваривается (30 мин) и лучше усваивается.

Крупу овсяную плющеную высшего или первого сорта вырабатывают из недробленой шлифованной овсяной крупы высшего или первого сорта. Это продукт, получаемый в результате плющения овсяной недробленой крупы, предварительно прошедшей пропаривание при давлении пара 0,1 МПа. После кратковременного отвалаживания (10 – 15 мин) крупа плющится до толщины 0,7 – 0,9мм на вальцевом станке с рифлеными валками. Поверхность крупы должна иметь оттиск рифлей с обеих сторон. Количество рифлей на 1см – 6-8, уклон рифлей 3%, окружная скорость валков – 2,5 м/с.

Плющеную крупу просеивают для отделения дробленого ядра проходом сита с диаметром отверстий 2мм. Для удаления легких примесей и охлаждения крупа дважды провеивается в аспирационных колонках и после магнитного контроля направляется в цех готовой продукции.

Технология хлопьев «Геркулес»

Овсяные хлопья существенно отличаются по строению от обычной крупы. Благодаря сильному пропариванию и расплющиванию в тонкие лепестки хлопья варятся в течение 5 – 20 мин. Вместе с тем разрушение клеточных стенок и низкая влажность крупы в результате сушки при сравнительно высоких температурах способствуют быстрому окислению жира, поэтому хлопья быстро прогорают.

Для производства хлопьев «Геркулес» используют овсяную крупу высшего сорта. Высокие требования к качеству хлопьев предусматривают дополнительный контроль овсяной крупы на наличие дробленых ядер. В связи с этим осуществляется двукратное последовательное сепарирование крупы в падди-машинах и однократное – в крупосортировках.

Пропаривание крупы осуществляется в горизонтальных пропаривателях непрерывного действия, при давлении пара 0,05 МПа. Отволаживание в течении 30 минут способствует распределению влаги в глубь эндосперма и повышению пластичности ядра.

Плющение осуществляют на вальцевых станках с гладкими валками с окружной скоростью 2 м/с. Зазор валков должен обеспечивать толщину хлопьев не более 0,5мм. Прочность теплых и влажных хлопьев после вальцевого станка невысока, поэтому операции сушки и охлаждения проводятся в щадящем режиме.

Технология муки и крупы

Сушку осуществляют тонким слоем на ленточных сушилках в течении 3-5 мин, отсасывая влажный воздух аспирационной установкой. Охлаждают хлопья пропуская через аспираторы с холодным воздухом.

Технология хлопьев «Лепестковые»

Для производства хлопьев «лепестковые» используется овсяная крупа высшего сорта. В сравнении с хлопьями «Геркулес» лепестковые хлопья имеют меньшую зольность, поэтому технология предусматривает дополнительную систему шлифования.

Полученную после дополнительного шлифования крупу сортируют на два номера по крупности:

№1 – проход через сито 2,5х20мм и сход с сита 1,8х20мм;

№2 – проход через сито 1,8х20мм и сход с сита № 08.

Полученные фракции крупы интенсивно пневмосепарируют в дуоаспираторах и отдельно обрабатывают по схеме принятой при производстве хлопьев «Геркулес».

Лепестковые хлопья варятся в течение 10 мин, а «Геркулес» - 20 мин.

По аналогичной схеме можно производить хлопья из перловой, пшеничной и кукурузной крупы.

Технология хлопьев «Экстра»

Овсяные хлопья «Экстра» вырабатывают из овса 1-го класса. В зависимости от времени варки хлопья «Экстра» делят на три номера:

- №1 - вырабатывают из целой овсяной крупы;

- №2 - хлопья мелкие из резаной крупы;

- №3 - быстрорастворимые из резаной крупы.

При производстве хлопьев «Экстра» в зерноочистительном отделении используются те же операции что и при производстве крупы овсяной недробленной. А перед шелушением очищенное зерно подвергают разделению на две фракции по крупности в барабанном двухцилиндровом сортировочном устройстве, с отверстиями цилиндрического ситового барабана 2,5х19мм.

Шелушение овса производят, отдельно по фракциям, в центробежных шелушителях. Частота вращения ротора 2000 об/мин, частота вращения отражательного кольца 5 об/мин.

Продукты шелушения каждой фракции провеивают в цилиндрических буратах для выделения лузги. Освобожденное от лузги ядро пофракционно направляют в остеломатель со штампованными отверстиями ситового цилиндра 1,1х16мм, в котором с ядра удаляют волоски и пух. За тем повторно пропускают через бураты для отделения лузги, мучки, волосков и пуха.

При осуществлении операций ГТО происходит пропаривание ядра овса при давлении пара не ниже 0,7 МПа. Температура зерна в пропаривателе составляет 110 - 115°С. После сушки и охлаждения зерна в аспирационных установках крупу направляют в барабанные крупорезки, которые представляют собой вращающийся перфорированный барабан и расположенные снаружи барабана неподвижные ножи. Каждое зерно разрезается на три-четыре равные части.

Технология муки и крупы

Неразрезанные зерна направляют на повторное резание, а разрезанные в рассев для разделения по крупности. Сход средних металлочных сит рассева с отверстиями 0,8x0,8мм, после провеивания в вертикальном бурате, направляют на пропаривание для последующего плющения. Пропаренную крупу подают в плющильные станки, представляющие собой двухвалковые прессы.

Полученные хлопья направляют в сушильный агрегат, в котором высушивание хлопьев осуществляется в псевдооживленном слое при температуре агента 80°С в течение 1,5 - 2-х часов. Затем в сушильный агрегат подается холодный воздух для охлаждения хлопьев. Влажность хлопьев после сушки и охлаждения должна быть не более 12%.

Контроль хлопьев осуществляется в просеивателе для хлопьев, в котором выделяется мучка проходом нижнего пробивного сита с отверстиями диаметром 1,2мм, и комочки слипшихся хлопьев – сходом с верхнего сита с отверстиями диаметром 12мм. Двукратное пропаривание в процессе производства хлопьев «Экстра» дает возможность в процессе приготовления хлопьев избежать варки.

Технология производства толокна

Толокно – это мука крупного помола, вырабатываемая из овсяного ядра по специальной технологии. Используется для производства хлебобулочных изделий, в приготовлении круп повышенной питательной ценности (крупа Спортивная содержит 90% толокна) и в детском питании. Для выработки толокна используют овес выращенный на полях без применения пестицидов, очищенный от сорной примеси и незрелых зерен. Технология в зерноочистительном отделении аналогична технологии при выработке недробленой овсяной крупы.

Очищенный овес замачивают водой нагретой до 35°С, и держат в чанах не менее 2-х часов для доведения его влажности до 30%. Влажный овес обрабатывают в варочных аппаратах в течение 1,5 – 2 часов при давлении пара 0,15 – 0,2 МПа, а затем высушивают до влажности 5 – 6 %.

Шелушение овса производят в шелушительных поставах с окружной скоростью абразивных дисков 19 – 20 м/с.

Продукты шелушения сепарируют в три этапа – вначале на ситовых сепараторах, где проходом через сито с диаметром отверстий 2мм отбирают мучку и дробленое ядро, затем двукратным последовательным пневмосепарированием отделяют лузгу и, наконец, на третьем этапе на падди-машинах разделяют шелушенные и нешелушенные зерна. Нешелушенные повторно шелушат, а шелушенные размалывают на двух последовательных системах вальцевых станков со следующими механико-кинематическими параметрами:

1-я система – число рифлей – 8-10 на 1см, уклон рифлей 6-8%.

2-я система – число рифлей – 10-12 на 1см, уклон рифлей 8-10%.

Окружная скорость валков для обеих систем 3,5м/с, расположение рифлей «острие по острию».

Измельчение ведут на максимальное извлечение муки как в технологии обойной муки. Толокно, полученные на обеих системах измельчения, контролируют на специальной системе в расसेве для придания муке однородности.

Технология муки и крупы

Продукты размола просеивают на проволочном металлотканом сите № 1,2 и шелковых ситах № 27 и 29 или капроновых ситах № 29к и № 32к.

Сход с сита № 1,2 возвращают на вальцовый станок 1-й системы, сход остальных сит на вальцовый станок 2-й системы, проходы – на контрольное просеивание.

Муку (толокно) после просеивания через сита № 29к и № 32к подвергают магнитному контролю и направляют в фасовочный цех.

4.5 Технология производства круп из ячменя

Ячмень (*Hordeum sativum*). Принадлежит к типичным хлебным злакам, характеризуется коротким вегетационным периодом – 70 дней. Зерно ячменя овальное, сравнительно крупное, пленчатое, весит 35 – 40 мг.

Важной особенностью ячменя является способность белков образовывать связную клейковину и высокая (в проросшем ячмене) активность амилолитических ферментов – α - и β амилазы. Поэтому ячмень важнейшая культура для производства солода.

Различное строение колоса сказывается на форме и размере зерна, что определяет класс ячменя. Зерна двурядного ячменя – крупные, правильной овальной формы, многорядного – мелкие, сжатые у основания. Ячмень первого класса предназначен для использования на продовольственные цели, второго класса – для выработки солода в спиртовом производстве и в кормовых целях.

Из ячменя вырабатывается пятиномерная перловая крупа и трехномерная ячневая крупа.

Перловая крупа представляет собой ядро ячменя, полностью освобожденное от цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша. Крупа №1 и 2 должна иметь удлиненную форму с закругленными концами. Крупа № 3,4,5 должна быть шарообразной формы.

Ядро перловой крупы хорошо зашлифованное, белого цвета с темной полоской на месте бороздки (недодир).

Перловая крупа варится в течение 60 – 90 мин в зависимости от крупности, увеличиваясь в объеме в 5 – 6 раз.

Ячневая крупа – это частицы дробленого ядра ячменя различной величины и формы. При производстве ячневой крупы поверхность ядра обрабатывается менее интенсивно, чем при производстве перловой крупы. Цвет крупы белый с желтоватым, иногда зеленоватым оттенками.

Продолжительность варки ячневой крупы 40 – 45 мин, она увеличивается в объеме в 5 раз, имеет вязкую консистенцию, а при остывании становится жесткой.

Производство перловой крупы

При подготовке зерна ячменя к переработке в крупу последовательно осуществляются следующие операции:

Технология муки и крупы

1. Однократный пропуск всего зерна через скальператор для выделения наиболее крупных примесей.
2. Однократный пропуск всего зерна через сепаратор, в котором производят первичную очистку зерна от крупных, мелких и легких примесей.
3. Однократный пропуск всего зерна через камнеотборочную машину.
4. Деление всей массы зерна в отсеиве на две фракции по крупности с целью последующей раздельной очистки крупной фракции (сход с сита с отверстиями 2,4x20 мм) и мелкой фракции (проход через сито 2,4x20 мм).
5. Однократный пропуск крупной фракции зерна через сепаратор второго прохода для дополнительной очистки от крупных примесей и дополнительного выделения мелкой фракции зерна.
6. Однократный пропуск мелкой фракции зерна, полученной после отсеива, через сепаратор третьего прохода, оснащенный ситами с отверстиями 4x20мм и 2,2x20мм. Сходом с сита 2,2x20мм отбирают мелкую фракцию зерна, а проходом – мелкие примеси.
7. Однократный пропуск крупной фракции зерна через овсюгоотборник для выделения овса, овсюга и других примесей, отличающихся от зерна ячменя по длине.
8. Однократный пропуск мелкой фракции зерна, полученной сходом с сита 2,2x20мм, через куколеотборник для выделения куколя, гречишки вьюнковой и других мелких примесей.

Мелкий ячмень, получаемый на сепараторе проходом через сито 2,2x20мм, направляют в бурат для контроля мелкого зерна, где проходом через сито с отверстиями диаметром 1,6 мм из мелкого зерна извлекают отходы 3-й категории.

В целях повышения выхода крупы перед шелушением ячмень подвергают пропариванию в пропаривателях «Неруша» в течение 3-х минут при давлении пара 0,2 МПа или 2 атм., с последующим высушиванием до влажности 15%.

Шелушение ячменя осуществляется в результате четырехкратного последовательного пропуска через шелушительные машины. Для основного шелушения на первых двух системах используют обочные машины с абразивным цилиндром. На 3-й и 4-й системах используют дисковые шелушители с фрикционно-терочным методом воздействия. После каждого пропуска через шелушители продукты шелушения пневмосепарируют для отделения лузги.

Цветковая пленка ячменя прочно соединена с ядром и глубоко заходит в бороздку, поэтому технология шелушения строится по конвейерному принципу с интенсивным ударно-истирающим воздействием. Полученный в результате этого продукт называется **пенсак**. Это дробленые зерна ячменя с обработанной в разной степени поверхностью.

Количество нешелушенных зерен в пенсаке не должно превышать 5%, а дробленных не более 50%.

Контроль лузги осуществляется на металлотканом сите № 1 или пробивном сите с диаметром отверстий 1мм, проходом которого отбирают мучку.

Современная технология отдает предпочтение выработки перловой крупы крупных номеров. Поэтому пенсак без дробления шлифуют последовательно на

Технология муки и крупы

трех шлифовальных системах и четырех полировальных с промежуточным провеиванием после 2-й шлифовальной и 2-й полировальной системы и просеиванием после 3-й шлифовальной системы.

Сортирование полученной перловой крупы по крупности производят на пять номеров с использованием следующих сит:

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм	
	Проход	Сход
№1	4,0	3,0
№2	3,0	2,5
№3	2,5	2,0
№4	2,0	1,5
№5	1,5	№056

Крупы каждого номера провеивают и после магнитного контроля направляют в закрома.

Контроль мучки, включая аспирационные отходы, производят на ситах с диаметром отверстий 2,5мм и на сите №1. Сход с сита 2,5мм направляют на 3-ю систему шлифования, сход с сита №1 – на 2-ю систему полирования. Полученную проходом через сито №1 мучку после магнитного контроля направляют в закрома.

Производство ячневой крупы

Процесс очистки ячменя от примесей и его шелушение при производстве ячневой крупы аналогичен схеме выработки перловой крупы. После основного шелушения пенсак подвергается шлифованию на одной или двух системах. (При производстве перловой крупы на трех системах).

Затем зерно дробят на четырех последовательных системах с использованием вальцовых станков с мельничной нарезкой рифлей валков (по образующей цилиндра с небольшим уклоном).

Построение процесса измельчения (дробления) напоминает драной процесс в технологии муки, когда продукт меньшей крупности извлекают из процесса, а большей – дробят на последующих системах.

После каждой вальцовой системы продукт сортируют на отсевах и группируют по крупности. Крупные сходовые продукты первых трех систем (получаемые сходами с сит № 2,5 и № 2,8) после провеивания в аспираторах направляют последовательно с одной системы дробления на другую.

Продукты средней крупности (получаемые сходами с сит с отверстиями диаметром 1,8мм и 1,5мм) подвергают провеиванию и последующему шлифованию.

Мелкие продукты (проходы через сита 1,8мм и 1,5мм), представляющие собой смесь ячневой крупы различных номеров, после провеивания сортируют по крупности в отсевах.

Мучку, отбираемую проходом сита №08, направляют на контроль.

Технология муки и крупы

Сортирование ячневой крупы по крупности производят на три номера с использованием следующих сит:

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм	
	Проход	Сход
№1	2,5	2,0
№2	2,0	1,5
№3	1,5	№056

Крупы каждого номера провеивают и после магнитного контроля направляют в цех готовой продукции.

Контроль мучки, включая аспирационные относы, производят на ситах № 056. Содержание частиц ядра в мучке не должно превышать 5%.

Цвет, вкус и запах перловой и ячневой крупы должны соответствовать ГОСТу 5784 – 60.

4.6 Технология производства пшеничных круп

Пшеница (*Triticum*). Наиболее важная продовольственная культура, значение которой в народном хозяйстве обусловлено некоторыми ее особенностями. Зерно пшеницы отличается наибольшим содержанием эндосперма – 80 – 85% массы зерна. Благоприятными являются также белковый, углеводный и ферментативный комплексы пшеницы. Из пшеницы вырабатывают: **пшеничную шлифованную крупу «Полтавская» и «Артек», а также манную крупу.** Крупы «Полтавскую» и «Артек» вырабатывают из твердой пшеницы 2-го типа или высокостекловидной мягкой пшеницы. По крупности «Полтавскую» крупу делят на 4 номера:

№1 – зерно пшеницы, освобожденное от плодовых и семенных оболочек, зародыша, частично или полностью от алейронового слоя, зашлифованное, удлиненной формы с закругленными концами.

№2 – частицы дробленого зерна пшеницы, освобожденные от оболочек и зародыша, овальной формы с закругленными концами.

№3 и №4 – зашлифованные частицы дробленого зерна, освобожденные от оболочек и зародыша, округлой формы.

Крупа «Артек» - зашлифованные частицы мелкодробленого зерна, полностью освобожденные от оболочек и зародыша, частично от алейронового слоя. Пшеничная крупа содержит 80% крахмала и около 15% белка. Продолжительность варки в зависимости от крупности составляет 15 – 60 мин. Каша вязкая или рассыпчатая, в объеме увеличивается в 4 – 5 раз.

Технология производства крупы пшеничной

Технология муки и крупы

Подготовка зерна пшеницы в крупу включает удаление из зерна примесей, гидротермическую обработку холодным способом, а также шелушение и контроль отходов.

На начальном этапе из зерна удаляют грубые примеси с помощью скальператора с размером отверстий сита 12×12.

Основное сепарирование осуществляется на трех сепараторных системах, камнеотборнике и триере. После первого сепараторного прохода и выделения минеральных примесей на камнеотборнике, зерно разделяют в отсеиве на две фракции – крупную (сход сита 2,4×20) и мелкую (сход 1,7×20).

Далее каждую фракцию зерна сепарируют отдельно – крупную на второй, а мелкую на третьей сепараторных системах. После сепарирования крупное зерно направляют на овсюгоотборники для выделения длинных примесей, а мелкое – на куколеотборники для выделения коротких примесей.

Контролю подвергают мелкие примеси, полученные проходом сит 1,7×20, для этого используют призматические бураты с ситом Ø 1,6 мм. Проход бурата направляют в отходы III категории. Сход сита бурата направляют в отходы I-II категорий.

Гидротермическую обработку, которая состоит из одноэтапного увлажнения и отволаживания, осуществляют водой температурой 30 – 35 °С. Продолжительность отволаживания в пределах от 1 до 2 часов, что обеспечит оптимальные условия шелушения, которое осуществляется на двух последовательных системах с использованием обоечных машин с наждачным цилиндром. После каждого прохода смесь шелушенных, целых и дробленых зерен пневмосепарируют. Отходы пневмосепараторов (дуаспираторов) направляют на контроль отходов I-II категорий, а основное зерно – на первую шлифовальную систему.

Обработка поверхности зерна в шелушильном отделении осуществляется на трех последовательных системах шлифования и трех последовательных системах полирования. При этом для получения крупы хорошего качества и низкой зольности необходимо полностью удалить остатки оболочек и зародыша. Крупа крупных номеров приобретает овальную форму, мелких – шарообразную.

Для шлифования и полирования используют машины с фрикционно-терочным методом воздействия (дисковые шелушильно-шлифовальные машины типа ЗШН). Параметры 1-ой шлифовальной системы – окружная скорость 16 м/с, уклон бичей 10%, зазор между абразивом и барабаном 20мм.

Значения параметров последующих систем уменьшаются, что позволяет сократить количество битых зерен.

После вторых систем шлифования и полирования продукты пневмосепарируют для отделения мучки, а после третьих – сортируют в отсеивах. Причем, после третьей полировальной системы сортирование осуществляется как предварительное фракционирование крупы. При этом выделяется мучка и крупа делится на три фракции по крупности:

- крупная (сход с сита Ø 2,5 мм) – направляется на 1 сортиров. систему;
- средняя (проход Ø2,5 мм и сход Ø2,0 мм) – направляется на 4-ю с.с.;
- мелкая (проход Ø2,0 мм и сход Ø063) – направляют на 5-ю с.с.

Технология муки и крупы

Сортирование и калибрование готовой крупы осуществляется в отсевах на 6-ти сортировочных системах. Готовую крупу отдельно по номерам пневмосепарируют для выделения остатков мучки и после контроля в магнитных сепараторах направляют в отделение готовой продукции.

При производстве крупы «Артек» после шлифования осуществляется дробление крупных фракций ядра на вальцовых станках с кольцевой нарезкой быстровращающегося вала и по образующей цилиндра – медленно вращающегося.

Технология производства манной крупы

Манная крупа относится к важнейшим продуктам питания, в частности детского и диетического. Она обладает хорошими потребительскими свойствами, высокой пищевой ценностью, питательностью и усвояемостью.

Манная крупа представляет собой частицы чистого эндосперма зерна пшеницы в виде крупок определенного размера. Организовать производство манной крупы можно на заводе сортового помола пшеницы при наличии в технологическом процессе ситовеечных машин. Вырабатывают манную крупу трех марок:

- марка «М» - из мягкой пшеницы;
- марка «ТМ» - из смеси мягкой и 20-ти % твердой пшеницы;
- марка «Т» - из твердой пшеницы.

Цвет манной крупы определяется видом сырья. Так, в манной крупе марки «М» преобладают непрозрачные мучнистые ровные крупки белого цвета. В марке «ТМ» преобладает крупка белого цвета с наличием полупрозрачной ребристой крупки кремового или желтого цвета. В манной крупе марки «Т» преобладает ребристая крупка кремового или желтого цвета. Зольность манной крупы увеличивается при переработке твердой пшеницы в сравнении с мягкой.

Манную крупу можно получить из любого промежуточного по крупности продукта высокого качества, кроме дунстов. По классической технологии манную крупу получают из крупных крупок второй драной системы. Режим измельчения позволяет отбирать на второй драной системе 12 – 17% крупной крупки. При использовании двухъярусных ситовеек крупки последовательно обогащаются, что позволяет отобрать первым проходом фракцию крупки с большим содержанием мучнистых частиц, вторым проходом фракцию манной крупы и третьим проходом – сродки оболочек и эндосперма.

Манную крупу отбирают в счет муки наиболее высокого сорта и в количестве не более 2% от массы перерабатываемого зерна. Крупу получают проходом крупочного сита № 90 – 110.

Крупа марки «М» содержит минимальное количество клетчатки и золы, и очень богата крахмалом. Увеличение в объеме при варке крупы этой марки наибольшее (в 6 – 8 раз), время варки – 5 – 8 мин.

Крупа марки «Т» варится дольше (10 – 15 мин), меньше увеличивается в объеме, сохраняет крупитчатую структуру, но отличается более полным вкусом и высокой пищевой ценностью.

Технология муки и крупы

Крупа марки «ТМ» занимает промежуточное положение и в силу своей неоднородности обладает более низкими достоинствами.

4.7 Технология производства гороховой крупы

Горох (*Pisum sativum*). Плод гороха – стручок (боб) – содержит до восьми семян. При созревании бобы растрескиваются и сварки (створки стручка) скручиваются. Горох, единственный представитель бобовых, который используется для производства крупы. Все сорта гороха делят на две группы: луцильные и сахарные. У луцильных сортов под кожурой створок имеется прочный пергаментный слой, поэтому в целом виде он для пищевых целей не предназначен. Крупу из гороха производят двух видов – **горох целый шелушенный и горох колотый шлифованный**.

Луцильные сорта гороха делят на два типа: I тип – продовольственный горох белого, желтого или зеленого цвета; II тип – кормовой горох с различной окраской семени (от темно-зеленого до темно-коричневого).

Сахарные (мозговые) сорта гороха не имеют пергаментного слоя и используются для производства крупы и для консервирования лущенного гороха и гороха в стручках.

Разные сорта продовольственного гороха имеют неодинаковую развариваемость – от 50 до 100 минут.

Семядоли гороха представляют собой зародыш. Поэтому в технологии крупы от него удаляют только оболочки.

Горох целый шелушенный – это целые семена I-го типа с неразделенными семядолями, освобожденные от семенных оболочек, шлифованные и полированные.

Горох колотый шлифованный представляет собой шелушенные и полированные семена с разделенными семядолями.

Пищевая ценность гороха очень высока благодаря большому содержанию полноценных по аминокислотному составу белков (26%), минеральных веществ и витаминов. Содержание углеводов в горохе составляет 55%, и представлены они в основном крахмалом с высоким содержанием сахара.

Горох долго варится (60 – 90 мин), незначительно увеличивается в объеме (в 2 раза), образуя вязкую пюреобразную массу. В основном горох используется для заправки супов.

Очистка гороха от примесей осуществляется на двух последовательных сепараторных проходах. Примеси, отбираемые проходом сита Ø 5 мм, содержат мелкий горох и дробленые частицы, дорабатывают на контрольной системе с ситами Ø 2 – 2,5 мм. Размер отверстий сит сепарирующих машин необходимо корректировать в зависимости от крупности поступающего гороха.

Скорость витания гороха около 16 м/с, что значительно больше, чем у зерна других культур и сорняков. Поэтому при соответствующей скорости воздушного потока в пневмосепарирующих каналах возможно удаление значительного количества примесей.

Технология муки и крупы

После выделения примесей горох обрабатывают влагой и теплом в процессе гидротермической обработки. Очищенный горох пропаривают при давлении пара 0,10 – 0,15 МПа в течение 2 – 3 минут. Допускается вместо пропаривания увлажнение горячей водой. Время отволаживания: после пропаривания – 15 минут, а после увлажнения – 30 минут.

В процессе тепловой сушки температура нагрева гороха не должна превышать 60 °С, а влажность гороха – 15%. Повышенная влажность гороха приводит к раскалыванию на семядоли, а пониженная – к увеличению выхода дробленного ядра при шелушении и шлифовании.

На этом этапе горох сортируют на две фракции по крупности: крупную – сходом сита Ø 7 мм, и мелкую – проходом сита Ø 6 мм.

Шелушение и шлифование проводят отдельно для крупной и мелкой фракций на двух последовательных системах с использованием шелушительно-шлифовальных машин с абразивными дисками и вертикальной осью вращения.

После шелушения получают смесь, состоящую из шелушенного и нешелушенного гороха, семядолей, сечки, мучки и лузги. Поэтому такую смесь подвергают ситовому сепарированию с выделением следующих фракций:

1 – сход сита 4×20 мм представляет собой целый горох шелушенный и нешелушенный с крупной лузгой. Этот продукт после пневмосепарирования на дуаспираторах направляют на повторное шелушение.

2 – проход сита 4×20 мм, и сход сита Ø 3 мм состоит из разделенных семядолей и крупных частей ядра гороха, направляют на систему шлифования колотого гороха.

3 – проход сита Ø 3 мм, и сход сита Ø 1,5 мм представляет собой части дробленного ядра вместе с мелкой лузгой и мучкой, после пневмосепарирования направляется в отходы I – II категорий.

4 – проход сита Ø 1,5 мм направляют в кормовую мучку и сечку.

Аналогично сортируют продукты шелушения мелкой фракции. Различие состоит в том, что первую группу сит в расसेве принимают 3×20 мм.

Целое ядро гороха (сходы сит 4×20 мм крупной фракции и 3×20 мм мелкой фракции) после пневмосепарирования лузги полируют на щеточных машинах.

Колотый горох имеет острые края, что требует дополнительную обработку поверхности на системе шлифования. В результате частицы округляются, частицы округляются, приобретают гладкую поверхность, что придает крупе более высокий товарный вид.

Системы полирования целого и колотого гороха предназначены для удаления следов абразивного воздействия систем шелушения и шлифования. Для этого используют зерновые щеточные машины со щетками из мягкого материала. Полированную крупу дважды пневмосепарируют на дуаспираторах для выделения мучки и направляют в отделение готовой продукции.

4.8 Технология производства крупы из кукурузы

Кукуруза (*Za mays*). Это высокоценная культура является самой урожайной, принадлежит к просовидным хлебным злакам, но имеет особенности

Технология муки и крупы

в строении стебля и соцветий. Она отличается сильно развитым стеблем, достигающим в высоту 2 метра и более. Соцветия раздельнополые: мужские образуют метелку на вершине стебля, женские – плодоносящие в виде початка с зерном. Зерно кукурузы разнообразно по форме, размеру, консистенции и окраске. Оно может быть:

- крупное, с вдавленной вершиной, полустекловидное (зубовидное);
- среднее, с выпуклой вершиной, почти стекловидное (кремнистое);
- среднее, овальной формы, мучнистое (крахмалистое);
- мелкое, овальное или заостренное, стекловидное (лопающееся).

По окраске чаще всего встречается кукуруза желтая, содержащая в эндосперме желтые пигменты, и белая.

На долю эндосперма приходится в среднем 72% массы зерна кукурузы. Он содержит 80% крахмала, 9% белка, 5% сахара. Зародыш кукурузы содержит 35% жира, и отличается от других злаков тем, что содержит крахмал (5% от массы зародыша). А также значительное количество витамина Е.

Кукурузную крупу вырабатывают из лопающейся, а также белой и желтой кремнистой и зубовидной кукурузы. Процесс производства кукурузной крупы существенно отличается от производства других круп. Кукурузную дробленую крупу получают на мельничном оборудовании по схеме, напоминающей переработку кукурузы в муку. Значительную ее часть составляют отобранные крупки при размоле кукурузы.

Ассортимент кукурузной крупы включает в себя:

- крупу шлифованную пятиномерную;
- крупу крупную для производства хлопьев;
- крупу мелкую для производства палочек.

Крупа кукурузная шлифованная – это дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, зашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша.

Крупа кукурузная крупная для хлопьев – это дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, незашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша.

Крупа кукурузная мелкая для палочек – это мелкие дробленные частицы ядра кукурузы различной формы, незашлифованные, без плодовых оболочек и зародыша. Из этого следует, что кукурузные крупы отличаются крупностью частиц, а также степенью обработки поверхности этих частиц.

При производстве кукурузной крупы в технологии предусматривается отбор кукурузной муки трех видов: тонкого, крупного помолов и обойной.

Кукурузный зародыш является сырьем для производства кукурузного масла, поэтому технология производства крупы предусматривает операцию извлечения зародыша как одну из основных. Зародыш кукурузы составляет 8 – 14% массы зерна, глубоко вклинивается в эндосперм, что делает необходимой операцию дробления с использованием специального оборудования. Попадание частиц зародыша, богатого жиром, в крупу ухудшает качество и снижает сроки хранения.

На количество и качество крупы оказывает влияние также соотношение мучнистой и стекловидной части в зерне.

Операцию очистки кукурузы осуществляют путем однократного пропуска через скальператор и двукратного пропуска через ситовоздушные сепараторы.

Технология муки и крупы

Наибольшую трудность при очистке кукурузы представляет отделение испорченных, изъеденных и недоразвитых зерен самой кукурузы. Для этого в сепараторах принимают размер отверстий подсевного сита 5 – 5,5 мм, что позволяет выделить большинство примесей в проходе сит. Основное зерно пропускают через камнеотборочную машину.

Гидротермическая обработка зерна кукурузы предназначена для пластификации зародыша, что делает возможным его отделение от зерна без излишнего дробления. Рекомендуются следующие режимы ГТО:

- в технологии пятиномерной крупы кукурузу увлажняют до 15 – 16% водой с температурой 40 °С или пропаривают при давлении пара 0,1 МПа в течение 5 минут, затем зерно отволаживают в течение 2 – 3 часов;

- при производстве крупной и мелкой крупы рекомендуется увлажнять зерно до 22% водой с температурой 35°С с последующим отволаживанием в течение 2 ч.

Дробление зерна кукурузы и отбор зародыша осуществляют в двухроторных дробилках или в барабанных измельчителях – дежерминаторах. И в том, и в другом случае осуществляется крупное дробление, сопровождающееся отделением от крупы оболочек и зародыша. Выделение зародыша осуществляется по сложной схеме. На первом этапе продукты дробления сортируют на однородные фракции по крупности с использованием ситового сепарирования. При двукратном последовательном сепарировании выделяют пять фракций продуктов. Самую крупную фракцию (сход с сита Ø 6 мм) дополнительно дробят, а самую мелкую, (проход металлотканого сита № 1,4) – направляют на контроль мучки. Промежуточные фракции после пневмосепарирования обрабатывают на пневмосортировальных столах для выделения зародыша. Подбирая индивидуально удельную нагрузку, интенсивность воздушного режима и положение перфорированной деки, на пневмосортировальных столах происходит разделение продуктов дробления по совокупности признаков – плотности, упругости, шероховатости, коэффициенту трения и скорости витания.

Дробленные части кукурузы после выделения зародыша могут шлифоваться в пятиномерную крупу, дробиться для получения мелкой крупы для палочек, а крупная фракция выделяется как крупа для производства хлопьев.

Шлифование и контроль пятиномерной крупы из кукурузы производят путем четырехкратного последовательного пропуска через машины с фрикционно-терочным методом обработки поверхности крупы. После каждой системы шлифования продукты пневмосепарируют на специальных системах, а выделенную мучку объединяют с мукой, полученной непосредственно в шлифовальных машинах.

Крупа после четвертой системы шлифования должна быть освобождена от плодовых оболочек и зародыша, ее частицы должны иметь хорошо зашлифованные и закругленные грани. Каждый номер крупы характеризуется проходом и сходом двух смежных сит.

Номер крупы	Диаметр отверстий сит, мм
-------------	---------------------------

Технология муки и крупы

	Проход	Сход
№1	4,0	3,0
№2	3,0	2,5
№3	2,5	2,0
№4	2,0	1,5
№5	1,5	№063

Выравненность крупы каждого номера должна быть не ниже 75%. Поэтому сортирование крупы осуществляется в два этапа.

Крупную крупу для хлопьев получают из крупной фракции дробленой кукурузы (проход сита \varnothing 6 мм и сход сита \varnothing 4,5 мм). При этом крупу дополнительно просеивают на сите \varnothing 5мм, сход этого сита представляет собой крупу крупную для производства хлопьев. При пересеве крупы выделяют муку (проход сита № 067). Основной продукт – крупу, обогащают на ситовойке для удаления зародыша. Сита в ситовойке подбирают с учетом крупности обогащаемого продукта.

Крупу подвергают длительному пропариванию, а затем плющат.

Кукурузные хлопья являются готовым продуктом, не требуют варки. А при производстве кукурузных хлопьев – корнфлекс, крупу проваривают в сладком солодовом сиропе, расплющивают в виде тонких лепестков и обжаривают. Корнфлекс можно употреблять с холодным молоком.

Крупу мелкую для палочек получают проходом с сита \varnothing 5 мм, затем дополнительно дробят на четырех последовательных системах вальцевых станков. Механико-кинематические параметры мелющих валков, а также режимы измельчения должны обеспечить получение максимального количества крупинок с технологическим размером 1,2 мм или 0,67 мм, что соответствует размеру мелкой крупы для палочек. Продукты измельчения каждой системы пересеивают с выделением трех потоков:

- 1- сход с сита № 1,2 (направляют на повторное дробление);
- 2- проход сита № 1,2 и сход сита № 09 (направляют на пересев крупы);
- 3- проход сита № 09 первой системы (направляют на контроль мучки) и проход сита № 067 последующих систем (направляют на контроль муки).

При обогащении крупы удаляют остатки зародыша и оболочек, а чистая крупа после контроля на наличие металломагнитных примесей направляется в отделение готовой продукции.

В настоящее время широкое применение имеют снэки из кукурузы. Самым распространенным кукурузным снэком является попкорн – это взорванные при температуре 177°С зерна лопающейся кукурузы, увеличенные в объеме до 30 раз.

Также из белой кукурузы готовят хрустящие кукурузные орешки – это поджаренные в сладком сиропе или подсоленные после длительного кондиционирования, зерна кукурузы.

Все большее распространение находит технология получения кукурузной массы, которая заключается в удалении шелухи (оболочек) с помощью гидроксида

Технология муки и крупы

кальция и мокром помеле чистого эндосперма кукурузы. Из массы готовят кукурузные лепешки и кукурузные чипсы.

Заключение

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе при подготовке студентов по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» дневной и заочной форм обучения, а также при подготовке дипломированных специалистов, изучающих переработку и хранение зерна.

Изложенные в пособии основные нормативы и приемы по производству муки и крупы будут способствовать эффективному использованию зерна, увеличению выработки муки и крупы высоких сортов, улучшению качества продукции, рациональной эксплуатации технологического оборудования, а также дальнейшему повышению производительности труда, рентабельности предприятий переработки зерна и снижению себестоимости продукции

Нормативы и приемы, предлагаемые в пособии, разработаны на основе изучения опыта промышленности, а также последних достижений науки и техники в области переработки зерна крупяных культур.

Изучение предлагаемого курса позволит студентам знать схему всего процесса производства муки и крупы, правила ведения технологического процесса на мукомольном заводе и крупяном предприятии, правила эксплуатации машин, требования, предъявляемые к качеству зерна, готовой продукции, отходам.

Таким образом, пособие позволит студенту построить технологический процесс, по схеме, предусматривающей наиболее эффективное использование сырья и оборудования; правильно установить режим отдельных машин с учетом технологических особенностей перерабатываемого сырья; систематический контроль технологического процесса и качества продукции.

В пособии даны принципиальные схемы технологических процессов переработки зерна в муку и крупу, которые могут быть положены в основу разработки конкретных технологических схем на мукомольных предприятиях.

Методические указания для выполнения практических работ



Введение

Технология является основой производства. И поэтому грамотное управление производством на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Мукомольное производство первым среди других производств приобрело действительно инженерное оформление, т. к. измельчение зерна и сортирование полученных при этом продуктов, для выделения в конечном счете муки, требовало применения сложной техники. Высокая энергонасыщенность мельниц определила преимущественное применение всех новых энергоносителей именно на мукомольных предприятиях. Само понятие - мельница - во всем мире зачастую используется как определение самых различных производств.

Технология муки находится в постоянном развитии, разрабатываются и внедряются в производство новые технологические операции, новые машины и аппараты. Для оценки эффективности их применения нужен специалист, владеющий современными методами технологии. В особенности возрастает роль инженера-технолога в настоящее время, в связи с переходом хозяйства на рыночные отношения. В этих условиях потребуются не только обеспечить высокую эффективность процессов, но и достичь преимущества в конкурентной борьбе с другими производителями аналогичной продукции

Крупяная промышленность развивается на базе нового высокоэффективного оборудования и новых технологических приемов. Возрастает потребность населения в расширенном ассортименте крупяной продукции, в частности, необходимо увеличить производство хлопьев, в том числе быстрорастворивающихся. Все эти задачи должны решаться совместными усилиями технологов, машиностроителей, научных работников и практиков.

Крупяные заводы строят в основном в местах возделывания крупяных культур. Нормы потребления крупы по отношению к потреблению всех зерновых продуктов составляют около 12 %, поэтому заводы обеспечивают продукцией большие районы, куда приходится вывозить крупу.

Производительность крупяных заводов, степень использования зерна и качество готовой продукции определяются свойствами зерновки, уровнем технологического процесса, состоянием технологического оборудования. Технология представляет собой совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции.

РАБОТА 1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В МУКУ

Цель работы: Изучить основы переработки зерна в муку.

Общие сведения

Для получения кондиционной муки необходима тщательная подготовка зерна. Она включает следующие операции: формирование помольных партий, очистку зерна от примесей, очистку поверхности зерна сухим или влажным способами, гидротермическую обработку (ГТО) зерна.

Подготовленное к помолу зерно по качеству должно отвечать требованиям стандартов.

После подготовки зерно поступает на измельчение. Различают два вида измельчения: простое, при котором все составляющие твердое, тело части разрушается равномерно для получения однородной смеси, и избирательное, при котором твердые тела неоднородные по составу, разрушаются для извлечения определенных частиц. В этом случае процесс происходит многократно, с тем, чтобы достигнуть более полного извлечения требуемых частиц.

Простое измельчение применяют при производстве обойной муки, а при сложных помолах для получения сортовой муки высокого качества – избирательное.

Измельчение зерна пшеницы при сложных сортовых помолах подразделяют на следующие процессы: драной, ситовеечный, шлифовочный и размольный. Эти процессы имеют определенное назначение и взаимосвязь в последовательном измельчении зерновых продуктов.

Практическое задание

1. Пользуясь стандартами, выпишите требования, предъявляемые к зерну пшеницы, направляемой в зерноочистительное отделение мельницы (ГОСТ 9353-90) и укажите нормы качества зерна, направляемого на размол (ГОСТ 26574-85).

Заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Нормы качества пшеницы, направляемой в зерноочистительное отделение мельницы и на размол

Показатели качества, не более	Нормы качества пшеницы, направляемой	
	в зерноочистительное отделение	на размол

Технология муки и крупы

2. Укажите последовательность операций технологического процесса подготовки зерна к помолу.

Таблица 1.2 - Операции подготовки зерна к помолу

Операции	Машины и оборудование	
	Сортовые помолы пшеницы	Сортовые помолы ржи

3. По учебнику и лекциям начертите схему классификации помолов пшеницы и ржи.

4. Укажите машины, используемые для измельчения зерна.

Заполните таблицу 1.3.

Таблица 1.3 - Машины для измельчения зерна при помоле

Название машины, марка	Вид воздействия рабочих органов на измельчаемый продукт	Назначение машины	Схема машины

5. Дайте общую характеристику вальцовых станков: кинематические и геометрические параметры, длина вальцовой линии, удельная нагрузка.

6. Приведите технологические схемы рассевов. Заполните таблицу 1.4.

Таблица 1.4 - Технологическая схема рассева _____(марка)

Упрощенное изображение схемы	Характеристика продуктов сортирования	Назначение схемы

7. Дайте общую характеристику ситовечных машин.

8. Укажите виды помолов зерна в муку, основной ассортимент и выход вырабатываемой при этом продукции. Заполните таблицу 1.5.

Таблица 1.5 - Виды помолов зерна, ассортимент и выход муки

Вид помола	Ассортимент	Выход (%)

Технология муки и крупы

9. Опишите назначение отдельных процессов сложного повторительного помола пшеницы:

1. драной
2. шлифовочный
3. ситовечный

10. Дайте краткое описание технологических схем помолов зерна пшеницы и ржи в хлебопекарную муку. Заполните таблицы 1.6 и 1.7.

Таблица 1.6 - Помолы зерна пшеницы

Обойный	Трехсортный-78%-ый	Односортный-85%-ый

Таблица 1.7 - Помолы зерна ржи

Обойный	87%-ый помол в муку обдирную	63%-ый помол в муку сеяную

11. Выпишите из ГОСТ 25574-85 основные показатели качества пшеничной муки. Заполните таблицу 1.8.

Таблица 1.8 - Показатели и нормы качества для сортов пшеничной муки

Наименование показателя	Характеристика и нормы для сортов муки			
	высшего	первого	второго	обойный

Контрольные вопросы

1. Какие существуют этапы подготовки зерна к помолу? Какие машины и в какой последовательности устанавливают на каждом этапе?
2. Какие задачи ставят перед измельчением зерна при переработке его в сортовую муку?
3. Как влияют кинематические и геометрические параметры вальцовых станков на эффективность процесса измельчения?
4. В чем заключается назначение процесса просеивания? Какие фракции продуктов получают в отсевах?
5. В чем сущность процесса обогащения?

Технология муки и крупы

6. Укажите особенности технологических схем сортовых и обойных помолов зерна, приведите их краткую характеристику.

Оборудование и материалы: таблицы, схемы, плакаты.

РАБОТА 2. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ ЗЕРНА

Цель работы: Изучить методику расчета состава двухкомпонентных и трехкомпонентных помольных партий.

Общие сведения

На мукомольные заводы поступают партии зерна из разных районов произрастания, различных типов и сортов, качество и технологические свойства которых (зольность, влажность, стекловидность, содержание клейковины и др.) значительно колеблются.

Раздельная переработка каждой партии пшеницы привела бы к выработке муки с различным качеством, что не позволило бы обеспечить устойчивую работу предприятия и выпускать однородную по качеству продукцию. Для обеспечения стабильной работы мукомольного завода, увеличения выработки муки высоких сортов, улучшения ее качества и правильного использования имеющегося на предприятии зерна, смешивая зерно, составляют помольную партию.

При смешивании партий зерна такие показатели, как стекловидность, содержание клейковины и зольность подчиняются закону аддитивности, то есть могут быть определены посредством расчета средневзвешенных величин. Другие показатели, определяющие хлебопекарные свойства, могут быть неаддитивными. Так, практический объемный выход хлеба из смеси муки, включающей 50% сильной и 50% слабой пшеницы, превышает расчетный средневзвешенный более чем на 20%. В таких случаях проводится серия пробных выпечек, и на этом основании определяется оптимальное соотношение компонентов.

При составлении смеси разных сортов пшеницы следует не только соблюдать определенные технологические требования, но и проводить необходимые организационные мероприятия.

Можно определить пять этапов процесса смешивания зерна:

1. размещение зерна в зернохранилищах по определенным признакам;
2. формирование на элеваторах и в складах первичных исходных партий как компонентов смеси с одновременным отбором мелкой фракции;
3. составление на зерноперерабатывающем предприятии рецептуры смеси по мукомольным и хлебопекарным свойствам;
4. раздельная подготовка в зерноочистительных отделениях компонентов смеси;
5. смешивание предварительно подготовленных партий зерна перед поступлением смеси в размольное отделение.

План размещения зерна в зернохранилищах зерноперерабатывающего предприятия должен предусматривать раздельное его хранение:

- по зонам возделывания, а в пределах зон – по типам;
- по влажности – при разности значений 1% и более;
- по стекловидности – менее 40%, от 40% до 60% и более 60%;
- по зольности – менее 1,97% и более 1,97%;

Технология муки и крупы

- по содержанию клейковины – свыше 25%, от 20 до 25%, ниже 20%;
- по натуре – свыше 750 г/л, от 690 до 750 г/л, менее 690 г/л;
- зерно пониженного качества (поврежденные клопом-черепашкой, с запахом полыни и т.д.), поступающего по особым распоряжениям.

В процессе формирования помольной партии можно смешивать различное по влажности зерно, если расхождение не превышает 1,5%. Высокозольное зерно смешивают с низкосольным так, чтобы получить смесь зольностью не выше 1,97%. Зерно различной стекловидности смешивают из расчета получения средней стекловидности помольной партии 50-60%. Среднее содержание клейковины в зерне должно быть не менее 25%, качество не ниже 11 группы. Содержание сорной примеси не должно превышать 2%, зерновой – 5%, в том числе проросших зерен – 3%.

Лучший эффект смешивания получается, когда партии зерна с различными технологическими свойствами подготавливают в зерноочистительном отделении мукомольного завода отдельно. Для этого на крупяных заводах организуют два-три потока зерна и для каждого потока устанавливают оптимальный режим. На предприятиях с небольшой суточной производительностью может быть рекомендована последовательная подготовка различных партий.

Смешивание зерна производится после гидротермической обработки.

Методы составления помольных партий

1. Составление помольных партий методом обратных связей.

Метод основан на том, что количество зерна каждого компонента смеси должно быть обратно пропорционально разнице рассматриваемого показателя в данном компоненте и рассчитываемой смеси.

Пример 1.

Сформировать двухкомпонентную партию зерна в 500т со средневзвешенной стекловидностью 65% из зерна IV типа со стекловидностью 80% и I типа со стекловидностью 40%.

Таблица 2.1 - Расчет помольной партии

Элементы расчета	Составные части		Требуемая смесь
	Первая (IV тип)	Вторая (I тип)	
Стекловидность, %	80	40	65
Отклонение от стекловидности заданной партии, %	80-65=15	65-40=25	-
Расчетное (обратно пропорциональное) соотношение составных частей пшеницы в партии	25	15	-
Сумма частей помольных партий	25+15=40		

Технология муки и крупы

Из таблицы следует, что вся помольная партия зерна массой 500т будет состоять из 40 частей. Можно определить, сколько тонн будет приходиться на одну часть:

$$500_{т} : 40 = 12,5т.$$

Тогда на 25 частей первой составной части смеси по стекловидности 80% приходится $12,5 \cdot 25 = 312,5т$, а на 15 частей второй составной части смеси по стекловидности 40% приходится $12,5 \cdot 15 = 187,5т$.

Проверка полученных результатов проводится путем расчета средневзвешенной стекловидности ($C_{св}$)

$$C_{св} = \frac{312,5 \cdot 80 + 187,5 \cdot 40}{312,5 + 187,5} = 65\%$$

Пример 2.

Сформировать помольную партию зерна массой 500т со средневзвешенной клейковиной 27% из трех компонентов с содержанием сырой клейковины:

1-32%, 2-26% и 3-22%.

Таблица 2.2 - Расчет помольной партии

Элементы расчета	Составные части		
	1	2	3
Содержание сырой клейковины, %	32	26	22
Отклонение по содержанию сырой клейко-вины от заданной партии при смешивании 1 и 2 составных частей	$32-27=5$	$27-26=1$	-
То же, 1 и 3 составных частей	$32-27=5$	-	$27-22=5$
Расчетное соотношение компонентов в смеси при наличии 1 и 2 составных частей	1	5	-
То же, при наличии 1 и 3 составных частей	5	-	5
Сумма частей помольных партий	$6+5+5=16$		

Таким образом, вся помольная партия массой 500т будет состоять из 16 частей. На одну часть будет приходиться:

$$500_{т} : 16 = 31,25т.$$

Из таблицы видно, что для формирования партии необходимо взять 6 частей первого компонента с содержанием клейковины 32% или $31,25 \cdot 6 = 187,5т$ и по 5 частей второго и третьего компонентов с содержанием клейковины 26 и 22% или $5 \cdot 31,25 = 156,25т$.

Проверка полученных результатов проводится путем расчета средневзвешенного содержания клейковины ($K_{св}$).

Технология муки и крупы

$$K_{св} = \frac{187,5 * 32 + 156,25 * 26 + 156,25 * 22}{187,5 + 156,25 + 156,25} = 27\%.$$

2. Составление помольных партий с использованием формул.

При расчете двух компонентной смеси формула имеет вид:

$$M_1 = \frac{M_n(A_{св} - A_2)}{A_1 - A_2}, (1)$$

$$M_2 = M_n - M_1,$$

где M_n - масса формируемой помольной партии;

M_1 и M_2 – массы смешиваемых компонентов (первого и второго);

$A_{св}$ – средневзвешенный показатель, которому должна соответствовать помольная партия;

A_1 и A_2 – фактические показатели качества первого и второго компонентов.

При расчете трехкомпонентной смеси формула имеет вид:

$$M_1 = \frac{M_n \left(A_{св} - \frac{A_2 + A_3}{2} \right)}{A_1 - \frac{A_2 + A_3}{2}}, (2)$$

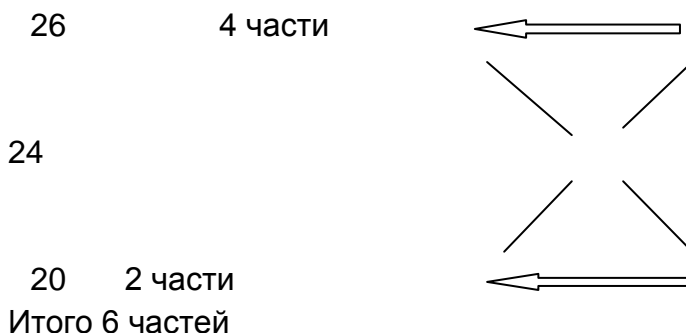
$$M_2 = M_3 = M_n - M_1$$

3. Графический способ.

Пример 3.

Сформировать двухкомпонентную помольную партию массой 100т с содержанием клейковины 24% из имеющихся двух партий, с содержанием клейковины 26 и 20%.

Задача решается методом «креста». В левой его части записывают исходные значения содержания клейковины в каждом компоненте, в центре - требуемое значение, а в правой – абсолютную разность между исходным и требуемым значением. От значений разности вычерчивают стрелки в направлении исходных значений:



Технология муки и крупы

Далее рассчитываются массовые доли компонентов в помольные партии и делается проверка:

$$\text{Массовая доля первого компонента } \frac{100}{6} * 4 = 66,7\text{т,}$$

$$\text{второго } \frac{100}{6} * 2 = 33,3\text{т.}$$

Проверка расчетов проводится путем расчета средневзвешенного содержания клейковины ($C_{св}$).

$$C_{св} = \frac{66,7 * 26 + 33,3 * 20}{66,7 + 33,3} = 24\%$$

Практическое задание

1. Изучить методы составления помольных партий, научиться решать практические задачи.

2. Рассчитать состав помольной партии предложенного варианта, сделать смешивание и практически проверить правильность расчетов.

3. Сделать выводы по результатам расчетов.

Перед выполнением задания определяются показатели качества исходных партий зерна (содержание клейковины, зольность). Затем подгруппа студентов из 3 человек рассчитывает состав помольной партии по одному из предложенных вариантов и согласно расчетам проводит смешивание полученных компонентов. Общая масса помольной партии должна быть равной 200г. После смешивания проводится размол партии на лабораторной мельнице и определение выше изложенных показателей качества. При правильных расчетах практические значения показателей качества должно быть близким к расчетному.

По результатам расчетов делаются выводы.

Контрольные вопросы

1. Рассчитать по методу обратных пропорций состав трехкомпонентной помольной партии массой 400т со средневзвешенным содержанием клейковины 28 %, если содержание клейковины в зерне первого компонента равно 32%, второго 26% и третьего 24%.

2. Рассчитать графическим способом состав трехкомпонентной партии массой 600т со средневзвешенным значением стекловидности 60%, если стекловидность первого компонента 70%, второго – 50% и третьего – 40%.

3. Рассчитать с использованием формул состав трехкомпонентной помольной партии массой 200т со средневзвешенным значением зольности 1,25%, если зольность первого компонента составляет 2,20, второго – 1,20 и третьего – 1,90%.

Технология муки и крупы

Оборудование и материалы:

1. Лабораторная мельница.
2. Муфельная печь.
3. Весы ВЛКТ-500.
4. Зерно пшеницы различного качества.

РАБОТА 3. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО БАЛАНСА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛЬНИЦЫ

Цель работы: Изучить методику составления количественного баланса подготовительного отделения, научиться рассчитывать массу зерна после проведения подготовительных операций.

Общие сведения

При подготовке зерна к помолу, включающей очистку, мойку, пропаривание, обработку во влагосмесителе, масса его изменяется. Величину этих изменений необходимо учитывать перед поступлением зерна на первую драную систему. Это также необходимо для оценки эффективности использования зерна, то есть для оценки расчетных норм выхода готовой продукции.

Изменений массы зерна происходит в результате выделения отходов при очистке и обработке поверхности зерна, а также его увлажнении при гидротермической обработке (ГТО). После очистки и увлажнения содержание примесей в зерне, поступающем на первую драную систему, не должно превышать: 0,4% сорной примеси и 4% зерновой. Влажность зерна должна быть на уровне 14 - 16,5%.

Уменьшение массы зерна в результате выделения примесей рассчитывают по формуле:

$$\Delta M_1 = \frac{M_0(\Pi_1 - \Pi_2)}{M_0 - \Pi_2}, \% \quad (3)$$

где: ΔM_1 - изменение массы зерна в результате выделения примесей;

M_0 - исходная масса зерна до очистки;

Π_1 - исходное содержание сорной и зерновой примеси;

Π_2 - конечное содержание примесей.

Изменение массы зерна после увлажнения определяют по формуле:

$$\Delta M_2 = \frac{M_0(B_2 - B_1)}{100 - B_2}, \% \quad (4)$$

где: ΔM_2 - изменение массы зерна при увлажнении;

M_0 - исходная масса зерна перед увлажнением;

B_1 - исходная влажность;

B_2 - конечная влажность перед первой драной системой.

При составлении количественного баланса подготовительного отделения мельницы следует учитывать, что увлажнению подвергается не вся масса поступившего на предприятие зерна, а только зерно, очищенное от примесей. Для

Технология муки и крупы

точного расчета необходимо определить величину снижения засоренности. Если учесть, что подавляющая масса отходов образуется на этапе первичной очистки, до гидротермической обработки, то допустимо принять в расчете, что все отходы выделяются из зерна до его увлажнения. Тогда массу зерна, поступающего на увлажнение можно рассчитать по формуле:

$$M_1 = M_0 - \Delta M_1, (5)$$

где: M_1 – масса поступившего на увлажнение зерна;

ΔM_1 - изменение массы зерна в результате удаления примесей.

Массу зерна перед 1 драной системой определяют из выражения:

$$M_2 = M_0 - \Delta M_1 + \Delta M_2, (6)$$

где: ΔM_2 - увеличение массы зерна в результате увлажнения.

Отсюда форма записи количественного баланса подготовительного отделения будет:

$$M_0 + \Delta M_2 = M_2 + \Delta M_1, (7)$$

Левая часть баланса учитывает массу зерна, поступающего в подготовительное отделение и массу воды, необходимую для ГТО. Правая часть баланса учитывает массу зерна на выходе из подготовительного отделения (то есть перед 1 драной системой) и выделенные при очистке зерна примеси.

В производственных условиях расчет количественного баланса подготовительного отделения проводится по данным журналов ПТЛ или актов зачистки.

Практическое задание

1. Определить влажность, содержание сорной и зерновой примесей в образце зерна пшеницы.

Исходную влажность зерна определяют с помощью электровлагомера.

Для определения содержания сорной и зерновой примесей среднюю пробу $2 \pm 0,1$ кг просеивают через сито с диаметром отверстий 6мм. Затем выбирают вручную из схода с сита крупную примеси (частицы, превышающие по размерам зерно основной культуры), взвешивают и выражают в процентах к массе средней пробы:

$$X_1 = \frac{M_1 * 100}{M}, (8)$$

где: X_1 – содержание крупной сорной примеси, %;

M_1 – масса крупной примеси, г;

M – масса средней пробы.

Технология муки и крупы

После выделения крупной примеси из средней пробы выделяют навеску массой 50г и просеивают через набор сит: 1,7×20мм, 1,0мм, поддон.

К сорной примеси относят проход через сито с диаметром отверстий 1,0 мм, минеральную и органическую примеси, выделенные вручную со сходов с сит 1,7×20мм и 1,0 мм.

Процентное содержание примесей в 50-граммовой навеске рассчитывают по формуле:

$$X_2 = \frac{M_2 * 100}{50} \text{ или } X_2 = 2M_2, (9)$$

где: X_2 – содержание примесей в 50-граммовой навеске, %;
 M_2 – масса сорной примеси.

Общее содержание сорной примеси будет равно сумме X_1 и X_2 .

После выделения сорной примеси из этой же навески выбирается зерновая примесь и по аналогичной формуле рассчитывается ее содержание.

1. Определить расчетную массу зерна после его очистки и увлажнения.

При расчете массы зерна, поступающей на 1 драную систему, используют формулу (6). Изменение массы зерна в результате выделения примесей (ΔM_1) и после увлажнения (ΔM_2) определяют на основании опытных данных по формуле (3) и (4), а массу исходной партии зерна (M_0) указывает преподаватель.

2. Составить количественный баланс подготовительного отделения.

3. Рассчитать массу зерна, поступающего на 1 драную систему, заполнить таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Масса зерна на выходе из подготовительного отделения

Исходная масса зерна (M_0), т	Содержание примесей, %				Изменение массы после выделения примесей (ΔM_1), т	Влажность зерна		Изменение массы зерна при увлажнении и (ΔM_2)	Масса зерна перед 1-ой драной системой (M_2), т
	исходное (Π_1)		конечное (Π_2)			V_1), %	V_2), %		
	сорная	зерновая	сорная	зерновая					
500	2,2	4,5	0,4	4,0	13	16			
250	2,7	5,2	0,3	3,5	14	16,5			
1000	3,2	4,5	0,4	3,8	13,5	15,5			

Примечание. В зерне, поступающем на 1 драную систему, содержание сорной примеси не должно превышать 0,4%, зерновой примеси – 4,0%, а

Технология муки и крупы

влажность зерна должна составлять, в зависимости от типа пшеницы и стекловидности зерна, 14,5-16,5%.

Оборудование и материалы: влагомер зерна, набор сит 6,0 мм, 1,7×20 мм, 1,0 мм, поддон, весы ВЛТК-500, разборная доска, шпатель, зерно пшеницы.

РАБОТА 4. ИЗМЕНЕНИЕ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНА ПРИ ХОЛОДНОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ

Цель работы: Изучить влияние степени увлажнения и времени отволаживания зерна на изменение структуры эндосперма.

Общие сведения

Стекловидность – один из показателей качества, с которым связаны технологические свойства зерна, режимы подготовки его к помолу и измельчению.

Стекловидным называют такие зерна, которые слабо преломляют луч света и при просвечивании кажутся прозрачными. В поперечном разрезе эндосперм имеет роговидную консистенцию.

К мучнистым относят зерна с непрозрачным эндоспермом – темным при просвечивании или мучнистой структурой – при визуальном просмотре поперечного среза.

К частично стекловидным относят зерна, эндосперм которых при просвечивании имеет темные пятна, а при визуальном осмотре поперечного среза – мучнистые вкрапления (или помутнения).

Стекловидность характеризует степень связи белковых веществ с крахмальными зернами. В стекловидной пшенице белок более тесно связан с крахмальными зернами (прикрепленный белок), его труднее отделить. В зерне с мучнистым эндоспермом больше промежуточного белка, который при размолу довольно легко высвобождается. Именно поэтому зерно со стекловидным эндоспермом обладает большей механической прочностью, что дает возможность лучше организовать процесс его переработки. Стекловидные пшеницы в отличие от мучнистых легче вымалываются, дают тонкие и тощие отруби, больше крупок в драном процессе, из которых затем вырабатывается больше муки первых сортов. Однако стекловидность является неустойчивым признаком и может изменяться при подготовке зерна к помолу. Заметное снижение стекловидности наблюдается при гидротермической обработке зерна. Так, при увлажнении зерна и его отволаживании происходит разупрочнение эндосперма, в нем образуются микротрещины, стекловидность снижается, технологические свойства зерна изменяются.

В мукомольном производстве мягкую пшеницу I-IV типов при размещении на мельницах сортового помола принято разделять на три группы по стекловидности зерна: высокостекловидная с общей стекловидностью свыше 60%; средняя – от 40 до 60% и низкостекловидная – менее 40%.

Стандартом ГОСТ 10987-76 «Зерно. Методы определения стекловидности» предусмотрены два метода определения стекловидности: просвечиванием направленным световым потоком с помощью диафаноскопа ДСЗ-2 со счетчиком и путем деления зерна и осмотра поперечного среза.

Определение стекловидности зерна на диафаноскопе проводят в следующей последовательности:

Технология муки и крупы

Кассету вынимают из прибора и заполняют 100 ячеек целыми зернами, по одному в каждой ячейке. Вставляют кассету в прорезь корпуса прибора и включают источник света. С помощью рукоятки управления кассету вращают в корпусе и подсчитывают количество стекловидных зерен (полностью просвечивающихся), мучнистых (полностью непросвечивающихся) и частично стекловидных, к которым относят зерна с частично просвечиваемым или частично непросвечиваемым эндоспермом.

Общую стекловидность (O_c) определяют по формуле:

$$O_c = \frac{P_c + Ч_c}{2}, \quad (10)$$

где: P_c – число полностью стекловидных зерен;

$Ч_c$ – число частично стекловидных зерен.

При определении стекловидности по результатам визуального осмотра поперечного среза зерна из навески отсчитывают 100 целых зерен без выбора и разрезают лезвием по их середине. После просматривания срезов к стекловидным относят зерна с полностью стекловидным эндоспермом, к мучнистым – с полностью мучнистым эндоспермом и к частично стекловидным – с частично мучнистым или частично стекловидным эндоспермом. Общая стекловидность рассчитывается по выше указанной формуле.

Практическое задание

1. Определить влияние различной степени увлажнения зерна и продолжительности отволаживания на изменение стекловидности зерна, сделать соответствующие выводы.

Для выполнения работы подгруппа студентов из 2-3 человек отбирает по 300г зерна и с помощью влагомера определяет его влажность. Исходную стекловидность зерна определяют с помощью диафаноскопа ДСЗ-2, при этом для контроля изменений стекловидности отдельно записывают количество стекловидных и мучнистых зерен.

Необходимое количество воды для увлажнения зерна (M_B) определяют по формуле:

$$M_B = M_3 * \frac{B_2 - B_1}{100 - B_2}, \quad (11)$$

где: M_3 – масса увлажняемого зерна;

B_1 – исходная влажность, %;

B_2 – конечная влажность, %.

Варианты опыта по увлажнению зерна:

I – влажность зерна 14%

II – влажность зерна 15%

III – влажность зерна 16%

Технология муки и крупы

IV – влажность зерна 17%

V – влажность зерна 18%.

Необходимое количество воды отмеряют с помощью мерно цилиндра и увлажняют им образец зерна, помещенный в полиэтиленовый пакет. В процессе отволаживания зерно в мешочке периодически перемешивают. Продолжительность отволаживания каждого образца составляет 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 часа. Результаты опыта записываются в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Изменение стекловидности в зависимости от продолжительности отволаживания при влажности _____%.

Продолжительность отволаживания, ч	Количество зерен		
	стекловидных	частично стекловидных	мучнистых
0,5			
1,0			
1,5			
2,0			
2,5			

На основании полученных данных построить график изменения стекловидности зерна после его увлажнения и отволаживания.

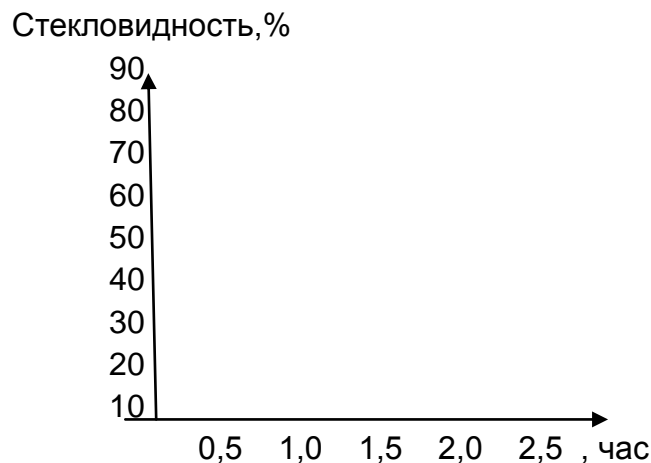


Рис. 1 - График изменения стекловидности зерна после его увлажнения и отволаживания.

Контрольные вопросы

1. Какое влияние оказывает стекловидность на технологические достоинства зерна?
2. Как изменяется стекловидность в зависимости от влажности зерна?
3. Какую рекомендуют влажность зерна на 1 драной системе после холодного кондиционирования при сортовых хлебопекарных помолах?

Оборудование и материалы: Влагомер зерна, диафаноскоп ДСЗ-2, весы ВЛКТ-500, мерный цилиндр, пакеты полиэтиленовые, зерно пшеницы.

РАБОТА 5. КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ ПРОДУКЦИИ ПРИ СОРТОВЫХ ПОМОЛАХ ПШЕНИЦЫ

Цель работы: Изучить методику и научиться проводить расчеты выходов продукции в зависимости от исходных показателей качества зерна при сортовых помолах пшеницы.

Общие сведения

Мукомольные заводы производят продукцию в соответствии с утвержденными видами помолов и ассортиментом.

Из зерна пшеницы вырабатывают: муку хлебопекарную – крупчатку, высшего, первого и второго сортов, обойную, второго сорта из твердой пшеницы; муку макаронную – высшего сорта (крупку) и первого сорта (полукрупку) из твердой и мягкой пшеницы; крупу манную, крупку пшеничную дробленную.

Из зерна ржи вырабатывают: муку хлебопекарную – сеяную, обдирную, обойную.

Из смеси ржи и пшеницы: ржано-пшеничную и пшенично-ржаную обойную муку.

В процессе переработки зерна в муку получают побочные продукты: мучку кормовую пшеничную, отруби пшеничные и ржаные.

При подготовке зерна пшеницы и ржи к помолу выделяют:

- Кормовые зернопродукты;
- Отходы.

Базисные кондиции для зерна пшеницы установлены на уровне: зольность зерна (очищенного от сорной примесей) – не более 1,85% при сортовых помолах или 1,97% при обойном помоле; влажность – 14,5%; содержание сорной примеси – не более 1,0%, в том числе вредной – 0,1%; содержание зерновой примеси – не более 1,0%; натура при сортовых помолах – 775г/л; общая стекловидность при сортовых помолах – 50% для мягкой пшеницы или 80% для твердой пшеницы.

При отклонении фактического качества зерна направляемого на переработку от базисного на предприятиях определяют расчетные выходы продукции с применением скидок или надбавок к величинам базисного выхода.

Поправки к выходам рассчитывают для каждого показателя. Затем их суммируют по каждому продукту и прибавляют с учетом знака к базисной норме выхода, получая, таким образом, расчетный выход муки, отрубей и др. продуктов.

При расчетах необходимо учитывать, что сумма отклонений по одному показателю качества, взятая по всем продуктам, всегда равно нулю. Сумма скидок всегда равна сумме надбавок. Сумма расчетных выходов продукции всегда равна 100%.

Пример: Рассчитать фактический выход продукции при трехсортном 73%-ом помоле мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, если базисный выход составляет: муки высшего сорта – 50%, мука 1 сорта – 20%, мука 2 сорта – 3%, отруби – 19,1%, кормовая мучка – 5%, кормовые зернопродукты – 2,2%, негодные отходы и механические потери – 0,7%. Поступившее на переработку зерно имело

Технология муки и крупы

следующие фактические показатели качества: влажность – 12,5%, содержание сорной примеси – 1,5%, суммарное содержание зерновой примеси и мелкого зерна – 4,8%, натура – 720 г/л, стекловидность – 65%.

Решение: В начале определяют отклонение фактических показателей качества от базисных. Результаты записывают в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Отклонение фактических показателей качества от базисных

Показатели качества зерна	Фактические	Базисные	Отклонения
Влажность, %	12,5	14,5	2,0
Сорная примесь, %	1,5	1,0	0,5
Зерновая примесь и мелкое зерно, %	4,8	1,0	3,8
Натура, г/л	720	775	55
Стековидность, %	65	50	15

Затем, рассчитывают процентные отклонения выхода продукции по каждому показателю качества.

1. Отклонение по влажности.

Отклонение выхода по влажности будет $2,0 \cdot 0,5 = +1\%$, то есть за счет влажности выход муки, отрубей и мучки увеличивается на 1%. При этом усушка будет -1%. Суммарный базисный выход муки высшего, первого, второго сортов, отрубей и мучки равен $50 + 20 + 3 + 19,1 + 5 = 97,1\%$.

Распределение рассчитанного отклонения по видам продукции будет:

$$\text{Мука в. с.: } \frac{1,0 \cdot 50}{97,1} = +0,51\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{1,0 \cdot 20}{97,1} = +0,21\%;$$

$$\text{Мука 2 с: } \frac{1,0 \cdot 3}{97,1} = +0,03\%;$$

$$\text{Отруби: } \frac{1,0 \cdot 19,1}{97,1} = +0,20\%;$$

$$\text{Мучка: } \frac{1,0 \cdot 5}{97,1} = +0,05\%.$$

2. Отклонение по сорной примеси.

Согласно нормам надбавок и скидок при содержании сорной примеси в зерне больше базисного, за каждый процент превышения базиса выход продуктов уменьшают на 1%. Соответственно, на эту же величину возрастает выход кормовых зернопродуктов. В приведенном примере отклонения выхода муки, отрубей и мучки по сорной примеси будет $0,5 \cdot 1,0 = -0,5\%$, а кормовых зернопродуктов $+0,5\%$. Распределение отклонения по видам продукции будет следующим:

$$\text{Мука в.с.: } \frac{-0,5 \cdot 50}{97,1} = -0,25\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{-0,5 \cdot 20}{97,1} = -0,10\%;$$

$$\text{Мука 2 с: } \frac{-0,5 \cdot 3}{97,1} = -0,02\%;$$

$$\text{Отруби: } \frac{-0,5 \cdot 19,1}{97,1} = -0,10\%;$$

$$\text{Мучка: } \frac{-0,5 \cdot 5}{97,1} = -0,03\%.$$

3. Отклонение по зерновой примеси и мелкому зерну.

Если содержание зерновой примеси и мелкого зерна превышает базисное, то за каждый процент примеси сверх базисного содержания суммарный выход муки, отрубей и мучки уменьшают на 0,35%. Соответственно, на такую же величину увеличивается выход кормовых зернопродуктов. В данном примере отклонения выхода муки, отрубей и мучки будет $3,8 \cdot 0,35 = -1,33\%$, а кормовых зернопродуктов $+1,33\%$. Распределение отклонения по видам продукции будет следующим:

$$\text{Мука в.с.: } \frac{-1,33 \cdot 50}{97,1} = -0,69\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{-1,33 \cdot 20}{97,1} = -0,27\%;$$

Технология муки и крупы

$$\text{Мука 2 с: } \frac{-1,33 * 3}{97,1} = -0,04\%;$$

$$\text{Отруби: } \frac{-1,33 * 19,1}{97,1} = -0,26\%;$$

$$\text{Мучка: } \frac{-1,33 * 5}{97,1} = -0,07\%.$$

В расчетах следует учесть, что выход муки снизится на 0,18%, а выход отрубей и мучки увеличится на 0,18%, то есть отклонение выхода муки будет $3,8 * 0,18 = -0,68\%$, а выхода отрубей и мучки $+0,68\%$. Распределение отклонения по видам продукции будет:

$$\text{Мука в. с.: } \frac{-0,68 * 50}{73} = -0,46\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{-0,68 * 20}{73} = -0,19\%;$$

$$\text{Мука 2 с: } \frac{-0,68 * 3}{73} = -0,03\%;$$

4. Отклонение по натуре зерна.

За каждый грамм природы зерна меньше базисного назначения выход муки снижается на 0,05%, а выход отрубей и мучки, соответственно, увеличивается на 0,05%. Отклонение выхода муки составит $55 * 0,05 = -2,75\%$, а отрубей и мучки $+2,75\%$. Распределение отклонения по видам продукции будет следующим:

$$\text{Мука в. с.: } \frac{-2,75 * 50}{73} = -1,89\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{-2,75 * 20}{73} = -0,75\%;$$

$$\text{Мука 2 с: } \frac{-2,75 * 3}{73} = -0,11\%;$$

5. Отклонение по стекловидности зерна.

За каждый процент общей стекловидности зерна меньше базисного выход муки снижается на 0,05%, а выход отрубей и мучки, соответственно,

Технология муки и крупы

увеличивается на 0,05%. В данном примере отклонение выхода муки будет $15 \cdot 0,05 = -0,75\%$, а отрубей и мучки $+0,75\%$. Распределение отклонения по видам продукции будет следующим:

$$\text{Мука в.с.: } \frac{-0,75 \cdot 50}{73} = -0,51\%;$$

$$\text{Мука 1 с: } \frac{-0,75 \cdot 20}{73} = -0,21\%;$$

$$\text{Мука 2 с: } \frac{-0,75 \cdot 3}{73} = -0,03\%;$$

Все результаты расчетов сводят в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – отклонение выходов продукции при трехсортном 73%-ом помоле пшеницы

Показатели качества (%)	Отклонения по видам продукции, %									Итого, %
	Мука в.с.	Мука 1 с .	Мука 2 с.	Всего муки	отруби	мучка	Кормовые зерно-продукты	отходы	усушка	
Влажность	+0,51	+0,21	+0,03	+0,75	+0,20	+0,05	-	-	-1,0	0
Сорная примесь	-0,25	-0,10	-0,02	-0,37	-0,10	-0,03	+0,5	-	-	0
Зерновая примесь	-0,69	-0,27	-0,04	-1,00	-0,26	-0,07	+1,33	-	-	0
Мелкое зерно	-0,46	-0,19	-0,03	-0,68	+0,68		-	-	-	0
Натура (г/л)	-1,89	-0,75	-0,11	-2,75	+2,75		-	-	-	0
Стекловидность	-0,51	-0,21	-0,03	-0,75	+0,75		-	-	-	0
Суммарное отклонение	-3,29	-1,31	-0,20	-4,8	+3,97		+1,83	-	-1,0	0

Полученные величины суммарного отклонения прибавляют со своим знаком к соответствующему базисному выходу, получая, таким образом, расчетный выход продукции. При правильных расчетах сумма выхода готовой продукции должна составлять 100%.

В указанном примере расчетный выход различных видов продукции будет:

$$\text{Мука в.с.: } 50 - 3,29 = 46,71\%$$

$$\text{Мука 1 с.: } 20 - 1,31 = 18,69\%$$

$$\text{Мука 2 с.: } 3 - 0,20 = 2,80\%$$

Технология муки и крупы

Всего муки: 68,2%
Отруби и кормовая мучка: $24,1 + 3,97 = 28,07\%$
Кормовые зернопродукты: $2,2 + 1,83 = 4,03\%$
Усушка: $- 1,0$
Итого: $68,2 + 28,07 + 4,03 - 1,0 = 99,3 \approx 100\%$.

Практическое задание

Согласно одному из предлагаемых вариантов определить отклонения по показателям качества и рассчитать выход по видам продукции.

1. Рассчитать фактический выход продукции при односортном 72%-ом помоле мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, если базисный выход составляет: мука высшего сорта 72%; отруби – 19,1%; кормовая мучка – 6%; кормовые зернопродукты – 2,2%; негодные отходы и механические потери – 0,7%.

Поступившее на переработку зерно имело: влажность – 15,5%; содержание сорной примеси – 2,5%; зерновой примеси – 3,0%, натура – 740г/л, стекловидность – 55%.

2. Рассчитать фактический выход продукции при двухсортном 75%-ом помоле мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, если базисный выход составляет: мука высшего сорта – 35%; мука 1 сорта – 40,0%; отруби 19,1%; кормовая мучка 3,0%; кормовые зернопродукты – 2,2%; негодные отходы и механические потери – 0,7%.

Поступившее на переработку зерно имело: влажность – 12,7%; содержание сорной примеси 2,5%; суммарное содержание зерновой примеси и мелкого зерна – 2,8%; натура – 805 г/л; стекловидность – 60%.

3. Рассчитать фактический выход продукции при трехсортном 73%-ом помоле мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, если базисный выход составляет: мука высшего сорта – 50%; 1 сорта – 20%; 2 сорта – 3%; отруби – 19,1%; кормовая мучка – 5,0%; кормовые зернопродукты – 2,2%; негодные отходы и механические потери – 0,7%.

Поступившее на переработку зерно имело: влажность – 12,5%, содержание сорной примеси – 1,5%, суммарное содержание зерновой примеси и мелкого зерна – 4,8%, натура – 720 г/л, стекловидность – 65%.

4. Рассчитать фактический выход продукции при односортном 85%-ом помоле мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, если базисный выход составляет: мука 2 сорта – 85,0%; отруби – 12,1%; кормовые зернопродукты – 2,2%; негодные отходы и механические потери – 0,7%.

Поступившее на переработку зерно имело: влажность – 11,5%, содержание сорной примеси – 3,5%, суммарное содержание зерновой примеси и мелкого зерна - 4,0%, натура – 710 г/л, стекловидность – 40%.

Технология муки и крупы

5. Рассчитать фактический выход продукции при двухсортном 75%-ом помоле твердой пшеницы в макаронную муку, если базисный выход составляет: мука высшего сорта – 55,0%; мука 2 сорта – 20,0%; отруби – 19,1%; кормовая мучка – 3,0%; кормовые зернопродукты – 2,2%; негодные отходы и механические потери – 0,7%.

Поступившее на переработку зерно имело следующие фактические показатели качества: влажность – 12,%, содержание сорной примеси – 0,5%, суммарное содержание зерновой примеси и мелкого зерна - 4,0%, натура – 820 г/л, стекловидность – 87%.

РАБОТА 6. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ

Цель работы: Изучить методы подбора и расчета технологического оборудования при подготовке и размоле зерна.

Общие сведения

Перед расчетом необходимо:

- Подобрать оптимальную схему очистки и подготовки зерна для данного помола в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах»;
- Выбрать типовую схему размола зерна, рекомендуемую для данного вида помола и заданной суточной производительности и доработать ее с учетом полученного задания;
- Определить вид транспорта на мельнице (пневматический или механический).

Подготовка зерна к помолу включает: очистку от примесей, очистку поверхности зерна, гидротермическую обработку (ГТО). При разработке схемы подготовки зерна к помолу учитывают: вид помола, культуру, тип зерна, его влажность, стекловидность. На основании этих показателей по таблицам «Правила ведения тех. процесса ...» выбирают режимы ГТО, кратность увлажнения, продолжительность отволаживания и конечную влажность на 1 драной системе.

На первом этапе расчетов определяют количество бункеров для неочищенного зерна и для отволаживания на стадии ГТО.

Вместимость бункеров определяют по формуле:

$$V = \frac{Q * t}{24 * \lambda * k}, (12)$$

где: V – вместимость бункеров, м^3 ;

Q – производительность, т/сут ;

t – количество часов, на которое рассчитан запас зерна или продолжительность отволаживания, ч;

λ – объемная масса зерна, т/м^3 ;

k – коэффициент заполнения бункеров.

Вместимость бункеров определяют из расчета запаса зерна на 24-30ч работы предприятия. Время (t) берут исходя из подобранных режимов ГТО. Объемную массу принимают равной: для пшеницы – 0,75; ржи – 0,70 т/м^3 . Коэффициент заполнения бункеров в зависимости от высоты принимают 0,75 – 0,85.

Число бункеров определяют в зависимости от их общей вместимости и вместимости одного бункера по формуле:

$$n = \frac{V}{S * h}, (13)$$

где: n – число бункеров;
V – общая вместимость, м³;
S – сечение бункера, м²;
h – высота бункера, м.

При строительстве зданий с использованием сборного железобетона при сетке колонн 6х6 и 6х9 сечение бункера принимают 3х3 м, а высоту этажей кратной 1,2 м, т.е. 3,6; 4,8; 6,0; 7,2 м. Обычно высота этажей, где расположены бункера – 4,8 м.

Число бункеров для отволаживания зерна определяют также, но учитывают продолжительность процесса отволаживания в часах. Сечение бункеров принимают 1,5х1,5 м.

Над вальцовыми станками 1 драной системы чаще всего проектируют бункера цилиндрической формы из листовой стали с внутренним коническим днищем.

Для бесперебойного снабжения размольного отделения мельницы зерном, подготовленным к помолу, и сокращением времени заполнения бункеров для отволаживания производительность зерноочистительного отделения принимают на 10-20% больше плановой. Ее определяют по формуле:

$$Q_1 = Q * K,$$

где: Q – плановая производительность предприятия т/сут;
K – коэффициент запаса, равный 1,1 - 1,2.

Необходимое оборудование для зерноочистительного отделения подбирают исходя из принятой схемы по заданной производительности (с учетом запаса). Производительность зерноочистительных машин принимают по приложению «Правил...», составленному по данным паспортов заводов-изготовителей этого оборудования и нормам технологического проектирования, разработанным ЦНИИ Промзернопроект.

Число машин, принятых по технологической схеме, определяют по формуле:

$$n = \frac{Q_1}{q}, (14)$$

где Q₁ – производительность зерноочистительного отделения, т/сут;
q – производительность одной машины, т/сут.

Если n получается дробным, его округляют до целого. Число автоматических весов определяют по формуле:

$$n = \frac{Q_1}{24 * 60ab} \cdot (15)$$

где Q_1 – производительность зерноочистительного отделения, т/сут;

a – вместимость ковша весов (50 или 100 кг);

b – число отвесов в минуту (от 1 до 3).

Магнитные заграждения устанавливают в местах, предусмотренных схемой, и рассчитывают по нормам. Подбирают магнитные колонки или устанавливают внутри самотечной трубы блоки магнитов рассчитанной длины. Число магнитных подков определяют из расчета, что длина одной подковы равна 0,25м.

Правильность подбора технологического оборудования проверяют, рассчитывая коэффициент использования (η) по формуле:

$$\eta = \frac{Q_1}{q * n}, \quad (16)$$

где q – производительность машины, т/ч;

n – число машин.

Подбор технологического оборудования проведен правильно, если коэффициент использования для щеточных и обочных машин близок к единице (но не больше 1), а для другого технологического оборудования $\eta \leq 1,25$.

Для расчета и подбора необходимого оборудования размольного отделения используют схему размола и баланс помола. Типовые схемы размола зерна, технологические режимы работы отдельных систем, технологические характеристики к схемам различных видов помолов даны в «Правилах...», учебниках и специальной литературе.

Технологическое оборудование размольного отделения по системам подбирают, рассчитывают и распределяют в следующем порядке:

Вначале определяют число и марки вальцовых станков для заданной или разработанной технологической схемы производства муки. Для этого рассчитывают общую длину мелющей вальцовой линии (см):

$$L = \frac{Q * 1000}{q}, \quad (17)$$

где Q – плановая производительность мельницы, т/сут;

q – нагрузка на 1 см длины мелющей линии, кг/см*сут.

Полученную общую длину мелющей линии распределяют между вальцовыми станками драных систем l_1 и станками размольных и шлифовочных систем l_2 . Длину мелющей линии l_1 и l_2 для каждого процесса определяют в следующем порядке: принимают величину соотношений l_2/l_1 равной, например, 1,4; определяют количество частей соотношения $l_1 + l_2 = 1 + 1,4 = 2,4$ части; делят общую длину мелющей линии L на 2,4 части и получают величину мелющей

Технология муки и крупы

линии драного процесса ($l=1$); длина размольной и шлифовочной вальцовой линии будет $l_2 = L - l_1$.

Определив длину мелющей линии каждого этапа технологического процесса, распределяют ее между отдельными системами и одновременно подбирают соответствующие размеры вальцовых станков для каждой системы. При этом необходимо знать, что в станках типа БВ и ЗМ длина одной пары вальцов составляет 1000 или 800мм, а в станках БЗН – 1000 мм. В зависимости от расчетной длины на систему можно брать половину, целый, полтора станка и т.д. записывая фактическую длину. Должны быть подобраны станки не более двух типоразмеров. Число станков каждого типа должно быть целым.

После расчета проверяют фактическую нагрузку ($q_{\text{факт}}$, кг/см-сут):

$$q_{\text{факт}} = \frac{Q * 1000}{L_{\text{факт}}}, \quad (18)$$

где $L_{\text{факт}}$ - фактическая длина вальцовой линии по всем процессам размольного отделения, см.

Далее рассчитывают просеивающую поверхность размольного отделения (m^2) по формуле:

$$F = \frac{Q * 1000}{q}, \quad (19)$$

где F – общая просеивающая поверхность;

q – технические нормы нагрузки.

Общая просеивающая поверхность включает просеивающую поверхность для драного процесса f_1 , для размольного и шлифовочного – f_2 и контроля муки f_3 . Для распределения просеивающей поверхности между этапами принимают рекомендации, приведенные в «Правилах...». Сначала находят просеивающую поверхность для контроля муки f_1 . Его принимают в процентах от общей просеивающей поверхности. Оставшуюся часть просеивающей поверхности $F - f_1$ распределяют между драным и размольным процессами согласно соотношению f_3 / f_2 .

Затем, используя технические характеристики схем, проводят распределение просеивающей поверхности по драным, шлифовочным и размольным системам. Использовать можно рассевы ЗРШ-6М, ЗРШ-4М, РЗ-БРБ, РЗ-БРВ. Шести приемный рассев РЗ-БРБ применяют на всех технологических системах, кроме контроля муки, где используют четырех приемный рассев РЗ-БРВ. Каждая секция (прием) рассевов ЗРШ имеет просеивающую поверхность 4,25 м², а рассевов БРБ и БРВ – 4,70 м².

Общее число секций должно быть кратным числу приемов принятого рассева – четырем или шести. Поделив число секций на четыре или шесть получают целое число рассевов в размольном отделении.

Фактическую нагрузку рассчитывают по формуле (20) подставив в нее:

$$F_{\text{факт}} = f_1 + f_2 + f_3, \quad (20)$$

Допустимые отклонения фактических значений нагрузок от нормативных составляют $\pm 10\%$ как для вальцовых станков, так и для рассевов.

Расчет ситовеечных машин (всего) проводят по формуле:

$$n_c = \frac{Q * 1000}{q * b}, \quad (21)$$

где Q - производительность размольного отделения, т/сут;

q – техническая норма нагрузки на 1 см ширины сита, кг/сут;

b – ширина сит, см.

Ситовеечные машины распределяют с учетом количества поступающего на каждую систему продукта, определяемого балансом помола или ориентировочными показателями извлечения крупок, дунстов и муки и ориентировочным балансом процесса обогащения в этих машинах.

Расчет бичевых и вымольных машин проводят с учетом количества поступающего продукта и часовой производительности машин:

$$n_i = \frac{Q * N_i}{24 * 100 * q_i}, \quad (22)$$

где: n_i – число вымольных машин i -ой технологической схемы;

Q – производительность размольного отделения мукомольного завода;

N_i – количество продукта (%), поступающего на длинную машину, принимают по балансу процесса;

q_i – производительность машины для i -ой системы технологического процесса, т/ч.

Практическое задание

На основании индивидуального задания, выданного преподавателем, выбрать схемы подготовки и размола зерна, подобрать и рассчитать оборудование по заданной производительности, вычертить схемы и дать к ним описание.

Контрольные вопросы

1. По каким параметрам подбирают необходимое оборудование для подготовительного и размольного отделения?

2. Какие существуют методы расчета и подбора технологического оборудования размольного отделения?

Технология муки и крупы

3. Как распределяют общую длину мелющей линии и просеивающей поверхности по драной, размольной и шлифовочной системам?

РАБОТА 7. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В КРУПУ

Цель работы: Изучить основы переработки зерна в крупу.

Общие сведения

Технологический процесс переработки зерна в крупу в общем виде состоит из трех основных этапов – подготовки зерна к переработке, переработка зерна в крупу, затаривание и отпуск готовой продукции.

Подготовка зерна к переработке включает очистку зерна от примесей и гидротермическую обработку (ГТО). Проведение ГТО зерна повышает выход и качество крупы. Ее рекомендуют применять при переработке зерна гречихи, овса, гороха, пшеницы и кукурузы. Для зерна ячменя, проса и риса ГТО не применяют.

Переработка зерна состоит из ряда обязательных операций: шелушение зерна, сортирование продуктов шелушения (крупотделение), контроль готовой продукции.

Для отдельных схем применяют отдельную переработку зерна по фракциям. С этой целью зерно перед шелушением калибруют по крупности. Проведение этой операции облегчает подбор рабочего зазора в шелушильных машинах для каждой фракции.

При переработке большинства крупяных культур используют шлифование крупы. Для отдельных культур применяют операцию дробления ядра. Обязательной операцией при переработке зерна в крупу является контроль отходов после сортирования продуктов шелушения.

Практическое задание

1. Опишите основные операции подготовки зерна к переработке в крупу и заполните таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Подготовка зерна к переработке в крупу

Операции	Краткая характеристика	Используемые машины

2. Укажите способы гидротермической обработки (ГТО) зерна крупяных культур (табл. 7.2).

Таблица 7.2 – Способы ГТО зерна

Культуры	Операции	Режимы ГТО	Используемые машины

Технология муки и крупы

3. Дайте характеристику способов шелушения зерна в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Характеристика способов шелушения зерна

Способы	Культуры	Применяемые машины	
		Название машин	Рабочие органы, воздействующие на продукт

4. Опишите в таблице 7.4 способы разделения продуктов шелушения.

Таблица 7.4 – Способы разделения смеси после шелушения

Культуры	Признак делимости	Применяемая машина

5. Опишите назначение шлифования и полирования крупы, укажите используемые на этих операциях машины.

Таблица 7.5 – Процессы шлифования и полирования круп

Процессы	Назначение	Культуры	Применяемая машина
<i>Шлифование</i>			
<i>Полирование</i>			

6. Заполняя таблицу 7.6, укажите особенности производства отдельных видов круп.

Таблица 7.6 – Производство круп

Виды круп	Подготовка зерна к переработке	Переработка зерна в крупу

7. Выпишите ассортимент крупы, вырабатываемой из зерна различных крупяных и не крупяных культур.

Таблица 7.6 – Ассортимент крупы, вырабатываемой из зерна различных культур

Культура	Ассортимент	Сорт, номер

Контрольные вопросы

1. С какой целью применяют ГТО? В чем ее отличие от ГТО на мукомоль-ных предприятиях? Для каких крупяных культур ГТО не применяют и почему?
2. От чего зависит выбор способа шелушения зерна?
3. Каковы особенности переработки зерна различных крупяных культур?

РАБОТА 8. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЕЛУШЕНИЯ

Цель работы: Изучить влияние гидротермической обработки (ГТО) на эффективность шелушения.

Общие сведения

Гидротермическая обработка зерна крупяных культур позволяет улучшить технологические свойства зерна. Воздействуя на анатомические части зерна, она приводит их в такое состояние, при котором прочность эндосперма повышается, а прочность пленок уменьшается. Это позволяет снизить дробимость ядра при шелушении, шлифовании и т.д., а происходящее одновременно биохимические процессы повышают потребительские достоинства крупы.

ГТО зерна гречихи включает следующие операции:

1. Пропаривание под давлением 0,25-0,30МПа в течение 5 минут. При этом влажность повышается до 18-19%.
2. Отволаживание после пропаривания в течение 20-30 минут.
3. Сушка зерна до влажности 12,5-13,5%.
4. Охлаждение зерна до температуры воздуха производственного помещения.

После охлаждения зерно гречихи провеивают в аспираторах для дополнительного отделения легких примесей.

Практическое задание

1. Провести подготовку зерна гречихи к шелушению по одному из предлагаемых вариантов:

I – без ГТО зерна (контроль)

II – с ГТО зерна

2. Провести шелушение зерна и определить эффективность процесса. Сделать соответствующие выводы.

Перед выполнением работы зерно необходимо разделить на фракции просеиванием на ситах с размерами отверстий 4,5-4,2-4,0 мм.

Для опыта берется 200г зерна гречихи из схода сита с отверстиями 4,2 мм.

Далее зерно подвергают ГТО. Сначала его пропаривают в автоклаве при давлении пара 0,3 мПа в течение 5 минут, затем помещают в полиэтиленовый мешочек для отволаживания в течение 20 минут.

После отволаживания зерно сушат в сушильном шкафу с вентилированием при температуре агента сушки 120-140° С до влажности 12,5-13,5%. Температура зерна при сушке не должна превышать 62° С.

Высушенное зерно перед шелушением охлаждают до комнатной температуры.

Технология муки и крупы

Из подготовленного зерна, а также из контрольного образца отбирают навески по 100г, которые подвергают шелушению.

Затем продукты шелушения просеивают на ситах с отверстиями 4,2 мм и 1,6х20 м.м. Проход сита с отверстиями 1,6х20 мм представляет собой продел, сход с этого сита – ядрицу, а сход с сита с отверстиями 4,2 мм – нешелушенные зерна.

После разделения продуктов шелушения определяют количественную характеристику процесса – коэффициент шелушения ($K_{ш}$):

$$K_{ш} = \frac{H_1 - H_2}{H_1}, \quad (23)$$

где: H_1, H_2 – содержание нешелушенных зерен в продукте, поступающем в шелушитель и выходящем из него.

Для качественной характеристики определяют коэффициент цельности ядра гречихи ($K_{ц.я.}$):

$$K_{ц.я.} = \frac{Я}{Я + П + М}, \quad (24)$$

где: Я – массовая доля ядрицы в продукте после шелушения, %;

П – массовая доля продела в продукте после шелушения, %;

М – массовая доля мучки в продукте после шелушения, %.

Общая эффективность шелушения (E) определяется по формуле:

$$E = K_{ш} * K_{ц.я.}, \% \quad (25)$$

Результаты расчетов записывают в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Эффективность шелушения зерна гречихи

Вариант опыта	Коэффициент шелушения, %	Коэффициент цельности ядра	Общая эффективность шелушения, %

Контрольные вопросы

1. Сущность и задачи ГТО зерна гречихи в крупяном производстве.
2. По каким показателям проводится оценка процесса шелушения зерна?

Материалы и оборудование: Шелушитель лабораторный, автоклав, мерный цилиндр, сушильный шкаф, весы, набор сит, влагомер зерна, зерно гречихи.

РАБОТА 9. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ

Цель работы: Изучить методы подбора технологического оборудования для заданной производительности и ассортимента вырабатываемой крупы.

Общие сведения

Работа выполняется по одной из типовых схем, приведенных в учебниках или специальной литературе.

Подбирают оборудование в соответствии с производительностью предприятия, видом вырабатываемых круп, а также с учетом норм нагрузок на основные типы машин, используемые в технологическом процессе. Расчет начинают с подбора оборудования для зерноочистительного отделения, Вначале определяют объем закромов для неочищенного зерна по формуле:

$$V = \frac{Q * \tau}{24 * \gamma * f}, \quad (26)$$

где Q – производительность предприятия, т/сут;

τ - время, в течение которого предприятие может работать на зерне, находящееся в закромах (24-30ч);

γ - натура зерна, т/м³;

f – коэффициент заполнения закромов продуктом (0,8-0,85).

Далее, в зависимости от размеров бункеров, рассчитывают их количество, а затем подбирают технологическое оборудование зерноочистительного отделения. Все расчеты ведут также как и при подборе оборудования зерноочистительного отделения мельницы, т.е. исходя из производительности, превышающей заданную на 15-20%.

Сепараторы, камнеотделительные машины, пропариватели, триеры и другое оборудование, подбирают исходя из часовой или суточной их производительности по формуле:

$$n = \frac{Q_{з.о}}{q}, \quad (27)$$

где $Q_{з.о}$ – производительность предприятия с учетом повышения его на 15-20% ($Q_{з.о} = Q * 1,15$ или $1,20$), т/сут;

q – часовая или суточная производительность машины, (т/ч, т/сут).

Технология муки и крупы

Бункера, устанавливаемые над пропаривателями зерна конструкции Неруша рассчитывают исходя из их емкости, которая должна быть не менее 1,5 т или объемом (V_n):

$$V_n = \frac{1,5}{\gamma * f}, \quad (28)$$

где f - коэффициент заполнения бункеров;
 γ - натура зерна, т/м³.

Вертикальные паровые сушилки для гидротермической обработки (ГТО) подбирают с учетом нагрузки на одну секцию сушилки (q_c) и их числа в машине (m) по формуле:

$$n = \frac{Q_{з.о}}{q_c * m}, \quad (29)$$

Расчет оборудования для шелушильного отделения зависит от вида вырабатываемой крупы. Так, например, вальцедековые станки для шелушения гречихи и проса подбирают в соответствии с нагрузкой на 1 см валков (q_b), для этого определяют общую длину вальцовой линии (L) по формуле:

$$L = \frac{1000 * Q}{q_b} \text{ (см)}, \quad (30);$$

а затем распределяют ее по фракциям шелушения (у гречихи 6 фракций), табл. 9.1.

Таблица 9.1 – Распределение вальцовой линии по фракциям шелушения гречихи

Фрак-ции	Распре-деление по фракция м, %	P_n %/100	Коэффициент, %			Загрузка отдельных систем, т/сут $Q_n = Q * m_n$	Длина вальцовой линии $L_n = (L * Q_n)/Q$, (см)
			Шелушения по фракциям E_n	Оборота продукта по системам $Ч_n = 100/E_n$	Загрузки системы $m_n = P_n * Ч_n$		

Шелушильные постава для шелушения овса, шелушители типа ЗШН для ячменя, пшеницы, гороха подбирают по нагрузке на одну машину.

Количество шелушителей ЗРД для риса находят примерно так же, как и вальцедековых станков.

Следует иметь в виду, что кроме рассчитанного количества станков для гречихи, проса и риса, требуется принимать еще по одному резервному станку.

Машины по системам шлифования и полирования распределяют следующим образом:

1-я шлифовальная система – 20-22%;

Технология муки и крупы

2-я шлифовальная система – 20-22%;

3-я шлифовальная система – 15-18%;

1-я полировальная система – 12-15%;

2-я полировальная система – 10-12%;

3-я полировальная система – 10-12%.

Кроме того, можно распределить шелушильно-шлифовальные машины по фактической нагрузке, определяемой по балансу технологического процесса.

Количество шлифовальных машин определяют по нагрузкам на одну машину по формуле:

$$n_{ш} = \frac{Q}{q_{ш}}, \quad (31)$$

где $n_{ш}$ – количество шлифовальных машин;

Q – производительность предприятия, т/сут;

$q_{ш}$ – нагрузка на одну машину, т/сут.

Следует учесть, что полученное количество шлифовальных машин является общим для всех систем. При наличии нескольких систем шлифования эти машины распределяют по всем системам, исходя из нагрузок на системы.

При переработке овса для разделения шелушенных и нешелушенных зерен применяют дисковые триеры и падди-машины, при переработке риса – падди-машины. Дисковые триеры подбирают по нагрузке на одну машину (q_T). Зная производительность предприятия (Q) и нагрузку на одну машину, можно найти количество машин (n_T):

$$n_m = \frac{Q}{q_m}, \quad (32)$$

Количество падди-машин (n_n) определяют по нагрузке на один канал (q_k) и числу каналов (M) в машине:

$$n_n = \frac{Q}{q_k * M}, \quad (33)$$

Просеивающую поверхность всех машин (F), включая зерноочистительное отделение, определяют по формуле:

$$F = \frac{1000 * Q}{q}, \quad (34)$$

где q – нагрузка, кг на 1 м² просеивающей поверхности в сутки.

Затем общую величину просеивающей поверхности распределяют по основным этапам технологического процесса:

$$F_3 = \frac{F * \Pi_3}{100}, \quad (35)$$

Технология муки и крупы

где $F_э$ (m^2) и $П_э$ (%) – просеивающая поверхность, приходящаяся на отдельный этап технологического процесса.

При сортировании продуктов шелушения по фракциям (как, например, у гречихи) распределение просеивающей поверхности проводят пропорционально количеству поступающего продукта, которое должно соответствовать количеству зерна, направляемого в вальцедековые станки. Расчеты ведут по формуле:

$$F_{\phi} = \frac{G_n * F_э}{\sum G_n}, \quad (36)$$

где F_{ϕ} – просеивающая поверхность для данной фракции (m^2);
 G_n и $\sum G_n$, соответственно, загрузка отдельных систем и суммарная загрузка.

Зерноочистители, аспирационные колонки, аспираторы и другие подобные машины подбирают в зависимости от производительности и количества проходящего через них продукта.

Подбор магнитных аспираторов со статическими магнитами из сплава Магнико проводят исходя из норм длины фронта магнитного поля на 100 т суточной производительности. Эти нормы, как и другие справочные данные, приведены в «Правилах организации и ведения технологического процесса на крупных предприятиях».

Так, например, после завершения очистки зерна гречихи, перед подачей ее в шелушительное отделение норма длины фронта магнитного поля должна быть равна 5 см на 100 т/сут, т.е.:

$$L = 0.5 \frac{Q_{з.о}}{100} \text{ м}; \quad (37)$$

перед каждой системой шелушения – 0,8 м на 100 т/сут;
 для контроля крупы (ядрицы) – 1,2 м на 100 т/сут.

$$L = 1.2 \frac{Q * B_{л}}{100 * 100} \text{ м}; \quad (38)$$

где $B_{л}$ – выход ядрицы, %.

Практическое задание

1. На основании индивидуального задания изучить технологию производства крупы.
2. Рассчитать и подобрать необходимое оборудование по заданной производительности предприятия.
3. Вычертить схему производства данного вида крупы и дать к ней описание.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывают основные машины зерноочистительного отделения?
2. Расскажите методику подбора шелушительных машин.
3. Как распределяют просеивающие машины по различным операциям технологического процесса?

Заключение

Методические указания предназначены для использования в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлениям 260100 Продукты питания из растительного сырья и 151000 Технологические машины и оборудование дневной и заочной форм обучения, а также при подготовке дипломированных специалистов, изучающих переработку и хранение зерна.

Изложенные в методических указаниях основные нормативы и приемы по производству муки и крупы будут способствовать эффективному использованию зерна, увеличению выработки муки и крупы высоких сортов, улучшению качества продукции, рациональной эксплуатации технологического оборудования, а также дальнейшему повышению производительности труда, рентабельности предприятий переработки зерна и снижению себестоимости продукции.

Нормативы и приемы, предлагаемые в методических указаниях, разработаны на основе изучения опыта промышленности, а также последних достижений науки и техники в области переработки зерна крупяных культур.

Изучение предлагаемого курса позволит студентам знать схему всего процесса производства муки и крупы, правила ведения технологического процесса на мукомольном заводе и крупяном предприятии, правила эксплуатации машин, требования, предъявляемые к качеству зерна, готовой продукции, отходам.

Таким образом, методические указания позволят студенту построить технологический процесс, по схеме, предусматривающей наиболее эффективное использование сырья и оборудования; правильно установить режим отдельных машин с учетом технологических особенностей перерабатываемого сырья; систематический контроль технологического процесса и качества продукции.

Методические указания для выполнения курсовой работы



ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа, выполняемая по программе изучения дисциплины «Технология муки и крупы», является одним из важнейших этапов подготовки бакалавров направления 260100 Продукты питания из растительного сырья.

Основная цель выполнения работы состоит в закреплении знаний по теоретическим разделам дисциплины и в приобретении практических навыков работы, связанной с поиском информации, а также с разработкой новых или модернизацией действующих технологических схем производства продукции из зернового сырья.

Главное значение курсовой работы состоит в том, что, основываясь на базе курса «Технология муки и крупы», а также на знаниях, полученных на предшествующих этапах подготовки, студенту необходимо проанализировать современные технологические схемы производства того или иного продукта, сделать обоснованный выбор предпочтительной технологической схемы, а также рассмотреть вопросы оптимизации технологических процессов производства.

В методических указаниях приводятся необходимые сведения по объему, составу и содержанию курсовой работы, а также требования, предъявляемые в ходе выполнения работы.

Методические указания разработаны для оказания помощи студентам в работе над выполнением курсовой работы. Они позволяют обеспечить единообразие в оформлении описательной, расчетной и графической части проекта.

Представленную в окончательном виде работу руководитель проекта оценивает по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1. ТЕМЫ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология муки и крупы» является закрепление студентами теоретических знаний в области переработки зерна и технологии производства зерномучных товаров; приобретение практических навыков сохранения качества и снижения потерь продукции на всех этапах производства и хранения.

Для достижения указанной цели необходимо решить задачи по изучению теоретических основ производства зерномучных товаров, нормативных документов, определяющих требования, предъявляемые к производству, качеству, упаковке, транспортировке и хранению зерномучных товаров.

Курсовые работы выполняются по темам, предлагаемым как руководителем, так и самими студентами. Курсовая работа может являться продолжением темы учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов. Кафедра «Машины и аппараты пищевых производств» предлагает два направления тематики курсовых работ:

Технология муки и крупы

- Технологические процессы производства крупы.
- Технологические процессы производства муки.

Тематика курсовой работы должна соответствовать типовым инженерным задачам, возникающим при разработке новой или модернизации существующей технологии производства муки и крупы.

Темы курсовой работы предлагаются студентам в виде задания на выполнение работы, предписанного руководителем работы и утвержденного заведующим кафедрой. Задание на курсовую работу содержит ассортимент выпускаемых изделий и тип проектируемой линии.

За принятые в проекте решения полную ответственность несет студент, роль руководителя - направлять знания и практические навыки студента в принятии проектных решений, использовании наиболее эффективных способов, технологических режимов для обеспечения гарантии качества выпускаемой продукции.

1.2 Этапы выполнения курсовой работы

Курсовая работа должна быть выполнена в полном объеме и представлена к защите в конце 4-го семестра, как установлено учебным графиком. В противном случае студент не допускается к сдаче экзамена по дисциплине «Технология муки и крупы» за соответствующий курс.

Алгоритм выполнения курсовой работы включает следующие этапы:

- изучение настоящих методических указаний;
- выбор темы курсовой работы и её согласование с руководителем;
- формулирование цели, задач и составление плана выполнения курсовой работы;
- подбор, изучение и анализ содержания литературных источников;
- подготовка литературного обзора теоретической части курсовой работы (пояснительной записки);
- сбор и обобщение материалов практической части курсовой работы (графической части);
- выполнение и оформление практической части курсовой работы;
- формулирование выводов и предложений;
- оформление списка используемых литературных источников.

Задача курсовой работы – повысить обучающий эффект в рамках дисциплины «Технология муки и крупы», активизировать способность студента к самостоятельной работе, выявить степень усвоения пройденных разделов дисциплины и закрепить полученные знания, а также умение работать с литературными источниками, обобщать, систематизировать и анализировать данные, делать выводы и давать практические рекомендации.

В результате выполнения курсовой работы студент должен закрепить теоретические знания, полученные при изучении данной дисциплины:

- теоретические основы ведения технологических процессов на мукомольных предприятиях;

Технология муки и крупы

- теоретические основы ведения технологических процессов на крупяных предприятиях;

- нормативные документы, определяющие требования, предъявляемые к производству, качеству, упаковке, транспортированию и хранению зерномучных товаров;

- классификацию зерномучных товаров;

- методы контроля качества зерномучных товаров в процессе производства, хранения, транспортирования и реализации.

В результате выполнения курсовой работы студент должен уметь:

- анализировать технологические схемы производства муки и крупы;

- сформулировать выводы и предложения по проделанной работе.

2. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Технология муки и крупы» состоит из пояснительной записки и графической части.

Графическая часть курсовой работы содержит 1 лист формата А1 и включает в себя технологическую схему производства.

Примерное содержание и объем пояснительной записки представлены в таблице.

РАЗДЕЛ	КОЛИЧЕСТВО СТРАНИЦ
Введение	1 – 2
1. Современный уровень рассматриваемого производства (обзор литературы) Технологические схемы производства Современный ассортимент и пути его расширения Выводы и предложения	15 – 20
Выбор и обоснование технологической схемы производства	10 – 15
Научные основы технологических процессов	4 – 5
Заключение	1 – 2
Список использованных источников	1 – 2
И т о г о:	32 - 46

Содержание и объем пояснительной записки уточняется руководителем курсовой работы.

Объём пояснительной записки должен составлять не менее 30 страниц печатного текста.

3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Для оформления всех материалов работы рекомендуется использовать персональные компьютеры и специализированное программное обеспечение.

Оформление текста выполняется в соответствии со следующими требованиями:

- в текстовом редакторе WORD;
 - автоматический перенос слов;
 - формат страницы А4, параметры страницы 210-297 мм;
 - поля: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 25 мм;
 - шрифт Times New Roman, цвет шрифта – черный;
 - кегль шрифта в основном тексте – 14, в сносках – 12;
 - использование компьютерных возможностей акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры;
 - не допускается использование курсива, полужирного шрифта, подчеркивания по тексту;
 - качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц и другого графического материала должно удовлетворять требование их четкого воспроизведения;
 - пропуск страниц, повреждения листов, помарки, следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются;
 - межстрочный интервал в основном тексте – 1,5; в подстрочных ссылках и таблицах – 1;
 - интервал между словами – 1 знак;
 - абзац – 1,25, одинаковый по всему тексту работы;
 - выравнивание основного текста - по ширине, выравнивание заголовков – по центру;
 - нумеровать страницы арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работы, номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки;
 - номер страницы на титульном листе и на листе содержания работы не проставляют, включая их в общую нумерацию страниц;
 - иллюстрации, таблицы и другой графический материал, расположенные на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц;
 - иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу;
 - приложения, входящие в состав курсовой работы нумеруются отдельно.
- Нумерация разделов, подразделов, пунктов, подпунктов: «1», «1.1», «1.1.2», «1.1.2.3» Каждый раздел начинается с новой страницы, подраздел, пункт - как продолжение текста. Заголовки разделов оформляются прописными буквами в центре строки. Заголовки не подчеркиваются, переносы не допускаются, точка в конце не ставится. Расстояние от заголовка до текста 2 интервала (10-20 мм).

Технология муки и крупы

Опечатки, опiski в тексте исправляют подчисткой или закрашиванием белой краской. Сокращение слов в тексте не допускается, за исключением разрешённых стандартом (т.д., т.п.).

Оформления перечислений по тексту либо маркированным списком, либо нумерованным списком, например: а) или 1).

Оформление ссылок в тексте на литературу -/1,3,4, 17/.

Нумерация формул, таблиц иллюстраций сквозная (1) или в пределах раздела и порядкового номера (1.2).

Приложение оформляется как самостоятельный лист с написанием в правом верхнем углу прописными буквами «Приложение А или 1».

При оформлении пояснительной записки следует руководствоваться требованиями ЕСКД, в частности ГОСТ 2.105 – 95 «Общие требования к текстовым документам», ГОСТ 2.106 – 68 «Текстовые документы» и ГОСТ 7.32.2001 «Отчет о научно-исследовательской работе», а также настоящими методическими указаниями.

3.1 Требования к изложению материалов пояснительной записки

Самым ответственным и трудоемким этапом выполнения курсовых работ является их написание. На этой стадии от студента в наибольшей степени требуется умение использовать теоретические знания, логически и последовательно излагать материал; проводить глубокий анализ литературных, экспериментальных и фактических данных; четко формулировать выводы и рекомендации.

Основными требованиями к стилю и характеру изложения являются:

- **Краткость изложения.** Не следует освещать элементарные вопросы, поскольку работа предназначена только для чтения специалистами. Фразы должны быть конкретными и информативными.
- **Логичность изложения.** Это важно как при описании взаимосвязанных и взаимозависимых процессов и явлений, так и процессов, протекающих последовательно. При необходимости следует акцентировать причинные связи, **выражать личное отношение** к излагаемому материалу. Достигается это, в частности, использованием вводных и соединительных слов типа: из этого следует, таким образом, в связи с этим, при этом, как видно из вышесказанного и т.д.
- **Четкость изложения.** При изложении материала рекомендуется широко использовать классификации объектов исследования, их поэтапное подразделение, табличные формы, сравнительные характеристики. Следует избегать использования фраз, не выражающих мыслей, суждений, затрудняющих восприятие излагаемого.
- **Использование специальной терминологии,** позволяющей более кратко и точно, профессионально излагать материал.
- **Применение количественных числовых показателей** для характеристики состояния рынка, производства, структуры ассортимента, кон-

Технология муки и крупы

курентоспособности и уровня качества товаров, повышающих убедительность изложенного.

- **Использование безличного наклонения.** Не рекомендуется применять личные местоимения (например: «я применяю» вместо «применяется», «я считаю» вместо «по нашему мнению» или «можно считать»).
- **Грамотность изложения.** Безусловное соблюдение правил пунктуации и орфографии, общепринятых сокращений.

3.2 Требования к написанию введения

В введении следует отразить современное состояние и перспективы развития отрасли в соответствии с темой курсовой работы. При этом необходимо обратить внимание на основные задачи, решаемые предприятиями отрасли в направлении удовлетворения спроса населения и повышения конкурентоспособности производимых изделий в условиях рынка.

Отразить актуальность выбранной для анализа и обоснования технологической схемы. Значение технологической линии в процессе производства зерномучных продуктов питания.

Завершить данный раздел следует обоснованием актуальности темы курсовой работы, показать новизну, предложенных решений и значение работы в ряду проблем, стоящих перед отраслью пищевой промышленности.

3.3 Современный уровень рассматриваемого производства (обзор литературы)

В этой части курсовой работы приводится обзор технологических схем производства пищевых продуктов рассматриваемой отрасли; структура ассортимента продукции, изменения в ассортименте за последние годы; возможность применения пищевых добавок и улучшителей.

Структура данной (теоретической) части курсовой работы предполагает освещение следующих разделов:

- история развития мукомольного или крупяного производства;
- обзор российского рынка муки или крупы с использованием иллюстрированного материала в виде таблиц, графиков, диаграмм, отражающих объёмы производства данного вида продукции в разрезе нескольких последних лет;
- сравнение различных периодов производства: нескольких последних лет и 90-х годов, занимаемый в настоящее время, рассматриваемым видом продукции, сегмент рынка в общем объёме производства продуктов питания и т. д.;
- характеристика муки и крупы, как продукта питания;
- сырьё для производства рассматриваемого вида продукции;
- технологические операции процесса производства муки или крупы;
- классификация типов и видов производимой продукции;

Технология муки и крупы

- химический состав и пищевая ценность производимой продукции (наличие незаменимых питательных веществ, усвояемость веществ, энергетическая ценность, отсутствие вредных примесей, потребительные достоинства);
- факторы, формирующие и сохраняющие качество производимой продукции.

На основании проведенного обзора необходимо отметить наиболее прогрессивные технологические схемы производства, разработки в области внедрения новой техники и технологии.

Источниками для работы служат учебная, техническая и справочная литература, отраслевые журналы, техническая документация, обзоры, каталоги. Как правило, работа над данным разделом требует привлечения не менее 5 – 10 литературных источников.

3.4 Выбор и обоснование технологической схемы производства

В этом разделе необходимо обосновать выбор технологической схемы производства рассматриваемого ассортимента продукции. Предпочтение следует отдавать ресурсосберегающим, прогрессивным технологиям, обеспечивающим не только выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов (технических условий), но и сохранность ценных компонентов сырья (витаминов, микроэлементов, незаменимых аминокислот и т.д.)

Описание выбранной технологической схемы осуществляется, начиная от приема и хранения сырья, подготовки его к производству, получения промежуточных продуктов и заканчивая производством готовой продукции, ее упаковкой и хранением. В описании линии необходимо делать ссылки на позиции технологического оборудования, согласно рисунку технологической схемы. Должны быть приведены технологические режимы и параметры.

3.5 Научные основы технологических процессов

В данном разделе анализируются физические, химические, физико-химические, биохимические, микробиологические и коллоидные процессы, происходящие на разных технологических стадиях производства рассматриваемого ассортимента продукции. Необходимо указать факторы, влияющие на скорость технологических процессов, привести законы и формулы, описывающие рассматриваемые процессы, определить роль и влияние этих процессов на качество пищевых продуктов.

3.6 Заключение

Раздел «Заключение» отражает основные результаты, полученные в проведенной работе. Выводы по работе должны быть представлены в виде отдельных абзацев, кратко формулирующих и обосновывающих конкретное положение работы.

4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Графическая часть курсовой работы по дисциплине «Технология муки и крупы» содержит технологическую схему производства, выполненную на одном листе формата А 1.

На технологической схеме должны быть показаны основные машины и аппараты, входящие в линию; отображены принципы, обеспечивающие технологический процесс; указаны основные технологические связи между оборудованием, а также элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, компрессоры, вентиляторы, вентили и т.д.)

Схема должна содержать:

- графически упрощенное изображение оборудования, входящего в состав линии, во взаимной технологической связи;
- таблицы условных графических изображений.

Поле листа технологической схемы выглядит так: в левой стороне, на большей части поля, располагается схема; в правой стороне, над штампом, располагается экспликация оборудования (рис.1).

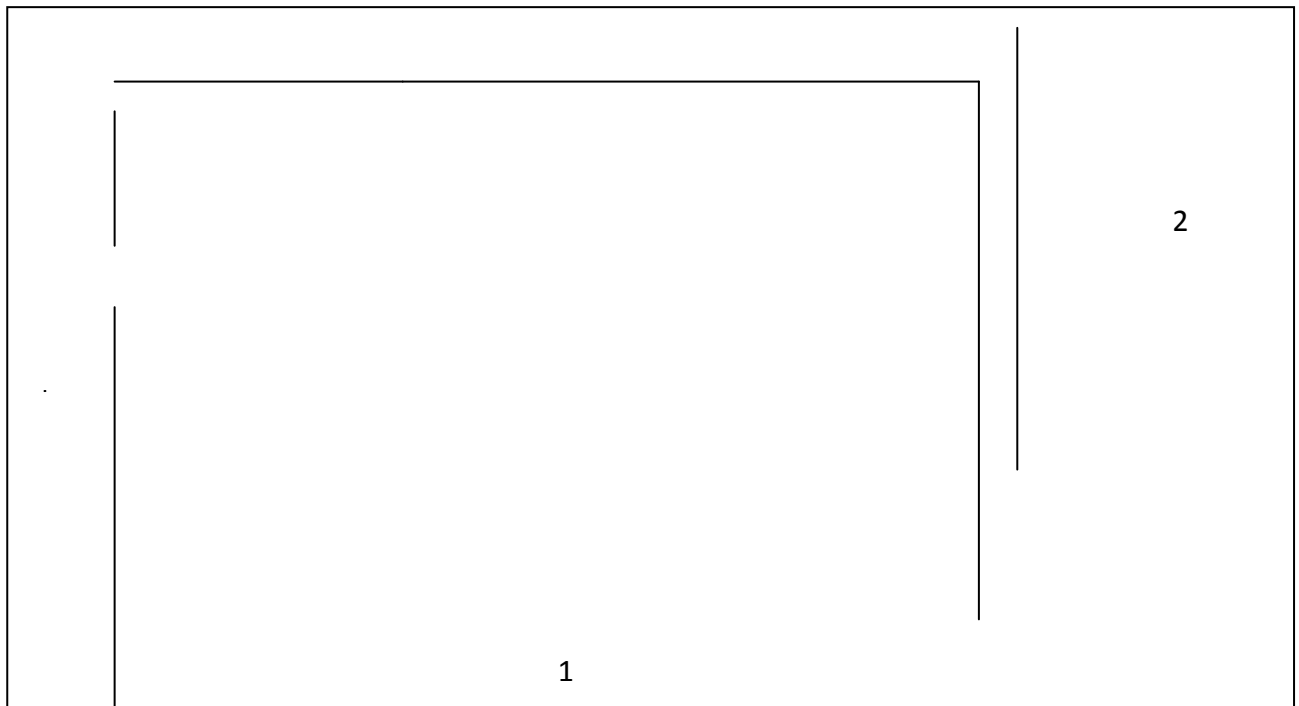


Рисунок 1 – Поле листа технологической схемы

1- технологическая схема; 2-экспликация оборудования; 3- штамп.

Технология муки и крупы

Все оборудование на схеме вычерчивают сплошными тонкими линиями толщиной 0,3 – 0,5 мм, а технологические связи между оборудованием – сплошными основными или пунктирными линиями, толще, чем основное оборудование.

Технологическое оборудование изображают схематически в виде его конструктивного очертания, причем должны быть показаны основные технологические штуцеры, загрузочные люки, входы и выходы основных продуктов. При изображении технологического оборудования надо сохранять в масштабе пространственные отношения конструктивных размеров. Каждой единице технологического оборудования и элементу схемы присваивается цифровое обозначение (позиция), согласно которому машины, аппараты и другие устройства заносятся в экспликацию оборудования (рисунок 2).

В графе «Наименование» приводится полное название машины, аппарата или элемента схемы. В графу «Примечание» заносятся марка оборудования или основные технические данные (производительность, габаритные размеры и т.п.).

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
1	Щиток приемный	1	ХЩП-М
2	Силос для муки	5	ХЕ-162А

Рисунок 2 – Экспликация оборудования

Разводка трубопроводов и технологических связей к оборудованию показывается схематично вертикальными или горизонтальными линиями. Пересекать изображения оборудования и других элементов линиями трубопроводов и технологических связей не допускается. На каждом трубопроводе или технологической связи у места отвода или подвода к оборудованию надо проставлять стрелки, указывающие направление потока.

5. ПОДБОР И ИЗУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

После выбора темы необходимо изучить литературу. Литературные источники могут быть представлены учебниками, учебными пособиями, статьями из журналов и сборников научных трудов, технологическими инструкциями, сборниками рецептов, справочниками и др.

Подбор литературного материала удобнее вести в специальной (научно-технической) библиотеке. Для поиска нужных источников используются каталоги библиотек; учебники, нормативные документы, реферативные и научно-производственные журналы.

При этом следует обращать внимание на законодательные акты, постановления правительства РФ по рассматриваемым вопросам, на изучение специальной литературы и периодических изданий, каталогов, проспектов,

Технология муки и крупы

обзоров и т.п. Рекомендуется проработка и обобщение как отечественных, так и иностранных источников.

Изучение литературы лучше начинать с материалов, опубликованных в последние годы, постепенно, переходя к более ранним публикациям. Такой порядок формирует критическое отношение к сведениям, приводимым в литературных источниках по изучаемому вопросу, и позволяет выявить последние достижения в данной области науки и практики.

Следует обратить внимание на справочную литературу, предназначенную для быстрого получения каких-либо сведений научно-прикладного или познавательного характера. В ней содержатся результаты теоретических обобщений, конкретные данные, основные научные факты.

В последних номерах журналов, каждого года издания публикуется перечень всех статей, опубликованных в течение года, поэтому поиск материала следует начинать с этих номеров. Это значительно облегчит и ускорит поисковую работу.

Важную роль в систематизации прочитанного по основным проблемам темы, играют выписки. Удобнее делать выписки на отдельных листах. Для этого сверху листа кратко формулируется суть данной выписки, затем кратко

выписывается ее текст. Он может быть в виде цитаты, пересказа содержания текста своими словами, тезисов, статистической, хронологической таблицы. Записи должны быть компактными, кратко излагать суть текста. Очень важно на листе с выписками оставлять поля и на них отмечать свои соображения по поводу содержания рассматриваемого материала. Такие записи впоследствии могут сыграть решающую роль в формировании собственного мнения по изучаемой теме. После выписки делается ссылка на источник, откуда взяты данные.

На каждый источник следует завести библиографическую карточку (отдельный лист). Книга описывается следующим образом: записываются фамилия и инициалы автора (авторов), название книги, место издания, название издательства, год издания, общее количество страниц.

Краткая запись на карточке в виде информации по вопросу позволит сгруппировать, систематизировать мысли в аналитической работе над собранным материалом.

Ни одну курсовую работу нельзя считать полноценной, если в ней не использована информация из стандартов и технических условий на товары в части технических требований, приемки по качеству, маркировки, упаковки, транспортирования. Она необходима для экспертизы товаров, оценки их конкурентоспособности. Работать следует только с действующими нормативными документами. Срок действия определяется по ежегодным указателям этих документов.

В результате изучения литературы окончательно формируется план курсовой работы.

Литература должна быть изучена, критически проанализирована и изложена на современном уровне, что требует творческого подхода к выполняемой работе. **Не допускается плагиат и компиляция текстов без ссылок. При заимствовании не только текста, но и точки зрения обязательна ссылка на источник информации.**

Технология муки и крупы

Список использованной литературы составляется в ходе выполнения курсовой работы в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 - 2003, он должен содержать не менее 20 источников, которые необходимо разместить в следующем порядке:

- законодательные и нормативно-правовые документы;
- учебная, специальная литература и другие источники информации отечественных авторов;
- иностранные источники информации,
- электронные ресурсы.

В библиографическое описание web-документов следует включить следующие элементы:

- а) заголовок (имя автора);
- б) основное название;
- в) сведения, относящиеся к заглавию (после знака :);
- г) сведения об идентифицирующем документе при библиографическом описании составной части документа (профессиональный или персональный web-сайт, периодическое электронное издание и т.д.) (после знака //);
- д) дата публикации в сети (если ее возможно установить);
- е) электронный адрес документа.

Примеры электронных публикаций:

- *описание статьи из электронного ресурса удаленного доступа (страницы из Интернет):*

Горный, Е. Развитие электронных библиотек: мировой и российский опыт [Электронный ресурс] / Е. Горный, И.К. Вигурский // Российская государственная библиотека / Центр информ. технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. дан. – 17 авг. 2009. - Режим доступа: <http://www/rsl.ru/staff/text/dlib.html>, свободный. – Загл. с экрана.

- *описание электронного ресурса локального доступа (CD-ROM):*

Касаткин, И.Н. Электронная торговля [Электронный ресурс] : интерактивный учебник / И.Н. Касаткин. – Электрон. дан. и прогр. – СПб.: ПитерКом, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

5.1 Рекомендуемый список литературы для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология муки и крупы»:

- 1) Чеботарев О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов /О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: ИЦ «МарТ», 2004. 687с.
- 2) Хозяев И.А., Ильченко В.Д., Тупольских Т.И. Специальные технологии переработки зерна в муку и крупу. – Ростов н/Д, ДГТУ, 2006г. 75с.
- 3) Тупольских Т.И., Хозяев И.А. Технология муки и крупы. – Ростов н/Д, ДГТУ, 2011г. 103с.
- 4) Бутковский В.А. Технология зерноперерабатывающих производств /В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф Сервис, 1999, 471 с.

Технология муки и крупы

- 5) Бутковский В.А. Технологическое оборудование мукомольного производства /В.А. Бутковский, Г.Е. Птушкина. – М.: Журнал Хлебопродукты, 1999. 208 с.
- 6) Егоров Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.И. Максимчук. – М.: Колос, 1984. 376 с.
- 7) Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. – М.: Агропромиздат, 1985. 334 с.
- 8) Егоров Г.А. Технология муки и крупы /Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. 336 с.
- 9) Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки /Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. 319 с.
- 10) Казаков Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства. – М.: Колос, 1983. 352 с.
- 11) Кузьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. 375 с.
- 12) Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах /Всесоюзный научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ). – М., 1991. 21-2.
- 13) Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях /Всесоюзный научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ). – М., 1990. 21-2.
- 14) Пшеница и оценка ее качества /Под ред. Н.П. Козьминой, Л.И. Любарского. – М.: Колос, 1968. 496 с.
- 15) Птушкина Г.Е. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов /Г.Е. Птушкина, Л.И. Товбин. – М.: Агропромиздат, 1987. 288 с.
- 16) Фалунина З.Ф. Лабораторные работы по курсу «Переработка зерна»/ З.Ф. Фалунина. – М.: Колос, 1983, 286с.
- 17) Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я.Ауэрман, - СПб.: Профессия, 2005, 416с.
- 18) Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки /Е.Д.Казаков, В.Л.Кретович. – М.: Агропромиздат, 1989, 368с.
- 19) Аношина О.М. Лабораторный практикум по общей и специальной технологии пищевых производств / О.М.Аношина и др. – М.: «КолосС»,2007, 181с.
- 20) Иванова Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т.Н. Иванова. – М.: ИЦ «Академия», 2004. 288с.
- 21) Малин Н.И. Технология хранения зерна / Н.И.Малин. – М.: Колос, 2005, 280с.
- 22) Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты / Р.Карл Хосни. – СПб.: Профессия, 2006, 336с.
- 23) Рогов И.А. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов / И.А. Рогов – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007,227с.
- 24) Могильный М.П. Пищевые и биологически активные добавки / М.П. Могильный – М.: ДеЛи принт, 2007, 240с.
- 25) Шевченко В.В. Товароведение и экспертиза потребительских товаров / В.В. Шевченко – М.: ИНФРА-М, 2007, 544с.

Технология муки и крупы

Примечание. В списке рекомендуемой литературы приведен перечень источников, которые помогут лишь в начальной стадии разработки. Подбор остальных литературных источников является составной частью работы при написании пояснительной записки и выполнении графической части.

Приложение 1 Форма титульного листа пояснительной записки

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Факультет «Машины и оборудование агропромышленного комплекса»

Кафедра «Машины и аппараты пищевых производств»

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Технология муки и крупы»

на тему:

**«Выбор и обоснование технологической схемы
производства лепестковых хлопьев»**

Выполнил студент

Группы АП-21

Иванов И.И.

Принял доцент

кафедры МАПП

Тупольских Т.И.

Оценка

« _____ »

« ____ » _____ 2013г.

Ростов-на-Дону

2013г.